

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Directly heated negative temperature coefficient thermistors –
Part 1: Generic specification**

**Thermistances à coefficient de température négatif à chauffage direct –
Partie 1: Spécification générique**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60539-1:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Directly heated negative temperature coefficient thermistors –
Part 1: Generic specification**

**Thermistances à coefficient de température négatif à chauffage direct –
Partie 1: Spécification générique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.040.30

ISBN 978-2-8322-6192-7

**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.....	8
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
4 General items	21
4.1 Units and symbols.....	21
4.2 Preferred values and appropriate category.....	21
4.2.1 General	21
4.2.2 Appropriate category	21
4.3 Marking.....	21
4.3.1 General	21
4.3.2 Marking for small size types such as surface mount NTC thermistors	22
4.3.3 Coding.....	22
4.4 Quality assessment procedures	22
5 General provisions for measurements and test methods	22
5.1 General.....	22
5.2 Standard atmospheric conditions for testing.....	22
5.3 Drying and recovery.....	23
5.3.1 Drying.....	23
5.3.2 Recovery	23
5.4 Mounting (for surface mount thermistors only)	23
5.4.1 General	23
5.4.2 Printed wiring board and land pattern	23
5.4.3 Mounting on board.....	23
6 Electrical tests and measurements	25
6.1 Zero-power resistance.....	25
6.1.1 General	25
6.1.2 Measurement procedures	25
6.1.3 Requirements	25
6.2 <i>B</i> -value or resistance ratio	25
6.2.1 General	25
6.2.2 Requirements	25
6.3 Insulation resistance (for insulated types only).....	26
6.3.1 General	26
6.3.2 Test methods.....	26
6.3.3 Applied voltage.....	29
6.3.4 Requirements	29
6.4 Voltage proof (for insulated types only)	29
6.4.1 General	29
6.4.2 Test voltage.....	29
6.4.3 Requirements	29
6.5 Resistance/temperature characteristic	29
6.5.1 General	29
6.5.2 Test methods.....	29
6.5.3 Requirements	29
6.6 Dissipation factor (δ).....	30

6.6.1	General	30
6.6.2	Initial measurements	30
6.6.3	Test methods.....	30
6.6.4	Requirements	31
6.7	Thermal time constant by ambient temperature change (τ_a).....	31
6.7.1	The hot to cold thermal time constant for ambient temperature change.....	31
6.7.2	The cold to hot thermal time constant for ambient temperature change.....	32
6.7.3	Final measurements and requirements	32
6.7.4	Requirements	33
6.8	Thermal time constant by cooling after self-heating (τ_c)	33
6.8.1	General	33
6.8.2	Initial measurements	33
6.8.3	Preconditioning.....	33
6.8.4	Test method	34
6.8.5	Final measurements and requirements	34
7	Mechanical test and measurements	34
7.1	Visual examination and check of dimensions	34
7.1.1	Visual examination	34
7.1.2	Dimensions.....	35
7.2	Robustness of terminations (not applicable to surface mount thermistors)	35
7.2.1	General	35
7.2.2	Initial measurements	35
7.2.3	Test methods.....	35
7.2.4	Test Ua ₁ – Tensile	35
7.2.5	Test Ub – Bending (half the number of terminations)	36
7.2.6	Test Uc – Torsion (remaining terminations).....	36
7.2.7	Final measurements and requirements	36
7.3	Vibration	36
7.3.1	General	36
7.3.2	Initial measurements	36
7.3.3	Test procedures.....	36
7.3.4	Final inspection, measurements and requirements.....	37
7.4	Shock	37
7.4.1	General	37
7.4.2	Initial measurements	37
7.4.3	Mounting	37
7.4.4	Test procedures.....	37
7.4.5	Final inspection, measurements and requirements.....	37
7.5	Free fall	37
7.5.1	General	37
7.5.2	Initial measurements	37
7.5.3	Test procedures.....	38
7.5.4	Final inspection, measurements and requirements.....	38
7.6	Shear (adhesion) test (for surface mount NTC thermistors only)	38
7.6.1	General	38
7.6.2	Initial measurements	38
7.6.3	Test conditions	38
7.6.4	Final inspection, measurements and requirements.....	38

7.7	Substrate bending test (for surface mount NTC thermistors only)	38
7.7.1	General	38
7.7.2	Initial measurements	38
7.7.3	Test procedures	38
7.7.4	Final inspection, measurements and requirements	39
8	Environmental and climatic tests	39
8.1	Rapid change of temperature	39
8.1.1	General	39
8.1.2	Initial measurements	39
8.1.3	Test procedures	39
8.1.4	Final inspection, measurements and requirements	39
8.2	Thermal shock	40
8.2.1	General	40
8.2.2	Initial measurements	40
8.2.3	Test procedures	40
8.2.4	Final inspection, measurements and requirements	40
8.3	Cold	40
8.3.1	General	40
8.3.2	Initial measurements	40
8.3.3	Test procedures	40
8.3.4	Final inspection, measurements and requirements	41
8.4	Dry heat	41
8.4.1	General	41
8.4.2	Initial measurements	41
8.4.3	Test procedures	41
8.4.4	Final inspection, measurements and requirements	41
8.5	Damp heat, steady state	42
8.5.1	General	42
8.5.2	Initial measurements	42
8.5.3	Test procedures	42
8.5.4	Recovery	42
8.5.5	Final inspection, measurements and requirements	42
8.6	Endurance	42
8.6.1	General	42
8.6.2	Endurance at room temperature with applied continuous maximum current ($I_{\max 25}$) (for inrush current-limiting thermistors only)	43
8.6.3	Endurance at room temperature with applied cyclic maximum current ($I_{\max 25}$) (for inrush current-limiting thermistors only)	44
8.6.4	Endurance at T_3 and $P_{\max}$ (for other than inrush current-limiting thermistors only)	45
8.6.5	Endurance at upper category temperature	46
8.6.6	Maximum permissible capacitance (for inrush current-limiting thermistors only)	47
8.7	Salt mist	49
8.7.1	General	49
8.7.2	Initial measurements	49
8.7.3	Test conditions	49
8.7.4	Final inspection, measurements and requirements	49
8.8	Sealing	49

8.9	Composite temperature/humidity cycle	49
8.9.1	General	49
8.9.2	Initial measurements	49
8.9.3	Test conditions	50
8.9.4	Final inspection, measurements and requirements	50
9	Tests related to component assembly	50
9.1	Resistance to soldering heat	50
9.1.1	General	50
9.1.2	Preconditioning	50
9.1.3	Initial measurements	50
9.1.4	Test procedure	50
9.1.5	Recovery	50
9.1.6	Final inspection, measurement and requirements	51
9.2	Solderability	51
9.2.1	General	51
9.2.2	Initial measurements	51
9.2.3	Test procedure	51
9.2.4	Final inspection, measurements and requirements	51
9.3	Component solvent resistance	52
9.3.1	General	52
9.3.2	Initial measurements	52
9.3.3	Test conditions	52
9.3.4	Requirements	52
9.4	Solvent resistance of marking	52
9.4.1	General	52
9.4.2	Initial measurements	52
9.4.3	Test conditions	52
9.4.4	Requirements	52
Annex A (normative)	Rules for the preparation of detail specifications for directly heated NTC thermistors for electronic equipment for use within quality assessment systems	53
A.1	Drafting	53
A.2	Reference standard	53
A.3	Circulation	53
Annex B (informative)	Typical examples of mountings for measurements of directly heated thermistors	54
Annex Q (informative)	Quality assessment procedures	56
Q.1	General	56
Q.1.1	Scope of this annex	56
Q.1.2	Quality assessment definitions	57
Q.1.3	Rework	57
Q.1.4	Alternative test methods	57
Q.1.5	Certified test records of released lots	58
Q.1.6	Unchecked parameters	58
Q.1.7	Delayed delivery	58
Q.1.8	Repair	58
Q.1.9	Registration of approvals	58
Q.1.10	Manufacture outside the geographical limits	59
Q.2	Qualification approval (QA) procedures	59

Q.2.1	Eligibility for qualification approval.....	59
Q.2.2	Application for qualification approval	59
Q.2.3	Subcontracting	59
Q.2.4	Test procedure for the initial product qualification approval.....	59
Q.2.5	Granting of qualification approval	59
Q.2.6	Maintenance of qualification approval	59
Q.2.7	Quality conformance inspection	60
Q.3	Capability approval (CA) procedures	60
Q.3.1	General	60
Q.3.2	Eligibility for capability approval.....	60
Q.3.3	Application for capability approval	60
Q.3.4	Subcontracting	61
Q.3.5	Description of the capability	61
Q.3.6	Demonstration and verification of capability	61
Q.3.7	Granting of capability approval	61
Q.3.8	Maintenance of capability approval	61
Q.3.9	Quality conformance inspection	61
Q.4	Technology approval (TA) procedure	62
Q.4.1	General	62
Q.4.2	Eligibility for technology approval	62
Q.4.3	Application of technology approval	62
Q.4.4	Subcontracting	62
Q.4.5	Description of technology	62
Q.4.6	Demonstration and verification of the technology	62
Q.4.7	Granting of technology approval	62
Q.4.8	Maintenance of technology approval.....	62
Q.4.9	Quality conformance inspection	63
Q.5	Interpretation of sampling plans and procedures as described in IEC 60410 for use within quality assessment systems	63
Q.6	Rules for the preparation of detail specifications for NTC thermistors for electronic equipment for use within quality assessment systems	63
Q.6.1	Drafting	63
Q.6.2	Reference standard	63
Q.7	Layout of the first page of a PCP/CQC specification	64
Q.8	Requirements for capability approval test report	65
Q.8.1	General	65
Q.8.2	Requirements	65
Q.8.3	Summary of test information (for each CQC).....	65
Q.8.4	Measurement record	65
Q.9	Guidance for the extension of endurance tests on fixed thermistor	65
Q.9.1	Overview	65
Q.9.2	Guidelines	66
Annex X (informative)	Cross-references to IEC 60539-1:2016	67
Bibliography		69
Figure 1	– Typical resistance-temperature characteristic for NTC thermistors	14
Figure 2	– Decreased power dissipation curve	16
Figure 3	– Maximum current derating	18
Figure 4	– Basic circuit for zero-power resistance measurement	25

Figure 5 – Example of Method 1 for testing the insulation resistance	26
Figure 6 – Example of Method 2 for testing the insulation resistance (1).....	27
Figure 7 – Example of Method 2 for testing the insulation resistance (2).....	27
Figure 8 – Example of Method 3 for testing the insulation resistance	28
Figure 9 – Example of Method 4 for testing the insulation resistance	28
Figure 10 – Example of test chamber	30
Figure 11 – Dissipation factor measuring circuit.....	31
Figure 12 – Thermal time constant measuring circuit	34
Figure 13 – Endurance at room temperature with $I_{\max 25}$ evaluating circuit	43
Figure 14 – Endurance at room temperature with $I_{\max 25}$ evaluating circuit	44
Figure 15 – Maximum permissible capacitance test circuit (Method 1)	48
Figure 16 – Maximum permissible capacitance test circuit (Method 2)	48
Figure B.1 – Mounting for measurements of surface mount thermistors	55
Table 1 – Lower and upper category temperatures and duration of the damp heat, steady state test	21
Table 2 – Tensile force	36
Table B.1 – Recommended land dimensions.....	54

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60539-1:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DIRECTLY HEATED NEGATIVE TEMPERATURE COEFFICIENT THERMISTORS –

Part 1: Generic specification

FOREWORD

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

IEC 60539-1 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2016. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Restructured completely to comply to ISO/IEC directives; categorization and reorganization of test methods into these categories;
- b) Annex X added for comparison to the previous edition;
- c) Some wordings, figures and references have been revised.

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

Draft	Report on voting
40/2975/FDIS	40/3016/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 60539-1 series, published under the general title *Directly heated negative temperature coefficient thermistors*, can be found on the IEC website.

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

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60539-1:2022

DIRECTLY HEATED NEGATIVE TEMPERATURE COEFFICIENT THERMISTORS –

Part 1: Generic specification

1 Scope

This part of IEC 60539 is applicable to directly heated negative temperature coefficient thermistors, typically made from transition metal oxide materials with semiconducting properties.

It establishes standard terms, inspection procedures and methods of test for use in sectional and detail specifications of electronic components for quality assessment or any other purpose.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Tests A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Tests B: Dry heat*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-11, *Environmental testing – Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-17, *Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test Ta and Tb: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-21:2021, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60068-2-38, *Environmental testing – Part 2-38: Tests – Test Z/AD: Composite temperature/humidity cyclic test*

IEC 60068-2-45:1980, *Basis Environmental testing procedures – Part 2-45: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*
IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993

IEC 60068-2-52, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60068-2-58, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 60068-2-69, *Environmental testing – Part 2-69: Tests – Test Te/Tc: Solderability testing of electronic components and printed boards by the wetting balance (force measurement) method*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60294, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component with axial terminations*

IEC 61193-2, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

IEC 60717, *Method for the determination of the space required by capacitors and resistors with unidirectional terminations*

IEC 61249-2-7, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-7: Reinforced base materials clad and unclad – Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

3 Terms and definitions

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

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

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

3.1

type

group of products having similar design features manufactured by the same techniques and falling within the manufacturer's usual range of ratings for these products

Note 1 to entry: Mounting accessories are ignored, provided they have no significant effect on the test results.

Note 2 to entry: Ratings cover the combination of

- electrical ratings,
- sizes, and
- climatic category.

Note 3 to entry: The limits of the range of ratings should be given in the detail specification.

3.2

style

variation within a type having specific nominal dimensions and characteristics

3.3 thermistor

thermally sensitive semiconducting resistor whose primary function is to exhibit an important change in electrical resistance with a change in body temperature

3.4 negative temperature coefficient thermistor NTC thermistor

thermistor in which the resistance decreases with increasing temperature

Note 1 to entry: In general, the term 'NTC thermistor' is used.

3.5 directly heated negative temperature coefficient thermistor

thermistor which obtains its resistance variation by the changes of physical conditions.

Note 1 to entry: Physical conditions include the current through the thermistor, ambient temperature, humidity, wind velocity, gas, etc.

3.6 indirectly heated negative temperature coefficient thermistor

thermistor which obtains its resistance variation primarily by the change of temperature of the thermistor, due to the change of a current through a separate heater which is in close contact with, but electrically insulated from, the thermistor element

Note 1 to entry: The temperature of the thermistor can also be changed by the changes of physical conditions such as current through the thermistor element itself, ambient temperature, humidity, wind velocity, gas, etc.

Note 2 to entry: This term is for information only.

3.7 positive temperature coefficient thermistor PTC thermistor

thermistor in which the resistance increases with increasing temperature

Note 1 to entry: In general, the term 'PTC thermistor' is used.

Note 2 to entry: This term is for information only.

3.8 NTC thermistor with wire terminations

NTC thermistor provided with wire terminations

3.9 NTC thermistor without wire terminations

thermistor provided only with two metallized faces, to be used as electrical contacts

Note 1 to entry: This term is for information only.

3.10 insulated thermistor

NTC thermistor coated with materials such as resin, glass or ceramic, capable of meeting the requirements of the insulation resistance and voltage proof tests when specified in the test schedule

3.11 non-insulated NTC thermistor

NTC thermistor with or without coating materials for surfacing of elements but not intended to meet the requirements of the insulation resistance and voltage proof tests when specified in the test schedule

3.12**surface mount NTC thermistor**

NTC thermistor whose small dimensions and nature or shape of terminations make it suitable for use in hybrid circuits and on printed boards

3.13**assembled NTC thermistor probe**

NTC thermistor encapsulated in different materials such as tubes, plastic and metal housing and/or assembled with cables and/or connectors

Note 1 to entry: This term is for information only.

3.14**NTC thermistor for sensing**

thermistor which responds to temperature changes and therefore is used for temperature sensing and control

3.15**inrush current limiting NTC thermistor**

NTC thermistor which limits the inrush current just after switching on the power

3.16**residual resistance**

<inrush current-limiting thermistors> value of the d.c. resistance of a thermistor when its thermal stability is reached with the maximum current passing

Note 1 to entry: This term is for information only.

3.17**maximum permissible capacitance**

<inrush current-limiting NTC thermistors> maximum permissible capacitance value of a capacitor which can be connected to a thermistor under loading

3.18**zero-power resistance**

R_T

value of the d.c. resistance of a thermistor, when measured at a specified temperature, under such conditions that the change in resistance due to the internal generation of heat is negligible with respect to the total error of measurement

3.19**nominal zero-power resistance**

nominal value of zero-power resistance at the standard reference temperature of 25 °C, unless otherwise specified

3.20**resistance-temperature characteristic**

relationship between the zero-power resistance and the body temperature of a thermistor

Note 1 to entry: Typical resistance-temperature characteristic for NTC thermistors is shown in Figure 1.

Note 2 to entry: The resistance law follows approximately the formula:

$$R = R_a \times e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_a} \right)}$$

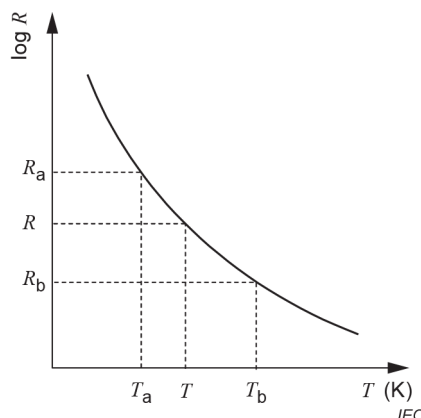
where

R is the zero-power resistance (Ω) at absolute temperature T (K);

R_a is the zero-power resistance (Ω) at absolute temperature T_a (K);

B is the thermal sensitivity index (see 3.22).

This formula is only applicable for representing the resistance variation over a restricted temperature range. For more precise representation of the R/T -curve, a resistance/temperature relation should be specified in tabulated form in the detail specification.



NOTE Slightly downward convexed curve when the temperature range is large.

Figure 1 – Typical resistance-temperature characteristic for NTC thermistors

3.21

resistance ratio

ratio of the zero-power resistance of a NTC thermistor measured at the reference temperature of 25 °C to that measured at 85 °C, or at such other pairs of temperatures that can be stated in the detail specification

3.22

B -value

index of the thermal sensitivity expressed by the formula

$$B = \frac{(T_a \times T_b)}{(T_b - T_a)} \times \ln \frac{R_a}{R_b}$$

where

B is the B -value (K);

R_a is the zero-power resistance (Ω) at temperature T_a (K);

R_b is the zero-power resistance (Ω) at temperature T_b (K)

Note 1 to entry: The B -value can also be expressed by the following formula (common logarithm):

$$B = 2,303 \times \frac{(T_a \times T_b)}{(T_b - T_a)} \times \ln \frac{R_a}{R_b}$$

Note 2 to entry: The preferred values for T_a and T_b are 298,15 K and 358,15 K, respectively. These values are equivalent to +25 °C and +85 °C, respectively.

Note 3 to entry: Where the detail specification states that the B -value should be measured at other temperatures, the specified values (in kelvins) shall be used for T_a and T_b in the calculation in place of the preferred values and the B -value may be expressed by $B_{a/b}$.

3.23**zero-power temperature coefficient of resistance** α_T

ratio at a specified temperature (T) of the rate of change of zero-power resistance with temperature to the zero-power resistance of the thermistor, expressed by the formula

$$\alpha_T = \frac{1}{R_T} \times \frac{dR_T}{dT} \times 100$$

Note 1 to entry: The value α_T can be approximately calculated by the formula:

$$\alpha_T = -\frac{B}{T^2} \times 100$$

where

α_T is the zero-power temperature coefficient of resistance in %/K;

R_T is the zero-power resistance in ohms at temperature T in kelvins (K);

B is the B -value (K).

Note 2 to entry: This term is for information only.

3.24**category temperature range**

range of ambient temperatures for which the thermistor has been designed to operate continuously at zero-power, defined by the temperature limits of the appropriate category

Note 1 to entry: This term is for information only.

3.25**upper category temperature** $T_{\max}$

maximum ambient temperature for which an NTC thermistor has been designed to operate continuously at zero-power

3.26**lower category temperature** $T_{\min}$

minimum ambient temperature for which an NTC thermistor has been designed to operate continuously at zero-power

3.27**storage temperature range**

range of ambient temperatures for which a thermistor can be stored continuously under no-load condition

Note 1 to entry: This term is for information only.

3.28**decreased power dissipation curve**

<except inrush current-limiting thermistors> curve that expresses the relation between the ambient temperature and the maximum power dissipation $P_{\max T}$

Note 1 to entry: This relation is usually expressed as in Figure 2 a) or, alternatively, as in Figure 2 b).

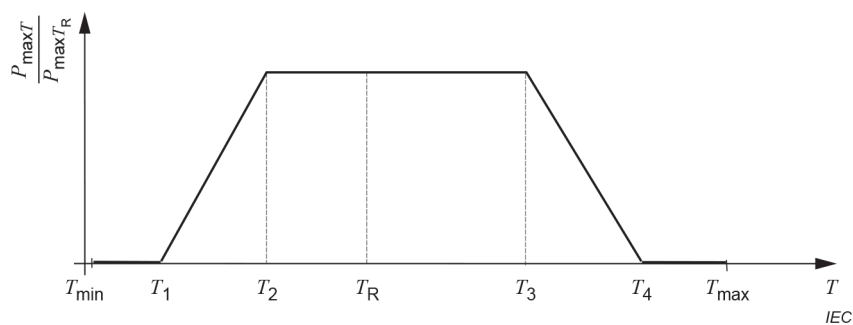
T is the ambient temperature (°C);

T_1 is the temperature (°C) specified in the detail specification, which is equal to the lower category temperature $T_{\min}$ (°C) or higher;

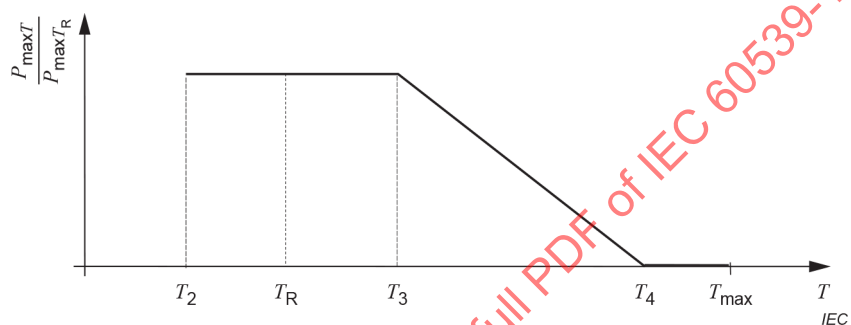
T_2 is the ambient temperature at 0 °C, unless otherwise specified in the relevant detail specification;

T_3 is the ambient temperature at 55 °C, unless otherwise specified in the relevant detail specification;

T_4 is the temperature (°C) specified in the detail specification, which is equal to the upper category temperature $T_{\max}$ (°C) or lower.



a) Curve a



b) Curve b

Figure 2 – Decreased power dissipation curve

Note 2 to entry: This term is for information only.

3.29

maximum power dissipation at rated ambient temperature

$P_{\max T_R}$

maximum value of the power dissipation which can be continuously applied to the NTC thermistor at the rated ambient temperature T_R

Note 1 to entry: See Curve a, $T_2 \leq T_R \leq T_3$ or Curve b, $T_2 \leq T_R = T_3$ in Figure 2.

Note 2 to entry: The rated ambient temperature T_R is the ambient temperature specified in the detail specification and is usually 25 °C.

Note 3 to entry: This term is for information only.

3.30

maximum power dissipation at ambient temperature

$P_{\max T}$

maximum value of the power dissipation which can be continuously applied to the NTC thermistor at an ambient temperature T

Note 1 to entry: Curve a (see Figure 2 a) in 3.28)

The maximum power dissipation rises at a temperature T_1 linearly to a temperature T_2 . Between temperature T_2 and T_3 the power dissipation is constant. When the temperature exceeds T_3 , the power dissipation shall be decreased linearly to zero at a temperature T_4 .

The maximum power dissipation at ambient temperature T in general is calculated as follows:

$$P_{\max T} = I_{\max T} \times U$$

where U is the voltage across the thermistor (for $I_{\max T}$, see 3.32).

The maximum power dissipation can be expressed by the following formula:

$$T_1 \leq T \leq T_2: \quad P_{\max T} = P_{\max T_R} \times \frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$$

$$T_3 \leq T \leq T_4: \quad P_{\max T} = P_{\max T_R} \times \frac{T_4 - T}{T_4 - T_3}$$

where

T_R is the rated ambient temperature (°C);

T_1 is the temperature (°C) specified in the detail specification below which zero-power shall be applied. T_1 is equal to the lower category temperature $T_{\min}$ (°C) or higher;

T_2 is the lowest temperature at which $P_{\max T}$ can be applied. $T_2 = 0$ °C, unless otherwise specified in the detail specification;

T_3 is the maximum temperature at which $P_{\max T}$ can be applied. $T_3 = 55$ °C, unless otherwise specified in the detail specification;

T_4 is the temperature (°C) specified in the detail specification, above which zero-power shall be applied. T_4 is equal to, or lower than, the upper category temperature $T_{\max}$ (°C).

Note 2 to entry: Curve b (see Figure 2 b) in 3.28)

The maximum power dissipation is constant between temperature T_2 and T_3 . $T_2 = 0$ °C, unless otherwise specified in the detail specification. When the temperature exceeds T_3 , the power dissipation shall be decreased linearly to zero at a temperature T_4 .

The maximum power dissipation at ambient temperature T in general is calculated as follows:

$$P_{\max T} = I_{\max T} \times U$$

where

U is the voltage across the thermistor (for $I_{\max T}$, see 3.32).

The maximum power dissipation can be expressed by the following formula:

$$T_R \leq T \leq T_4: \quad P_{\max T} = P_{\max T_R} \times \frac{T_4 - T}{T_4 - T_R}$$

where

T_R is the rated ambient temperature (°C). $T_R = 25$ °C, unless otherwise specified in the detail specification;

T_4 is the temperature (°C) specified in the detail specification, above which zero-power shall be applied. T_4 is equal to or lower than the upper category temperature $T_{\max}$ (°C).

Note 3 to entry: This term is for information only.

3.31

maximum current at ambient temperature of 25 °C

$I_{\max 25}$

<inrush current-limiting thermistors> maximum value of current (d.c. or r.m.s. values for sine-wave-shaped a.c.) that can be continuously applied to the thermistor at an ambient temperature of 25 °C

Note 1 to entry: The maximum power dissipation at ambient temperature of 25 °C ($P_{\max 25}$) is calculated by $P_{\max 25} = I_{\max 25} \times U$, where U is the voltage drop across the thermistor.

Note 2 to entry: See Curve c, $T_2 \leq 25\text{ °C} \leq T_3$ or Curve d, $T_2 \leq T_R = T_3$ in Figure 3.

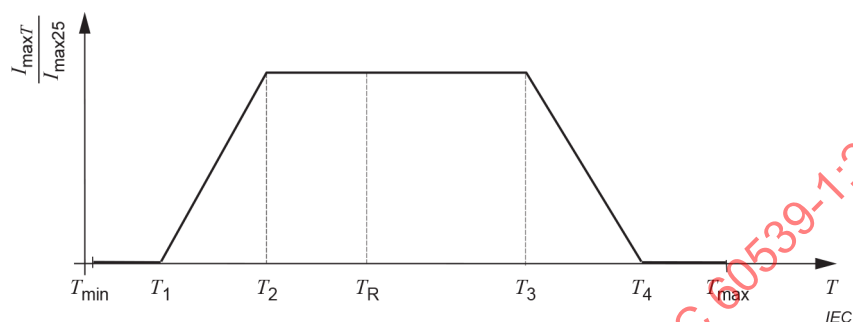
T is the ambient temperature (°C);

T_1 is the temperature (°C) specified in the detail specification, which is equal to the lower category temperature $T_{\min}$ (°C) or higher;

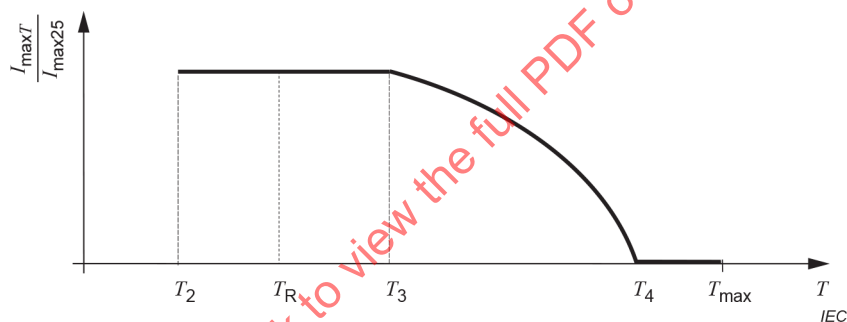
T_2 is the ambient temperature at 0 °C, unless otherwise specified in the relevant detail specification;

T_3 is the ambient temperature at 55 °C, unless otherwise specified in the relevant detail specification;

T_4 is the temperature (°C) specified in the detail specification, which is equal to the upper category temperature $T_{\max}$ (°C) or lower.



a) Curve c



b) Curve d

Figure 3 – Maximum current derating

Note 3 to entry: This term is for information only.

3.32

maximum current at ambient temperature T

$I_{\max T}$

maximum value of the current which can pass continuously through the thermistor at an ambient temperature T

Note 1 to entry: Curve c (see Figure 3 a) in 3.31)

The maximum current rises at a temperature T_1 linearly to a temperature T_2 . Between temperature T_2 and T_3 the current is constant. When the temperature exceeds T_3 , the current shall be decreased linearly to zero at a temperature T_4 .

The maximum current can be expressed by the following formulae:

$$T_1 \leq T \leq T_2: \quad I_{\max T} = I_{\max 25} \times \frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$$

$$T_3 \leq T \leq T_4: \quad I_{\max T} = I_{\max 25} \times \frac{T_4 - T}{T_4 - T_3}$$

where

T is the ambient temperature (°C);

T_1 is the temperature (°C) specified in the detail specification, which is equal to the lower category temperature $T_{\min}$ (°C) or higher;

T_2 is the ambient temperature at 0 °C, unless otherwise specified in the relevant detail specification;

T_3 is the ambient temperature at 55 °C, unless otherwise specified in the relevant detail specification;

T_4 is the temperature (°C) specified in the detail specification, which is equal to the upper category temperature $T_{\max}$ (°C) or lower.

Note 2 to entry: Curve d (see Figure 3 b) in 3.31)

The maximum current is constant between temperature T_2 and T_3 . $T_2 = 0$ °C, unless otherwise specified in the detail specification. When the temperature exceeds T_3 , the current shall be decreased linearly to zero at a temperature T_4 .

The maximum current can be expressed by the following formula:

$$T_R \leq T \leq T_4: \quad I_{\max T} = I_{\max 25} \times \frac{T_4 - T}{T_4 - T_R}$$

where

T is the ambient temperature (°C);

T_R is the rated ambient temperature (°C). $T_R = 25$ °C, unless otherwise specified in the detail specification;

T_4 is the temperature (°C) specified in the detail specification, which is equal to the upper category temperature $T_{\max}$ (°C) or lower.

Note 3 to entry: This term is for information only.

3.33

dissipation factor

δ

power dissipation required for a thermistor to raise its temperature by 1 K and which is generally the ratio of the power dissipation change to the resulting thermistor body temperature change at a specified ambient temperature

3.34

response time

time required for a NTC thermistor to change its temperature between two defined conditions when subjected to a change in ambient temperature, power or a combination of temperature and power

Note 1 to entry: Response time is measured in seconds.

Note 2 to entry: Because of the impracticability of measuring response time directly, two methods are defined to measure the thermal time constant directly.

Note 3 to entry: This term is for information only.

3.35

thermal time constant by ambient temperature change

τ_a

time required for a thermistor to respond to 63,2 % of an external step change in ambient temperature in a defined medium

Note 1 to entry: τ_a is measured in seconds.

Note 2 to entry: Step change and medium are specified in the detail specification.

3.36**thermal time constant by cooling after self-heating** τ_c

time required for a thermistor to cool by 63,2 % of its temperature excess induced by self-heating, in a defined medium

Note 1 to entry: τ_c is measured in seconds.

Note 2 to entry: The medium is specified in the detail specification.

3.37**heat capacity** C_{th}

energy the thermistor needs to raise 1 K in temperature

Note 1 to entry: The heat capacity is measured in joules and is calculated with the following formula:

$$C_{th} = \delta \times \tau_c \text{ or } C_{th} = \delta \times \tau_a$$

Note 2 to entry: Heat capacity is completely determined by the component design.

Note 3 to entry: This term is for information only.

3.38**voltage current characteristic**

relationship between the voltage (d.c., a.c. r.m.s.) across the thermistor and the applied steady-state current when the thermistor reaches a thermal equilibrium condition in still air or in the still medium specified in the detail specification, at 25 °C or at the temperature specified in the detail specification

Note 1 to entry: This term is for information only.

3.39**maximum operating power for limited self-heating,** $P_{\Delta T}$

maximum value of the power dissipation ($I_{\Delta T} \times U_{\Delta T}$) based on the consideration of the sensing error due to the internal generation of heat (self-heating) of the thermistor, which can be continuously applied to the thermistor in its practical use

Note 1 to entry: Unless otherwise specified in the detail specification, ΔT is equal to 1 K. The relationship among $P_{\Delta T}$, $I_{\Delta T}$ and $U_{\Delta T}$ is expressed by the following formulae:

$$P_{\Delta T} = \delta \times \Delta T$$

$$I_{\Delta T} = \sqrt{\frac{\delta \times \Delta T}{R_T}}$$

$$U_{\Delta T} = \sqrt{R_T \times (\delta \times \Delta T)}$$

where

$P_{\Delta T}$ is the maximum operating power for limited self-heating;

δ is the dissipation factor;

ΔT is the temperature rise of the thermistor due to its internal generation of heat;

$I_{\Delta T}$ is the permissible operating current;

$U_{\Delta T}$ is the permissible operating voltage;

R_T is the value of resistance at temperature T .

Note 2 to entry: This term is for information only.

4 General items

4.1 Units and symbols

Units, graphical symbols, letter symbols and terminology should, whenever possible, be taken from the following International Standards:

- IEC 60027-1;
- IEC 60050;
- IEC 60617;
- ISO 80000-1:2009.

When further items are required, they should be derived in accordance with the principles of the International Standards listed above.

4.2 Preferred values and appropriate category

4.2.1 General

Preferred climatic categories only shall be given in the preferred values.

4.2.2 Appropriate category

The NTC thermistors covered by this part of IEC 60539 are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC 60068-1:2013, Annex A.

The upper and lower category temperatures and the duration of the damp heat, steady-state test shall be selected from Table 1.

Table 1 – Lower and upper category temperatures and duration of the damp heat, steady state test

Lower category temperature °C	–90, –80, –65, –55, –40, –25, –10, –5, +5
Upper category temperature °C	30, 40, 55, 70, 85, 100, 105, 125, 150, 155, 175, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000
Duration of the damp heat, steady state test	12 h, 16 h, 24 h, 2 d, 4 d, 10 d, 21 d, 56 d

The detail specification shall prescribe the appropriate category.

4.3 Marking

4.3.1 General

The following shall be clearly marked on the thermistor in the following order of precedence as space permits:

- a) nominal zero-power resistance;
- b) manufacturer's name and/or trade mark;
- c) date of manufacture;
- d) tolerance on nominal zero-power resistance;

e) the number of the detail specification and style.

The packaging containing the NTC thermistor(s) shall be clearly marked with all the information listed above.

Any additional marking shall be so applied that no confusion can arise.

4.3.2 Marking for small size types such as surface mount NTC thermistors

Small size types such as surface mount NTC thermistors are generally not marked on the body. If some marking can be applied, small size types shall be clearly marked with as many as possible of the above items as is considered useful. Any duplication of information in the marking on the NTC thermistor should be avoided.

4.3.3 Coding

Where coding for resistance value, tolerance or date is used, the method shall be one selected from those given in IEC 60062.

4.4 Quality assessment procedures

See Annex Q.

5 General provisions for measurements and test methods

5.1 General

The sectional and/or blank detail specifications shall contain tables showing the tests to be performed, which measurements are to be made before and after each test or subgroup of tests, and the sequence in which they shall be carried out. The stages of each test shall be carried out in the order written. The measuring conditions shall be the same for initial and final measurements. See Annex A for general rules for the preparation of detail specifications.

If national specifications within any quality assessment system include methods other than those specified in the sectional and/or blank detail specifications, they shall be fully described.

5.2 Standard atmospheric conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests and measurements shall be made under standard atmospheric conditions for testing as given in IEC 60068-1:2013, 4.3:

- temperature: 15 °C to 35 °C;
- relative humidity: 25 % to 75 %;
- air pressure: 86 kPa to 106 kPa.

Before the measurements are made, the NTC thermistor shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the entire thermistor to reach this temperature. The same period as is prescribed for recovery at the end of a test is normally sufficient for this purpose.

During measurements, the NTC thermistor shall not be exposed to draughts, direct sunrays or other influences likely to cause error.

When measurements are made at a temperature other than the specified temperature, the results shall, when necessary, be corrected to the specified temperature. The ambient temperature during the measurements shall be stated in the test report.

When tests are conducted in a sequence, the final measurements of one test may be taken as the initial measurements for the succeeding test.

5.3 Drying and recovery

5.3.1 Drying

Where drying is called for in the specification, the NTC thermistor shall be conditioned before measurement is made, using procedure 1 or procedure 2 as called for in the detail specification.

a) Procedure 1

For $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$ in an oven at a temperature of $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and relative humidity not exceeding 20 %.

b) Procedure 2

For $96\text{ h} \pm 4\text{ h}$ in an oven at $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

The NTC thermistor shall then be allowed to cool in a desiccator using a suitable desiccant, such as activated alumina or silica gel, and shall be kept therein from the time of removal from the oven to the beginning of the specified tests.

5.3.2 Recovery

Unless otherwise specified, recovery shall take place under the standard atmospheric conditions for testing (5.2). If recovery has to be made under closely controlled conditions, the controlled recovery conditions of IEC 60068-1:2013, 4.4.2, shall be used.

5.4 Mounting (for surface mount thermistors only)

5.4.1 General

Surface mount thermistors shall be fixed on to the printed wiring board with wave soldering or reflow soldering as specified in 5.4.3.2 and 5.4.3.3.

5.4.2 Printed wiring board and land pattern

The printed wiring boards that mount the NTC thermistors shall fulfil the following requirements.

- a) The substrate material shall normally be a 1,6 mm thick epoxide woven glass fabric laminated printed board (as defined in IEC 61249-2-7) or a 0,635 mm alumina substrate and shall not affect the result of any test or measurement. The detail specification shall indicate which material is to be used for the electrical measurements.
- b) The substrate shall have metallized land areas of proper spacing to permit mounting of surface mount thermistors and shall provide electrical connection to the surface mount NTC thermistor terminals. The details shall be specified in the detail specification.

If another method of mounting applies, the method shall be clearly specified in the detail specification.

5.4.3 Mounting on board

5.4.3.1 General

The NTC thermistors shall be fixed onto the printed wiring board by the method specified 5.4.3.2 or 5.4.3.3.

5.4.3.2 Wave soldering method

When the detail specification specifies wave soldering, the following mounting procedure applies.

- a) The solder used shall be silver bearing (2 % minimum) eutectic Sn/Pb solder together with non-activated flux, as stated in IEC 60068-2-20. Alternative solders, such as 60/40 or 63/37, may be used on surface mount thermistors, the construction of which includes solder leach barriers. The Pb-free solder used shall be Sn96,5-Ag3,0-Cu0,5 or derivative solder, together with a flux as stated in IEC 60068-2-58.
- b) Small dots of the glue shall be applied between the conductors of the substrate by means of a suitable device securing repeatable results.
- c) The surface mount thermistors shall be placed on the dots using tweezers. To ensure that no glue is applied to the conductors, the surface mount thermistors shall not be moved about.
- d) The substrate with the surface mount thermistors shall be heat-treated in an oven at 100 °C for 15 min.
- e) The substrate shall be soldered in a wave-soldering apparatus. The apparatus shall be adjusted to have a pre-heating temperature of 80 °C to 130 °C, a solder bath at 260 °C $\pm$ 5 °C and a soldering time of 5 s $\pm$ 0,5 s. The soldering operation shall be repeated once (two cycles in total). It is desirable to change to the required temperature depending on the type of solder.
- f) The substrate shall be cleaned for 3 min in a suitable solvent (see IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993, 3.1.2).

5.4.3.3 Reflow soldering method

When the detail specification specifies reflow soldering, the following mounting procedure applies.

- a) The solder used in preform or paste form shall be silver bearing (2 % minimum) eutectic Sn/Pb solder together with a non-activated flux as stated in IEC 60068-2-20. Alternative solders such as 60/40 or 63/37 may be used on surface mount thermistors, the construction of which includes solder leach barriers. The Pb-free solder used in preform or paste form shall be Sn96,5-Ag3,0-Cu0,5 or derivative solder together with a flux as stated in IEC 60068-2-58.
- b) The surface mount thermistor shall then be mounted as follows.
 - 1) Mount the preform solder on the land with an appropriate method.
 - 2) Apply the solder paste on the land with an appropriate method. Set the NTC thermistor in between the land part of the printed wiring board. If using the preform solder, apply flux to the soldering part with an appropriate method.
- c) The substrate shall then be placed in or on a suitable heating system (molten solder, hot plate, tunnel oven, etc.). The temperature of the unit shall be maintained between 215 °C and 260 °C, until the solder melts and reflows forming a homogeneous solder bond, but for not longer than 10 s. It is desirable to change to the required temperature depending on the type of solder.
- d) Flux shall be removed by a suitable solvent (see IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993, 3.1.2). All subsequent handling shall be such as to avoid contamination. Care should be taken to maintain cleanliness in test chambers and during post-test measurements.
- e) If using reflow soldering, the following applies.
 - 1) The detail specification can require a more restricted temperature range.
 - 2) If vapour phase soldering is applied, the same method may be used with the temperatures adapted.

6 Electrical tests and measurements

6.1 Zero-power resistance

6.1.1 General

The zero-power resistance shall be measured at the temperature given in the detail specification.

6.1.2 Measurement procedures

The NTC thermistors shall be subjected to the procedures of the zero-power resistance as follows.

- The NTC thermistors shall be mounted by their normal means in corrosion-resistant clips on a mounting plate made of an appropriate insulating material.
- The NTC thermistors shall then be deeply inserted into a measurement bath containing a non-corrosive and non-reducing medium, close to the thermometer and for a length of time needed to reach a stable reading of the zero-power resistance.
- The zero-power resistance shall be measured according to the basic circuit of Figure 4.
- Implementation all measurements shall be made without self-heating of the devices (zero-power condition).

The total error of measurement of power dissipation, temperature tolerance and the error of the measuring equipment shall not exceed 10 % of the tolerance specified in the detail specification.

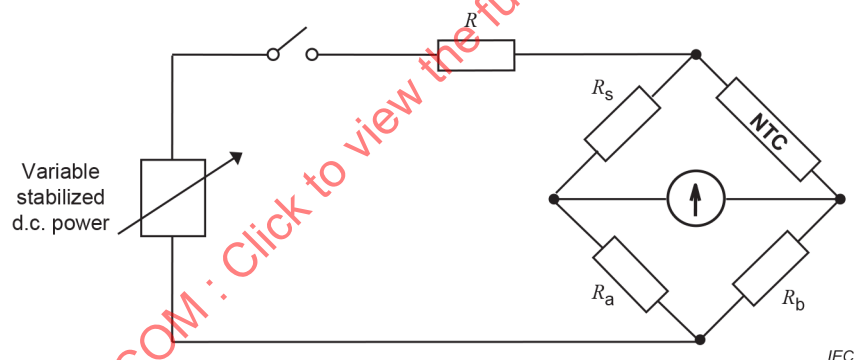


Figure 4 – Basic circuit for zero-power resistance measurement

6.1.3 Requirements

The zero-power resistance shall be within the specified tolerance.

6.2 B-value or resistance ratio

6.2.1 General

Calculate the B -value (see 3.22) or the resistance ratio (see 3.21) using zero-power resistance values measured at 25 °C and 85 °C (or at such other pairs of temperatures as may be prescribed in the detail specification) using the method specified in 3.18.

6.2.2 Requirements

The B -value or the resistance ratio shall be within the specified tolerance.

6.3 Insulation resistance (for insulated types only)

6.3.1 General

The insulation resistance of the protective coating shall be measured as specified in the detail specification. The exposed electrode of the NTC thermistor and the other pole shall be at a sufficient distance from each other so as not to be short-circuited directly.

6.3.2 Test methods

According to the instructions given in the detail specification, one of the following test methods is used.

a) Method 1

The non-insulated parts of the NTC thermistor shall be wrapped in a good insulating material. The NTC thermistor is placed in a vessel containing metallic balls of $1,6 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ diameter or $1,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ diameter, so that only the protective coating part is immersed. The metal of the balls shall be such that it does not develop a resistive surface.

An example of Method 1 is shown in Figure 5.

An electrode is placed in the metallic balls.

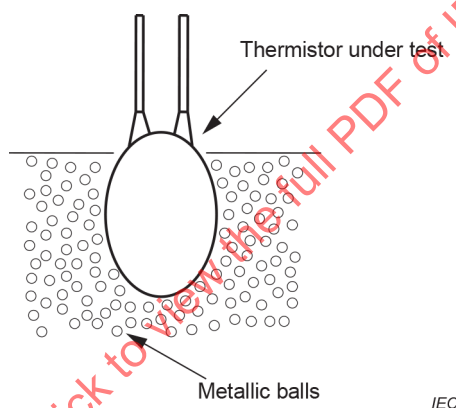


Figure 5 – Example of Method 1 for testing the insulation resistance

b) Method 2

The NTC thermistor shall be placed in water ($\leq 100 \Omega \cdot \text{m}$), so that only the insulated part is immersed.

An example of Method 2 is shown in Figure 6 and Figure 7.

An electrode is immersed in the solution.

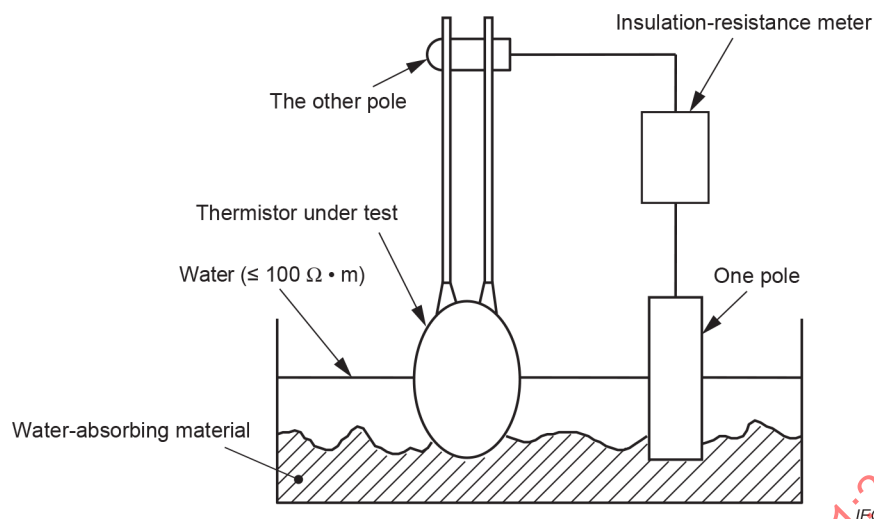


Figure 6 – Example of Method 2 for testing the insulation resistance (1)

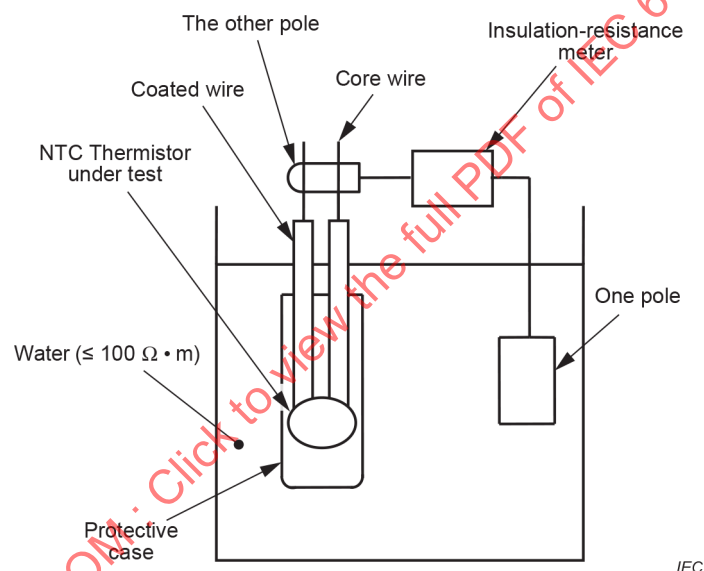


Figure 7 – Example of Method 2 for testing the insulation resistance (2)

c) Method 3

A metal foil shall be wrapped closely around the body of the NTC thermistor.

For radial-type terminations, a space of 1 mm to 1,5 mm shall be left between the edge of the foil and each termination. For those types having axial terminations, the foil shall be wrapped round the whole body of the thermistor protruding by at least 5 mm from each end, provided that the minimum space of 1 mm between the foil and the termination can be maintained. The ends of the foil shall not be folded over the ends of the NTC thermistor.

An example of Method 3 is shown in Figure 8.

Dimensions in millimetres

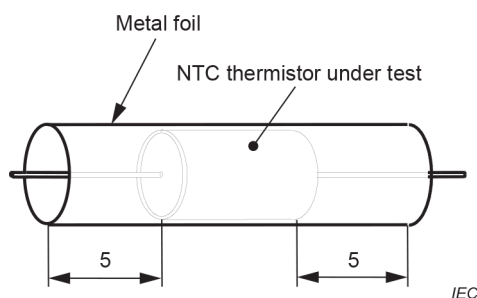


Figure 8 – Example of Method 3 for testing the insulation resistance

d) Method 4

The NTC thermistor shall be clamped in the trough of a 90° metallic V-block of such a size that the NTC thermistor body does not extend beyond the extremities of the block.

The clamping force shall be such as to maintain adequate contact between the NTC thermistor and the block.

The NTC thermistor shall be positioned in the V-block in accordance with the following.

- For cylindrical thermistors: the thermistor shall be positioned in the block so that the termination furthest from the axis of the NTC thermistor is nearest to one of the faces of the block.
- For rectangular thermistors: the NTC thermistor shall be positioned in the block so that the termination nearest to the edge of the thermistor is nearest to one of the faces of the block.
- For cylindrical and rectangular NTC thermistors with axial leads: any out-of-centre positioning of the point of emergence of the terminations from the body shall be ignored.

An example of Method 4 is shown in Figure 9.

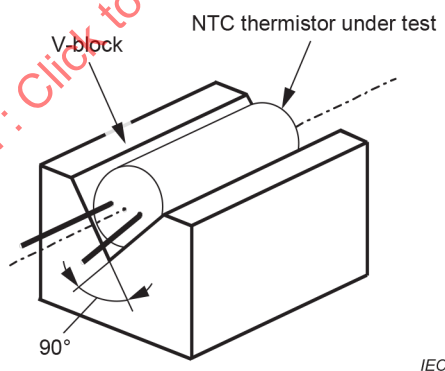


Figure 9 – Example of Method 4 for testing the insulation resistance

e) Method 5

The NTC thermistor shall be clamped between metal plates. The clamping force shall be such as to maintain adequate contact between the NTC thermistor and the plates.

f) Method 6

The NTC thermistor is insulated from the accessory (mounting bracket, flange, and other) which is one pole.

6.3.3 Applied voltage

Unless otherwise specified in the detail specification, the insulation resistance shall be measured with a direct voltage of $500\text{ V} \pm 15\text{ V}$ between both terminations of the NTC thermistor connected together as one pole and the metallic balls, the water ($\leq 100\ \Omega\cdot\text{m}$), metal foil, V-block, metal plates or accessory as the other pole.

The voltage shall be applied until a stable reading of the insulation resistance is achieved. If a stable reading cannot be achieved within 1 min, the NTC thermistor is deemed to be defective.

6.3.4 Requirements

When NTC thermistors are measured as specified, the insulation resistance shall be not less than the appropriate figure specified in the detail specification.

6.4 Voltage proof (for insulated types only)

6.4.1 General

The NTC thermistors are tested as specified in 6.4.2 or as required by the detail specification. One of the test methods given in 6.3.2 shall be used.

6.4.2 Test voltage

The applied voltage shall be that specified in the applicable safety document.

In the absence of a safety document, an alternating voltage with a frequency of 50 Hz or 60 Hz and with a peak value of 1,4 times the isolation voltage specified in the detail specification shall be applied for $60\text{ s} \pm 5\text{ s}$ between all terminations of the thermistor connected together as one pole and the metallic balls, the metal foil, the V-block, the metal plates, the accessory or the clean water as the other pole. Unless otherwise specified in the detail specification, the voltage shall be applied gradually at a rate of approximately 100 V/s.

The test time may be reduced to 1 s provided the test voltage is increased by 20 %.

6.4.3 Requirements

There shall be no breakdown or flashover.

6.5 Resistance/temperature characteristic

6.5.1 General

The method of test shall be conducted as described in 6.5.2 and 6.5.3.

6.5.2 Test methods

The measuring temperature shall be the temperature specified in the detail specification, and the resistance/temperature characteristic shall be measured using the method described in 6.1.2.

6.5.3 Requirements

The resistance/temperature characteristic shall be within the limits specified in the detail specification.

6.6 Dissipation factor (δ)

6.6.1 General

The method of test shall be conducted as described in 6.6.2 to 6.6.4.

6.6.2 Initial measurements

The zero-power resistance shall be measured at the temperature T_b , which is equivalent to $85\text{ °C} \pm 0,1\text{ °C}$, unless otherwise prescribed in the detail specification, and shall be recorded.

6.6.3 Test methods

Unless otherwise prescribed in the detail specification, the thermistors with wire terminations shall be gripped by clips $25\text{ mm} \pm 1,5\text{ mm}$ from the body of the NTC thermistor.

SMD type NTC thermistors shall be mounted on an epoxide woven glass board, in accordance with Annex B. Any exceptions to this shall be fully described in the detail Specification.

The clips carrying the thermistors shall then be enclosed in a chamber having a volume at least 1 000 times that of the thermistors under test. The wires shall be so positioned that no NTC thermistor is within 75 mm of any other NTC thermistor, or the walls of the chamber (see Figure 10).

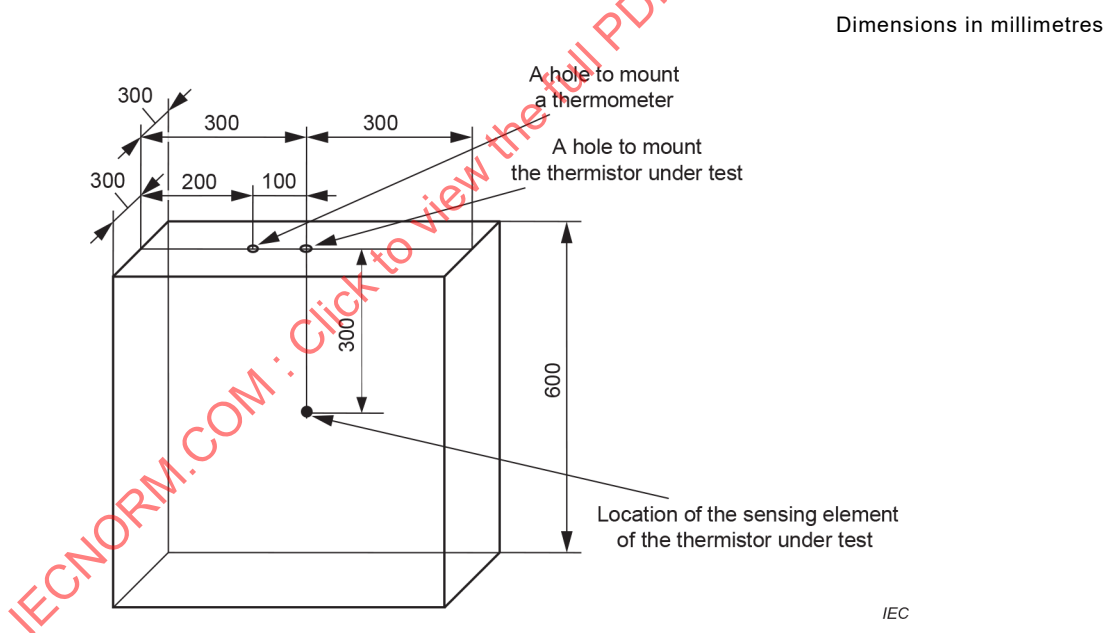
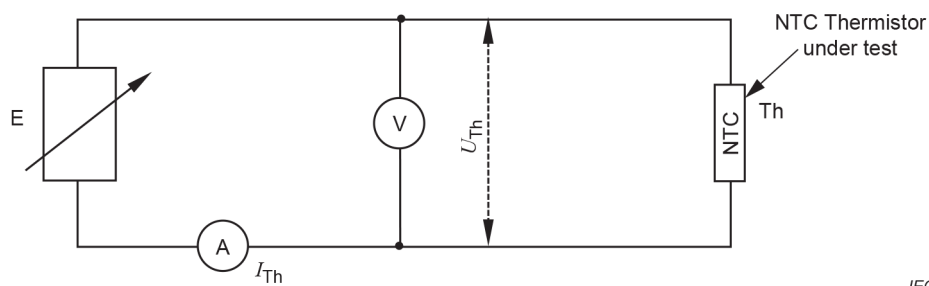


Figure 10 – Example of test chamber

The air in the chamber shall be stationary and shall be at a temperature of $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. The NTC thermistors shall be connected in the circuit as shown in Figure 11.

The high impedance voltmeter and the ammeter shall have an accuracy better than 1 %.

**Key**

- E variable stabilized d.c. current source
- V d.c. voltmeter
- A d.c. current meter
- Th NTC thermistor under test
- U_{Th} voltage applying to NTC thermistor under test
- I_{Th} current flowing through NTC thermistor under test

Figure 11 – Dissipation factor measuring circuit

The current I_{Th} shall be adjusted until the ratio U_{Th}/I_{Th} is within 5 % of the zero-power resistance value at T_b . When stable readings have been achieved, the values of U_{Th} and I_{Th} shall be recorded.

The dissipation factor (δ) shall be calculated using the following formula:

$$\delta = (U_{Th} \times I_{Th}) / (T_b - 25) \quad \text{W/}^\circ\text{C}$$

where

T_b is 85 °C, unless otherwise specified in the detail specification;

U_{Th} is measured in V;

I_{Th} is measured in A.

6.6.4 Requirements

The dissipation depends on the detail specification.

6.7 Thermal time constant by ambient temperature change (τ_a)**6.7.1 The hot to cold thermal time constant for ambient temperature change****6.7.1.1 General**

The method of test shall be conducted as described in 6.7.1.2 to 6.7.1.4.

6.7.1.2 Initial measurements

The zero-power resistance shall be measured as stated in 6.1 at the temperature T_i followed by the same measurement at T_a . The temperature T_i is calculated as follows:

$$T_i = T_b - (T_b - T_a) \times 0,632$$

where

T_b is (273,15 + 85) K, unless otherwise specified in the detail specification;

T_a is (273,15 + 25) K, unless otherwise specified in the detail specification.

Measurements shall be recorded.

6.7.1.3 Preconditioning

The NTC thermistor shall be immersed in a medium with a temperature T_b and allowed to reach the medium temperature.

6.7.1.4 Test methods

The NTC thermistor shall be transferred rapidly to a medium with a temperature T_a . The time it takes for the thermistor to reach the zero-power resistance at T_i shall be measured.

The resulting time is the thermal time constant by ambient temperature change.

6.7.2 The cold to hot thermal time constant for ambient temperature change

6.7.2.1 General

The method of test shall be conducted as described 6.7.2.2 to 6.7.2.4.

6.7.2.2 Initial measurements

The zero-power resistance shall be measured as stated in 6.1 at the temperature T_i followed by the same measurement at T_a . The temperature T_i is calculated as follows:

$$T_i = T_a + (T_b - T_a) \times 0,632$$

where

T_b is (273,15 + 85) K, unless otherwise specified in the detail specification;

T_a is (273,15 + 25) K, unless otherwise specified in the detail specification.

Measurements shall be recorded.

6.7.2.3 Preconditioning

The NTC thermistor shall be immersed in a medium with a temperature T_a and allowed to reach the medium temperature.

6.7.2.4 Test methods

The NTC thermistor shall be transferred rapidly to a medium with a temperature T_b . The time it takes for the thermistor to reach the zero-power resistance at T_i shall be measured.

The resulting time is the thermal time constant by ambient temperature change.

6.7.3 Final measurements and requirements

The thermal time constant by ambient temperature change shall be within the limits specified in the detail specification.

6.7.4 Requirements

The medium used in 6.7.1.2, 6.7.1.3, 6.7.2.2 and 6.7.2.3, the temperature tolerance on T_a and T_b , air (flow rate) or liquid (flow rate and viscosity) shall be defined in the detail specification.

NOTE This method is not suitable for miniature thermistors because the change of temperature during transfer from the first to the second medium can lead to a considerable measurement error.

6.8 Thermal time constant by cooling after self-heating (τ_c)

6.8.1 General

The method of test shall be conducted as described in 6.8.2 to 6.8.5.

6.8.2 Initial measurements

The zero-power resistance shall be measured as prescribed in 6.1 at the temperature T_i followed by the same measurement at T_a . The temperature T_i is calculated as follows:

$$T_i = T_a + (T_b - T_a) \times 0,632$$

where

T_b is (273,15 + 85) K, unless otherwise specified in the detail specification;

T_a is (273,15 + 25) K, unless otherwise specified in the detail specification.

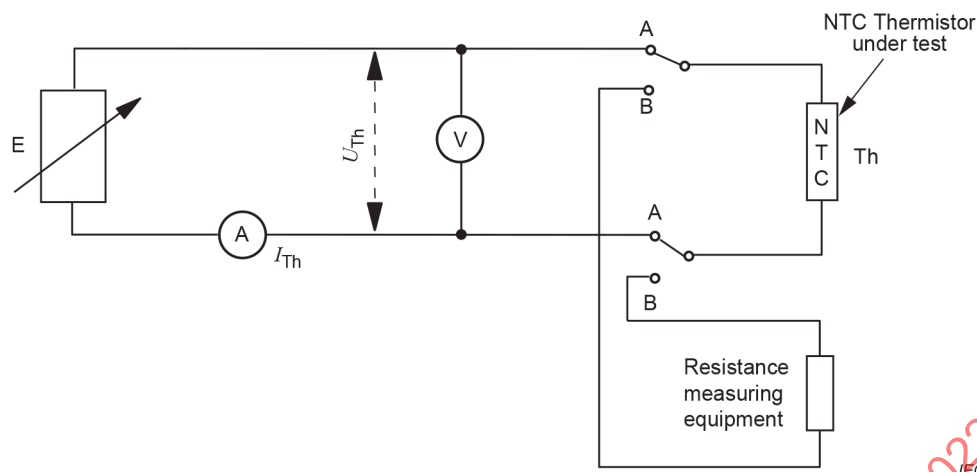
Measurements shall be recorded.

Other values for T_a and T_b may be specified in the detail specification.

6.8.3 Preconditioning

Unless otherwise prescribed in the detail specification, the thermistor shall be mounted and enclosed in a chamber as described in 6.6.3. Before insertion in the chamber, the NTC thermistor shall be connected in the circuit shown in Figure 12.

The high-impedance voltmeter and the ammeter shall have an accuracy better than 1 %. The resistance measuring equipment shall have an accuracy of 0,1 % or better.



Key

E	variable stabilized d.c. current source
V	d.c. voltmeter
A	d.c. current meter
Th	NTC thermistor under test
U_{Th}	voltage applying to NTC thermistor under test
I_{Th}	current flowing through NTC thermistor under test

Figure 12 – Thermal time constant measuring circuit

6.8.4 Test method

With contacts AA closed, the current I_{Th} shall be adjusted until the ratio U_{Th}/I_{Th} is within 60 % to 80 % of the zero-power resistance at T_b and stable readings have been achieved.

Throw switch to close contacts BB and start the timing when the zero-power resistance meets the conditions as described above. Stop timing when the zero-power resistance at T_i is reached.

The elapsed time between start and stop is the thermal time constant.

6.8.5 Final measurements and requirements

The thermal time constant shall meet the limits prescribed in the detail specification.

The medium used in 6.8.2 and 6.8.3, the temperature tolerance on T_a and T_b , air (flow rate) or liquid (flow rate and viscosity) shall be defined in the detail specification.

7 Mechanical test and measurements

7.1 Visual examination and check of dimensions

7.1.1 Visual examination

7.1.1.1 General

The condition, workmanship and finish shall be satisfactory as determined by visual examination.

7.1.1.2 Marking

Marking shall be legible as determined by visual examination.

7.1.2 Dimensions

7.1.2.1 Gauging

The dimensions indicated in the detail specification as being suitable for gauging shall be checked and shall comply with the values stated in the detail specification.

Where applicable, measurements shall be made in accordance with IEC 60294 or IEC 60717.

7.1.2.2 Detail

All dimensions required by the detail specification shall be checked and shall comply with the values stated.

7.2 Robustness of terminations (not applicable to surface mount thermistors)

7.2.1 General

The method of test shall be conducted as described in 7.2.2 to 7.2.7.

7.2.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s) given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

7.2.3 Test methods

The NTC thermistors shall be subjected to the procedure of Tests U_{a1} , U_b and U_c of IEC 60068-2-21, as appropriate.

Tests U_b and U_c shall not be applied if the detail specification describes the terminations as rigid.

7.2.4 Test U_{a1} – Tensile

Unless otherwise specified in the detail specification, the force to be applied for 10 s shall be as follows.

- For all types of terminations except wire terminations: 20 N.
- For wire terminations: see Table 2.

Table 2 – Tensile force

Nominal cross-sectional area (S) ^a mm ²	Corresponding diameter (d) for circular-section wires mm	Force with tolerance of ± 10 % N
$S \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	1
$0,05 < S \leq 0,1$	$0,25 < d \leq 0,35$	2,5
$0,1 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	5
$0,2 < S \leq 0,5$	$0,5 < d \leq 0,8$	10
$0,5 < S \leq 1,2$	$0,8 < d \leq 1,25$	20
$1,2 < S$	$1,25 < d$	40

^a For circular-section wires, strips or pins, the nominal cross-sectional area is equal to the value calculated from the nominal dimension(s) given in the relevant specification. For stranded wires, the nominal cross-sectional area is obtained by taking the sum of the cross-sectional areas of the individual strands of the conductor specified in the relevant specification.

7.2.5 Test Ub – Bending (half the number of terminations)

Two consecutive bends shall be applied (method 1).

7.2.6 Test Uc – Torsion (remaining terminations)

Two rotations of 180° shall be applied (severity 2).

7.2.7 Final measurements and requirements

After each of these tests the thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

After the test, the appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured and shall comply with the requirements of the detail specification.

7.3 Vibration**7.3.1 General**

The method of test shall be conducted as described in 7.3.2 to 7.3.4.

7.3.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

7.3.3 Test procedures

The NTC thermistors shall be securely mounted by their terminations and/or by their normal mounting means, as defined in the detail specification.

The design of the NTC thermistor can be such that special mounting fixtures are required in its use.

In this case, the detail specification shall describe the mounting fixtures and they shall be used in the performance of the vibration, bump and shock tests.

The NTC thermistors shall be subjected to the procedure of Test Fc of IEC 60068-2-6, using the degree of severity given in the detail specification.

During the last hour of vibration in each direction of movement, an electrical measurement shall be made to determine intermittent contact, open circuit or short-circuit as defined in the detail specification. Detecting equipment shall be sufficiently sensitive to detect an interruption.

7.3.4 Final inspection, measurements and requirements

After the test the NTC thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameters given in the relevant detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared to the initially measured value shall not exceed the limit specified in the detail specification.

7.4 Shock

7.4.1 General

The method of test shall be conducted as described in 7.4.2 to 7.4.5.

7.4.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

7.4.3 Mounting

Mounting shall be as specified in 7.3.3.

7.4.4 Test procedures

The NTC thermistors shall be subjected to the procedure of Test Ea of IEC 60068-2-27 using the appropriate degree of severity as specified in the detail specification. A sine half-wave or other pulse waveform specified in IEC 60068-2-27:2008, 4.1.1 (basic pulse waveform) shall be used.

7.4.5 Final inspection, measurements and requirements

After the test, the thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameters given in the relevant detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared to the initially measured value shall not exceed the limit specified in the detail specification.

7.5 Free fall

7.5.1 General

The method of test shall be conducted as described in 7.5.2 to 7.5.4.

7.5.2 Initial measurements

The appropriate parameters given in the relevant detail specification shall be measured using the method specified and recorded.

7.5.3 Test procedures

The NTC thermistors shall be subjected to Procedure 1 of IEC 60068-2-31.

7.5.4 Final inspection, measurements and requirements

After the test, the thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameters given in the relevant detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared to the initially measured value shall not exceed the limit specified in the detail specification.

7.6 Shear (adhesion) test (for surface mount NTC thermistors only)

7.6.1 General

The method of test shall be conducted as described in 7.6.2 to 7.6.4.

7.6.2 Initial measurements

The surface mount NTC thermistors shall be mounted as described in IEC 60068-2-21:2021, 8.2 and 8.3. The surface mount NTC thermistors shall be visually examined in the mounted state.

7.6.3 Test conditions

The thermistors shall be subjected to Test Ue3 of IEC 60068-2-21 using the following conditions.

- A force of 5 N shall be applied to the surface mount thermistor body progressively, without shock, and shall be maintained for a period of $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$.

7.6.4 Final inspection, measurements and requirements

The surface mount thermistors shall be visually examined in the mounted state. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

7.7 Substrate bending test (for surface mount NTC thermistors only)

7.7.1 General

The method of test shall be conducted as described in 7.7.2 to 7.7.4.

7.7.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

The zero-power resistance of the surface mount NTC thermistor shall be measured as specified in 6.1 and the relevant sectional specification.

7.7.3 Test procedures

The NTC thermistor shall be subjected to Test Ue of IEC 60068-2-21 using the conditions as prescribed in the detail specification for the deflection D and the number of bends.

The zero-power resistance of the surface mount thermistor shall be measured as specified in 7.7.2 with the board in the bent position.

The printed board shall be allowed to recover from the bent position and then removed from the test jig.

7.7.4 Final inspection, measurements and requirements

The surface mount NTC thermistor shall be visually examined and there shall be no visible damage and the marking shall be legible.

For reference, another method for the substrate bending test is the following: The zero-power resistance is measured before the printed board is mounted on the test jig.

After the bending test is implemented, it is removed from the test jig and the zero-power resistance is measured again.

The change of resistance, after the test or during bending, shall not exceed the limits prescribed in the detail specification.

8 Environmental and climatic tests

8.1 Rapid change of temperature

8.1.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.1.2 to 8.1.4.

8.1.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared with that measured in 6.1.2 shall not exceed the limit specified in the detail specification.

8.1.3 Test procedures

The thermistors shall be subjected to the procedure of Test Na of IEC 60068-2-14 as follows.

- The lower temperature T_A shall be the lower category temperature.
- The higher temperature T_B shall be the upper category temperature.
- The number of cycles shall be selected from: 5, 10, 25, 50, 100, 500 and 1 000.
- The medium of the test chamber, if different from air, shall be specified in the detail specification.

8.1.4 Final inspection, measurements and requirements

The NTC thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared with that measured in 8.1.2 shall not exceed the limit specified in the detail specification.

For insulated types, the insulation resistance shall be measured according to 6.3 and shall be not less than that specified in the detail specification.

8.2 Thermal shock

8.2.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.2.2 to 8.2.4.

8.2.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

8.2.3 Test procedures

The NTC thermistors shall be subjected to the procedure of Test Nc of IEC 60068-2-14 as follows.

- The lower temperature T_A shall be the lower category temperature.
- The higher temperature T_B shall be the upper category temperature.
- The duration of immersion t_1 and transition time t_2 shall be specified in the detail specification.
- The number of cycles shall be selected from: 5, 10, 25, 50 and 100.
- The medium of the test bath, if different from water or oil, shall be specified in the detail specification.

8.2.4 Final inspection, measurements and requirements

After the test the thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameters given in the relevant detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared to the initially measured value shall not exceed the limit specified in the detail specification.

8.3 Cold

8.3.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.3.2 to 8.3.4.

8.3.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

8.3.3 Test procedures

The method of test shall be as described below.

a) Method 1

The NTC thermistors for sensing applications shall be subjected to the procedure of Test Ab of IEC 60068-2-1 using the degree of severity of the lower category temperature as prescribed in the detail specification. The lower category temperature shall be selected from Table 1 and the duration of the test shall be selected from 2 h, 16 h, 72 h, 96 h, 168 h, 250 h, 500 h and 1 000 h.

The specimen may be loaded in the test chamber under any temperature between the test room temperature and the lower category temperature.

b) Method 2

The NTC thermistors for other applications shall be subjected to the procedure of Test Ad of IEC 60068-2-1 using the degree of severity of the lower category temperature as prescribed in the detail specification. The lower category temperature shall be selected from Table 1 and the duration of the test shall be selected from 2 h, 16 h, 72 h, 96 h, 168 h, 250 h, 500 h and 1 000 h.

8.3.4 Final inspection, measurements and requirements

The NTC thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared with that measured in 8.3.2 shall not exceed the limit specified in the detail specification.

For insulated types, the insulation resistance shall be measured in accordance with 6.3 and shall be not less than that specified in the detail specification.

8.4 Dry heat**8.4.1 General**

The method of test shall be as described below.

8.4.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

8.4.3 Test procedures

The method of test shall be as described below.

a) Method 1

The NTC thermistors for sensing application shall be subjected to the procedure of Test Bb of IEC 60068-2-2 using the degree of severity of the upper category temperature as prescribed in the detail specification. The duration of the test shall be selected from: 2 h, 16 h, 72 h, 96 h, 168 h, 250 h, 500 h and 1 000 h.

The specimen may be loaded in the test chamber under any temperature between the test room temperature and the upper category temperature.

b) Method 2

The NTC thermistors for other applications shall be subjected to the procedure of Test Bd of IEC 60068-2-2 using the degree of severity of the upper category temperature as prescribed in the detail specification. The upper category temperature shall be selected from Table 1 and the duration of the test shall be selected from: 2 h, 16 h, 72 h, 96 h, 168 h, 250 h, 500 h and 1 000 h.

8.4.4 Final inspection, measurements and requirements

The NTC thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared with that measured in 8.4.2 shall not exceed the limit specified in the detail specification.

For insulated types, the insulation resistance shall be measured according to 6.3 and shall be not less than that specified in the detail specification.

8.5 Damp heat, steady state

8.5.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.5.2 to 8.5.5.

8.5.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

8.5.3 Test procedures

The method of test shall be as described below.

a) Method 1

Non-insulated NTC thermistors shall be subjected to the procedure of Test Cab of IEC 60068-2-78 using the severity corresponding to the climatic category of the NTC thermistor as given in the detail specification.

b) Method 2

For insulated types the same procedure shall be applied and the test voltage specified in the detail specification, which is based on the consideration of its practical use situation, should be applied.

8.5.4 Recovery

At the end of this period the NTC thermistors shall be removed from the chamber and shall then be subjected to recovery according to 9.15.

8.5.5 Final inspection, measurements and requirements

The NTC thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The following characteristics of the NTC thermistors shall be measured and be within the limits given in the detail specification.

a) Non-insulated NTC thermistors

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified.

b) For insulated types

The change in value compared with that measured initially shall not exceed that prescribed in the detail specification.

For insulated types, the insulation resistance shall be measured according to 6.3 and shall be not less than that specified in the detail specification. The NTC thermistors shall withstand the voltage proof test as defined in 6.4 without breakdown or flashover.

8.6 Endurance

8.6.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.6.2 to 8.6.6.

8.6.2 Endurance at room temperature with applied continuous maximum current ($I_{\max 25}$) (for inrush current-limiting thermistors only)

8.6.2.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.6.2.2 to 8.6.2.5.

8.6.2.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

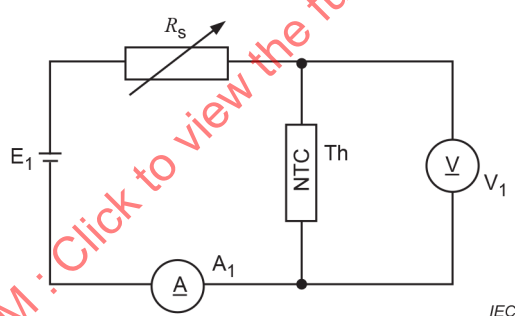
8.6.2.3 Test procedures

The following apply.

- The NTC thermistors shall be connected in the circuit shown in Figure 13.
- The NTC thermistors shall be connected so that their terminations have an effective length of 20 mm to 25 mm, unless otherwise specified in the relevant detail specification.

The thermistors shall be so placed that the temperature of any one thermistor shall not appreciably influence the temperature of any other thermistor.

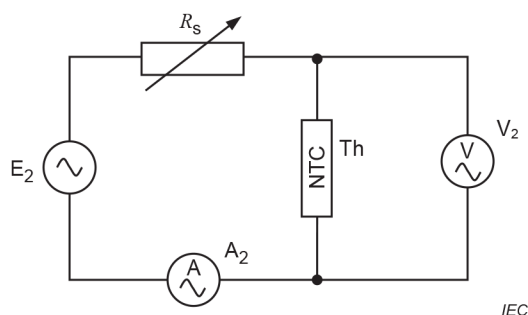
- The NTC thermistors shall be subjected to an endurance test of 42 d (1 000 h) at an ambient temperature of between 15 °C and 35 °C. The temperature shall remain within ± 5 °C of that at the beginning of the test.
- The current $I_{\max 25}$ shall be adjusted.



Key

E_1	variable stabilized d.c. current source
R_s	load (variable resistor)
V_1	d.c. voltmeter
A_1	d.c. current meter
Th	NTC thermistor under test

Figure 13 – Endurance at room temperature with $I_{\max 25}$ evaluating circuit



Key

E_2 variable stabilized a.c. current source

R_s load (variable resistor)

V_2 a.c. voltmeter

A_2 a.c. current meter

T_h NTC thermistor under test

Figure 14 – Endurance at room temperature with $I_{\max 25}$ evaluating circuit

8.6.2.4 Intermediate measurement

After 168 h, 500 h and 1 000 h, the load shall be removed and the NTC thermistors allowed to recover in accordance with 9.1.5.

After intermediate measurements, the NTC thermistors shall be returned to the conditions of test. The interval between the removal from, and the return to, the conditions of test for any NTC thermistor shall not exceed 12 h.

8.6.2.5 Final inspection, measurements and requirements

The NTC thermistors shall then be visually examined.

There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified. The change compared with the value(s) measured in 8.6.2.2 shall not exceed the limit specified in the relevant detail specification.

8.6.3 Endurance at room temperature with applied cyclic maximum current ($I_{\max 25}$) (for inrush current-limiting thermistors only)

8.6.3.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.6.3.2 to 8.6.3.5.

8.6.3.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

8.6.3.3 Test procedures

The following apply.

- a) The NTC thermistors shall be connected in the circuit shown in Figure 13 or Figure 14.
- b) The NTC thermistors shall be connected so that their terminations have an effective length of 20 mm to 25 mm, unless otherwise specified in the relevant detail specification.

The NTC thermistors shall be so placed that the temperature of any one NTC thermistor shall not appreciably influence the temperature of any other NTC thermistor. There shall be no undue draught on the thermistors.

- c) The thermistors shall be subjected to an endurance test of 1 000 cycles at an ambient temperature of between 15 °C and 35 °C. The temperature shall remain within ± 5 °C of that at the beginning of the test.
- d) The current $I_{\max 25}$ shall be adjusted.
- e) The power shall be applied intermittently 1 min on and 5 min off, for 1 000 cycles, unless otherwise specified in the relevant detail specification.

The cycles shall start with the NTC thermistors cooled down to room temperature and shall end with the NTC thermistors dissipating electrical power ($P_{\max 25}$).

This means that each cycle should cover the portion of the R/T -curve between room temperature and electrical power dissipation ($P_{\max 25}$).

8.6.3.4 Intermediate measurement

After approximately 500 cycles and 1 000 cycles, the load shall be removed and the NTC thermistors allowed to recover in accordance with 9.1.5.

After intermediate measurements, the thermistors shall be returned to the conditions of test. The interval between the removal from, and the return to the conditions of test for any NTC thermistor shall not exceed 12 h.

8.6.3.5 Final inspection, measurements and requirements

The NTC thermistors shall then be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall then be measured using the method specified. The change compared with the value(s) measured in 8.6.3.2 shall not exceed the limit specified in the relevant detail specification.

8.6.4 Endurance at T_3 and $P_{\max}$ (for other than inrush current-limiting thermistors only)

8.6.4.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.6.4.2 to 8.6.4.6.

8.6.4.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

8.6.4.3 Test procedures

The following apply.

- a) The NTC thermistors shall be placed in the chamber in such a manner that their temperatures remain within the specified limits. It shall be possible for the inside of the chamber to be maintained at a constant temperature.
- b) The NTC thermistors shall be placed in a test chamber and subjected to the temperature $T_3 \pm 2\text{ °C}$ (see Figure 2) for 42 d (1 000 h) and at dissipation $P_{\max}$.

8.6.4.4 Intermediate measurement

After 168 h and 500 h, the NTC thermistors shall be removed from the chamber and allowed to recover under standard atmospheric conditions of testing for not less than 1 h and not more than 2 h.

The appropriate parameter(s) given in the detail specification shall then be measured using the method specified. The change compared with the value(s) measured in 8.6.4.2 shall not exceed the limit specified in the relevant detail specification.

After intermediate measurements, the thermistors shall be returned to the conditions of test. The interval between the removal from, and the return to, the conditions of test for any NTC thermistor shall not exceed 12 h.

8.6.4.5 Recovery

After 1 000 h $\pm$ 48 h, the thermistors shall be removed and allowed to recover under standard atmospheric conditions for a period of 1 h to 2 h.

8.6.4.6 Final inspection, measurements and requirements

The NTC thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall then be measured using the method specified. The change compared with the value(s) measured in 8.6.4.2 shall not exceed the limit specified in the relevant detail specification.

8.6.5 Endurance at upper category temperature

8.6.5.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.6.5.2 to 8.6.5.6.

8.6.5.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

8.6.5.3 Test procedures

The following apply.

- a) The NTC thermistors shall be placed in the chamber in such a manner that their temperatures remain within the specified limits. The chamber shall meet the requirements of that specified for Test Bb of IEC 60068-2-2.
- b) The NTC thermistors shall be placed in a test chamber and subjected to the upper category temperature $\pm 2\text{ °C}$ for 42 d (1 000 h) and at zero dissipation.

8.6.5.4 Intermediate measurement

After 168 h and 500 h, the NTC thermistors shall be removed from the chamber and allowed to recover under standard atmospheric conditions of testing for not less than 1 h and not more than 2 h.

The appropriate parameter(s) given in the detail specification shall then be measured using the method specified. The change compared with the value(s) measured in 8.6.5.2 shall not exceed the limit specified in the relevant detail specification.

After intermediate measurements, the NTC thermistors shall be returned to the conditions of test. The interval between the removal from, and the return to, the conditions of test for any thermistor shall not exceed 12 h.

8.6.5.5 Recover

After 1 000 h $\pm$ 48 h, the thermistors shall be removed and allowed to recover under standard atmospheric conditions for a period of 1 h to 2 h.

8.6.5.6 Final inspection, measurements and requirements

The NTC thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall then be measured using the method specified. The change compared with the value(s) measured in 8.6.5.2 shall not exceed the limit specified in the relevant detail specification.

8.6.6 Maximum permissible capacitance (for inrush current-limiting thermistors only)

8.6.6.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.6.6.2 to 8.6.6.5.

8.6.6.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

8.6.6.3 Test procedures

NTC thermistors shall be connected so that their terminations have an effective length of 20 mm to 25 mm, unless otherwise specified in the relevant detail specification.

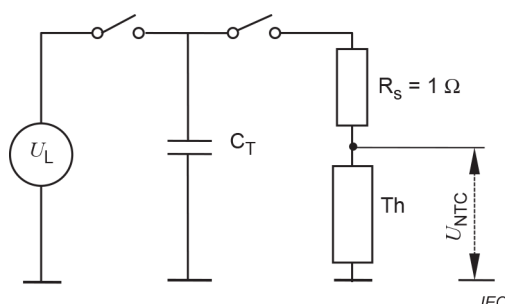
The NTC thermistors shall be so placed that the temperature of any one thermistor shall not appreciably influence the temperature of any other thermistor. There shall be no undue draught on the thermistors.

According to the instructions given in the detail specification, one of the following test methods shall be used.

a) Method 1

The capacitor C_T (see test circuit, Figure 15) specified in the detail specification, shall be discharged across a series fixed resistor and the thermistor. The charge voltage is chosen so that the voltage applied to the NTC thermistor at the beginning of discharge is 180 V/375 V, corresponding to $(110 \text{ V}/230 \text{ V} + \Delta U) \times \sqrt{2}$.

The thermistor shall be subjected to 1 000 discharge cycles at an ambient temperature of between 15 °C and 35 °C. The temperature shall remain within ± 2 °C of that at the beginning of the test.



Key

Th NTC thermistor under test

U_L load voltage

C_T capacitor

R_s fixed resistor ($R_s = 1 \Omega$)

U_{NTC} voltage drop across the NTC thermistor

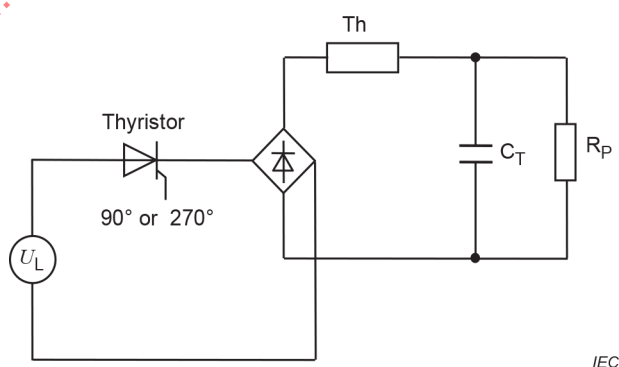
Figure 15 – Maximum permissible capacitance test circuit (Method 1)

b) Method 2

The capacitance of capacitor C_T (see test circuit, Figure 16) shall be adjusted to the maximum permissible capacitance. The value of R_P shall be 10 times greater than the nominal zero-power resistance of the NTC thermistor, unless otherwise specified in the detail specification. The load voltage to the test circuit is 156 V/325 V, corresponding to $(110 \text{ V}/230 \text{ V}) \times \sqrt{2}$, unless otherwise specified in the detail specification.

The power shall be applied intermittently. One cycle consists of power on for 50 ms, unless otherwise specified, and off for five times the thermal time constant. The thermistor shall be subjected to 1 000 charge cycles at an ambient temperature of between 15 °C and 35 °C.

The phase of power shall be adjusted to 90° or 270°, unless otherwise specified in the relevant detail specification. The temperature shall remain within ± 2 °C of the temperature at the beginning of the test.



Key

Th NTC thermistor

U_L load voltage

C_T capacitor

R_P fixed resistor

Figure 16 – Maximum permissible capacitance test circuit (Method 2)

8.6.6.4 Intermediate measurement

After 500 cycles and 1 000 cycles, the load shall be removed and the thermistors allowed to recover in accordance with 9.1.5.

After intermediate measurements, the thermistors shall be returned to the conditions of test. The interval between the removal from, and the return to, the conditions of test for any NTC thermistor shall not exceed 12 h.

8.6.6.5 Final inspection, measurements and requirements

The thermistor shall then be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall then be measured using the method specified. The change compared with the value(s) measured in 8.6.6.2 shall not exceed the limit specified in the relevant detail specification.

8.7 Salt mist

8.7.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.7.2 to 8.7.4.

8.7.2 Initial measurements

Visually inspect the appearance of the DUT based on the specifications of the product standard and perform electrical measurement and mechanical inspection.

8.7.3 Test conditions

The following apply.

- a) NTC thermistors designed to withstand a salt laden atmosphere shall be subjected to Test Kb of IEC 60068-2-52.
- b) To evaluate the quality and the conformity of their protective coatings, the NTC thermistors shall be subjected to Test Ka of IEC 60068-2-11.

8.7.4 Final inspection, measurements and requirements

Visually inspect the appearance of the DUT based on the specifications of the product standard and perform electrical measurement and mechanical inspection.

8.8 Sealing

The NTC thermistors shall be subjected to the procedure of the appropriate method of Test Q of IEC 60068-2-17.

8.9 Composite temperature/humidity cycle

8.9.1 General

The method of test shall be conducted as described in 8.9.2 to 8.9.4.

8.9.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

8.9.3 Test conditions

The NTC thermistors shall be subjected to the procedure of Test Z/AD of IEC 60068-2-38 using the appropriate degree of severity, as specified in the detail specification.

8.9.4 Final inspection, measurements and requirements

The NTC thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage and the marking shall be legible.

The appropriate parameter(s) given in the detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared with that measured in 8.9.2 shall not exceed the limit specified in detail specification.

For insulated types, the insulation resistance shall be measured in accordance with 6.4 and shall be not less than that specified in the detail specification.

9 Tests related to component assembly

9.1 Resistance to soldering heat

9.1.1 General

The method of test shall be conducted as described in 9.1.2 to 9.1.6.

9.1.2 Preconditioning

When prescribed in the relevant specification the thermistors shall be dried using the method of 5.3.1.

9.1.3 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

9.1.4 Test procedure

Unless otherwise stated in the relevant specification, one of the following tests as set out in the same specification shall be applied.

The test conditions shall be defined in the relevant specification.

- a) For all thermistors except those of items b) and c) below:
IEC 60068-2-20, Test Tb, Method 1 (solder bath).
- b) For thermistors not designed for use in printed boards, but with connections intended for soldering as indicated in the detail specification:
 - 1) IEC 60068-2-20, Test Tb, Method 1 (solder bath);
 - 2) IEC 60068-2-20, Test Tb, Method 2 (soldering iron).
- c) For surface mounting thermistors:
IEC 60068-2-58, reflow or solder bath method.

9.1.5 Recovery

The period of recovery shall, unless otherwise specified in the detail specification, be not less than 1 h or more than 2 h, except for surface mount NTC thermistors, for which the period of recovery shall be $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$.

9.1.6 Final inspection, measurement and requirements

For all NTC thermistors, except surface mount thermistors, the following shall apply.

- When the test has been carried out, the thermistors shall be visually examined.
- There shall be no visible damage and the marking shall be legible.
- The NTC thermistors shall then be measured as prescribed in the relevant specification.

Surface mount thermistors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements as prescribed in the relevant specification.

9.2 Solderability

9.2.1 General

Not applicable to those terminations which are described as "not designed for soldering" in the detail specification

The relevant specification should prescribe whether ageing is to be applied. If accelerated ageing is required, one of the ageing procedures given in IEC 60068-2-20 should be applied.

Unless otherwise stated in the relevant specification, the test should be carried out with non-activated flux.

9.2.2 Initial measurements

The appropriate parameter(s), for example the zero-power resistance, given in the detail specification shall be measured using the method specified and shall be recorded.

9.2.3 Test procedure

Unless otherwise stated in the relevant specification, one of the following tests as set out in the same specification shall be applied.

The test conditions shall be defined in the relevant specification.

- a) For all thermistors except those of items b) and c) below:
 - 1) IEC 60068-2-20, Test Ta, Method 1 (solder bath)
Depth of immersion (from the seating plane or component body): 2,0 mm, using a thermal insulating screen of 1,5 mm ± 0,5 mm thickness;
 - 2) IEC 60068-2-20, Test Ta, Method 2 (soldering iron);
 - 3) IEC 60068-2-69, solder bath (wetting balance method)
- b) For NTC thermistors not designed for use in printed boards, but with connections intended for soldering as indicated in the detail specification:
 - 1) IEC 60068-2-20, Test Ta, Method 1 (solder bath)
Depth of immersion (from the seating plane or component body): 3,5mm;
 - 2) IEC 60068-2-20, Test Ta, Method 2 (soldering iron).
- c) For surface mounting thermistors:
 - 1) IEC 60068-2-58, reflow or solder bath method;
 - 2) IEC 60068-2-69, solder bath or solder globule method.

9.2.4 Final inspection, measurements and requirements

The terminations shall be examined for good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations.

The NTC thermistors shall meet the requirements as prescribed in the relevant specification.

9.3 Component solvent resistance

9.3.1 General

The method of test shall be conducted as described in 9.3.2 to 9.3.4.

9.3.2 Initial measurements

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

9.3.3 Test conditions

The components shall be subjected to Test XA of IEC 60068-2-45, with the following details:

- a) solvent to be used: see IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993, 3.1.2;
- b) solvent temperature: $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, unless otherwise specified in the detail specification;
- c) conditioning: Method 2 (without rubbing);
- d) recovery time: 48h, unless otherwise stated in the detail specification.

9.3.4 Requirements

The measurements prescribed in the relevant specification shall then be made and the specified requirements shall be met.

9.4 Solvent resistance of marking

9.4.1 General

The method of test shall be conducted as described in 9.4.2 to 9.4.4.

9.4.2 Initial measurements

The measurements prescribed in the relevant specification shall be made.

9.4.3 Test conditions

The components shall be subjected to Test XA of IEC 60068-2-45, with the following details:

- a) solvent to be used: see IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993, 3.1.2;
- b) solvent temperature: $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- c) conditioning: Method 1 (with rubbing);
- d) rubbing material: cotton wool;
- e) recovery time: not applicable, unless otherwise stated in the detail specification.

9.4.4 Requirements

After the test, the marking shall be legible.

Annex A

(normative)

Rules for the preparation of detail specifications for directly heated NTC thermistors for electronic equipment for use within quality assessment systems

A.1 Drafting

The drafting of a complete detail specification by IEC technical committee 40, if required, shall begin only when all the following conditions have been met.

- a) The generic specification has been approved.
- b) The sectional specification, when appropriate, has been circulated for approval as a Final Draft International Standard (FDIS).
- c) The associated blank detail specification has been circulated for approval as an FDIS.
- d) There is evidence that at least three national committees have formally approved, as their own national standard, specifications covering a component of closely similar performance.

When a national committee formally asserts that substantial or significant use is made within its country of a part described by some other national standard, this assertion may count towards the foregoing requirement.

A.2 Reference standard

Detail specifications prepared under the responsibility of IEC technical committee 40 shall use the standard of preferred values, ratings and characteristics and severities for environmental tests, etc. which are given in the appropriate generic or sectional specifications.

An exception to this rule may only be granted for a specified detail specification, when agreed by IEC technical committee 40.

A.3 Circulation

The detail specification should not be circulated as an FDIS until the sectional and blank detail specifications have been approved for publication.

Annex B (informative)

Typical examples of mountings for measurements of directly heated thermistors

Surface mount thermistors shall be mounted on an epoxide woven glass board of $1,6 \text{ mm} \pm 0,16 \text{ mm}$ thickness or aluminium oxide board of $0,635 \text{ mm} \pm 0,063 5 \text{ mm}$ and the board pattern shall be as shown in Figure B.1.

The dimensions D , L and W for the soldering lands on the board shall be specified in the detail specification. The electrode may be on one side or both sides.

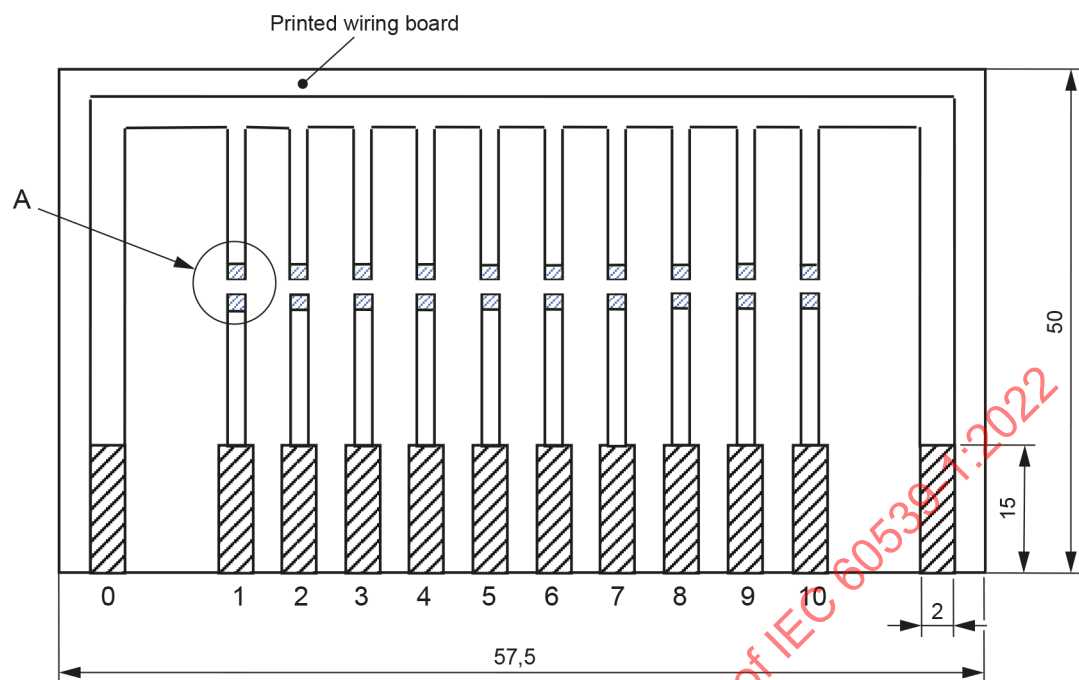
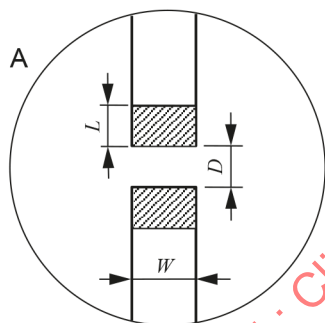
Table B.1 gives recommended land dimensions for specific case sizes.

Table B.1 – Recommended land dimensions

unit mm

The dimensions	W	L	D
0402M	0,17 to 0,23	0,13 to 0,215	0,17 to 0,20
0603M	0,25 to 0,35	0,2 to 0,325	0,25 to 0,3
1005M	0,3 to 0,6	0,35 to 0,6	0,5 to 0,6
1608M	0,6 to 1,0	0,5 to 0,9	0,8 to 1,0
2012M	1,0 to 1,2	0,55 to 1,2	0,8 to 1,3
3216M	1,2 to 1,6	0,7 to 1,5	2,0 to 2,2

Dimensions in millimetres

The dimensions D , L and W  L length of soldering lands W width of soldering lands D gap of soldering lands**Figure B.1 – Mounting for measurements of surface mount thermistors**

IEC

Annex Q (informative)

Quality assessment procedures

Q.1 General

Q.1.1 Scope of this annex

This generic specification and related sectional and detail specifications can be used for the purpose of a full quality assessment system. The following types of approval are provided.

- a) Qualification Approval (QA) is applicable to an identified component or range of components manufactured to similar design and production processes, for which a detail specification exists. Such a detail specification shall be based on this generic specification and a relevant sectional specification and shall give provisions for a QA.

QA is granted to a manufacturer according to the provisions of Clause Q.2 when it has been established that the components meet the requirements of the detail specification.

The test schedules prescribed in the detail specification for the initial product qualification approval and for the product quality conformance inspections apply directly to the component or range to be qualified.

- b) Capability Approval (CA) is applicable to an identified component manufacturing process and set of design rules for which an applicable sectional specification exists. Such a sectional specification shall be based on this generic specification and shall give provisions for a CA.

CA is granted to a manufacturer according to the provisions of Clause Q.3 when it has been established that its capability for manufacturing processes and quality control methods covering a specific component technology meet the requirements of the relevant specifications.

There are different detail specifications used under CA. At least one detail specification is released for the Capability Qualifying Components (CQC), identifying the component's purpose and prescribing the relevant tests and requirements. Other detail specifications are released for the deliverable components and thus may cover standard catalogue components or customer-specific components.

- c) Technology Approval (TA) is appropriate when the complete technological process (design, process realization, product manufacture, test and shipment) covers the qualification aspects common to all components determined by the technology. It incorporates the most recent principles and techniques in quality management and provides for the use of statistical methods and tools, continuous improvement and procedural flexibility.

TA is applicable to an identified electronic component manufacturing activity for which a Technology Approval Schedule (TAS) exists.

TA is granted to a manufacturer according to the provisions of Clause Q.4, when it has been demonstrated that the quality management system established for his electronic component manufacturing activity complies with the contents of his/her Technology Approval Declaration Document (TADD), and meets the requirements of the TAS.

The identification of an electronic component manufacturing activity shall be based on component(s) or range(s) of components manufactured to similar design and production processes, for which detail specification(s) exist(s). Such detail specification(s) shall be based on this generic specification and relevant sectional specification(s) and shall give relevant provisions for a technology approval. Such applied detail specifications are to be referenced in the TA.

A prerequisite for obtaining any of these approvals is that a manufacturer has obtained the approval of manufacturer in accordance with the provisions of the relevant certification body.

Q.1.2 Quality assessment definitions

Q.1.2.1 Primary stage of manufacture

The primary stage of manufacture shall be specified in the sectional specification.

Examples of the primary stage of manufacture are:

- For NTC thermistors: the initial mixing process of ingredients.

Q.1.2.2 Structurally similar components

The grouping of structurally similar components for the initial product qualification approval testing or for the product quality conformance testing under QA, CA or TA shall be stated in the relevant sectional specification.

Q.1.2.3 Assessment level

An assessment level prescribes the severity of the test schedules, the sampling plans and the number of permissible non-conforming items in each test group. Assessment levels EZ and DZ meet the requirements of the zero defect approach and align the assessment procedures and levels with the current industry practices, e.g. by setting the number of permitted non conformities (acceptance number) to zero. The sectional specifications shall state the requirements to the test schedules for use in all related detail specifications.

NOTE 1 A variety of assessment levels existed historically, e.g. with different numbers of permissible non conformities per test. Only the assessment levels EZ and DZ are used in recent specifications.

The sampling plans and inspection levels for assessment levels EZ and DZ shall be selected from those given in IEC 61193-2, except for those elements of the test schedule which are based on fixed sample sizes, irrespective of the size of the lot being inspected.

NOTE 2 The assessment of a quality level close or equal to zero defects by sampling only would lead to an unreasonable increase of inspection efforts. Hence, zero acceptance number sampling plans can only apply to the inspection of products that are manufactured under suitable process control with the target of a zero-defect quality level before sampling inspection.

Q.1.2.4 Failure rate level determination (if applied)

The determination of failure rate level and certification shall be described in the relevant specification.

Q.1.3 Rework

Rework is the rectification of a processing error by means not differing from those used in the current process, or by an explicitly permitted rework process prior to release of the component.

Rework shall not be carried out if prohibited by the relevant sectional or detail specification.

Applicable rework procedures shall be permitted by the relevant sectional or detail specification and shall be fully described in the relevant documentation produced by the manufacturer. All rework shall be carried out under supervision of the Designated Management Representative (DMR) prior to the formation of the inspection lot offered for inspection to the requirements of the detail specification.

Q.1.4 Alternative test methods

The test and measurement methods given by the relevant specification are intended to unify test and measurement procedures. They are not necessarily the only methods that can be used, except when specifically designated as referee or reference methods.

An approved manufacturer shall demonstrate to the Certification Body (CB) that any alternative method it uses will give results equivalent to those obtained by the specified method.

In case of dispute about the result and criteria, the specified methods take precedence over any alternative method.

Q.1.5 Certified test records of released lots

When certified test records are required by the relevant specification and are requested by a customer, the following information shall be given as a minimum.

- a) Attributes information (that is the number of components tested and the number of non-conforming components) for tests in the sub-groups covered by periodic inspection without reference to the parameter for which rejection was made.
- b) Variables information (that is average and range for the change in capacitance and number of tested components) for periodic tests specified in the relevant sectional specification.

NOTE Under CA, a certified test record refers only to tests carried out on capability qualifying components.

Q.1.6 Unchecked parameters

Only those parameters of a component which have been specified in the detail specification and which were subject to testing shall be assumed to be within the specified limits. It cannot be assumed that any unspecified parameter will remain unchanged from one component to another.

A new, more extensive specification shall be used if control of any additional parameter is required. Then, the additional test method shall be fully described with specification of sampling plans, inspection levels and requirements, and applied in a relevant test schedule.

Q.1.7 Delayed delivery

Components are considered to meet the stated requirements for a period of two years after manufacture and lot release when stored under appropriate conditions, unless otherwise specified in the relevant specification.

Components held for a period exceeding that retention period shall, prior to delivery, be re-examined for solderability and for electrical characteristics as prescribed in the relevant specification. The sampling and procedure applied for re-examination shall be approved by the Certification Body (CB).

Components are qualified for another retention period if all relevant requirements were met in the re-examination.

Q.1.8 Repair

Repair consists of rendering an approved component usable which has been damaged or has become defective after its release.

Components that have been repaired shall not be released under any specified quality assessment system.

Q.1.9 Registration of approvals

Approvals shall be based on a published detail specification complying with this generic specification and a relevant sectional specification.

The achieved approvals shall be entered in a relevant and published Register of Approvals, e.g. in the approvals section "online certificates" of the website www.iecq.org. Such entries shall contain all necessary details on the approval, including the applied specifications and the scope of the approval (e.g. designation, variant(s) and range(s) of the approved component(s)).

Q.1.10 Manufacture outside the geographical limits

See the requirements of the specified quality assessment system (if any).

Q.2 Qualification approval (QA) procedures

Q.2.1 Eligibility for qualification approval

A qualification approval may be granted to a manufacturer holding a manufacturer's approval.

A component is eligible for QA if the manufacturing process, including the prescribed primary stage of manufacture, is carried out under direct supervision of the relevant Designated Management Representative (DMR).

Q.2.2 Application for qualification approval

The manufacturer shall comply with the specified quality assessment system (if any).

Q.2.3 Subcontracting

The relevant specification may restrict subcontracting according to the specified quality assessment system (if any).

If subcontracting of the primary stage of manufacture and/or subsequent stages is employed, it shall be in accordance with the specified quality assessment system (if any).

Q.2.4 Test procedure for the initial product qualification approval

The detail specification shall prescribe the test schedule and the requirements for the initial product qualification approval testing.

The sampling and formation of inspection lots shall be prescribed in the sectional specification or in the detail specification. The sampling plan for the initial product qualification approval testing is based on the fixed sample size procedure, with the number of permissible non-conforming specimens set to zero (e.g. assessment level EZ).

The specimen for an inspection lot shall be collected at random over a short time within an inspection period, not including any major change of the manufacturing process.

Q.2.5 Granting of qualification approval

Qualification approval shall be granted when the procedures in accordance with the specified quality assessment system (if any) have been completed satisfactorily.

Q.2.6 Maintenance of qualification approval

A QA shall be maintained by regular quality conformance inspections in order to demonstrate the compliance with the requirements for quality conformance prescribed in the detail specification.

Q.2.7 Quality conformance inspection

The test schedule and the requirements for the product quality conformance inspection shall be stated in the detail specification.

The sampling and formation of inspection lots shall be stated in the sectional specification or in the detail specification. The sampling plans and inspection levels shall be selected from those given in IEC 61193-2, for the part of the product quality conformance inspection schedule based on variable sample sizes, as used for the lot-by-lot testing. The sampling plan for the periodic product quality conformance inspection testing is based on the fixed sample size procedure. The number of permissible nonconforming specimen for each test group of both test schedules is set to zero (e.g. assessment level EZ).

The specimen for an inspection lot shall be collected at random over a short time within an inspection period, not including any major change of the manufacturing process.

Utilisation of the switching rule for reduced inspection in Group C of the test schedule is permitted in all subgroups except endurance, unless otherwise prescribed in the relevant specification.

Q.3 Capability approval (CA) procedures

Q.3.1 General

Capability Approval covers a manufacturing process and quality control methods (including design aspects as applicable) for a specific component technology with clearly defined scope and limits of the employed manufacturing capability.

The capability shall be demonstrated on Capability Qualifying Components (CQC), which serve as specimens for initial qualification testing and for subsequent quality conformance inspections. There shall be a detail specification for a CQC, based on this generic specification and on a sectional specification, giving the provisions for a CA.

A detailed Process Control Plan (PCP) shall be used for inspections to be carried out during the manufacturing process applied to the manufacturing of components for release.

There shall be specific detail specifications for standard catalogue components and for customer specific components to be released under capability approval. They shall be based on this generic specification and on the same sectional specification supporting the detail specification for the CQC.

Q.3.2 Eligibility for capability approval

The manufacturer shall comply with the requirements of the specified quality assessment system (if any).

A component manufacturer is eligible for CA if the manufacturing process, including the prescribed primary stage of manufacture, is carried out under direct supervision of the relevant Designated Management Representative (DMR).

Q.3.3 Application for capability approval

The manufacturer shall comply with the requirements of the specified quality assessment system (if any), and with the requirements of the relevant sectional specification.

Q.3.4 Subcontracting

The relevant specification may restrict subcontracting according to the rules of the specified quality assessment system (if any). If subcontracting of the primary stage of manufacture and/or subsequent stages is employed, it shall be in accordance with the specified quality assessment system (if any).

Q.3.5 Description of the capability

The manufacturer shall describe the capability relevant to the manufacturing technology and range of products involved in a Capability Manual (CM), which shall meet the requirements of the specified quality assessment system (if any). The CM shall state the limits of the covered technology, and design rules, if applicable.

The CM may be subject to confidentiality, hence the manufacturer shall provide an abstract of the description of capability suitable for publication.

Q.3.6 Demonstration and verification of capability

The verification of the claimed capability shall demonstrate compliance with the contents of the CM and utilize Capability Qualifying Components (CQC) and the Process Control Plan (PCP), as required by the specified quality assessment system (if any).

The CQCs shall be used to demonstrate the limits of capability and compliance with the relevant detail specification.

Q.3.7 Granting of capability approval

Capability approval shall be granted when the procedures in accordance with the specified quality assessment system (if any) have been completed satisfactorily and the requirements of the relevant sectional specification have been met.

Q.3.8 Maintenance of capability approval

Capability approval shall be maintained according to the specified quality assessment system (if any) and to the respective descriptions of the CM by regular quality conformance inspections on the CQCs in order to demonstrate the compliance with the requirements for quality conformance prescribed in the relevant detail specification.

Q.3.9 Quality conformance inspection

Quality conformance inspections shall be executed according to the provisions of the specified quality assessment system (if any) and to the respective descriptions of the CM.

The test schedule and the requirements for the quality conformance inspection shall be prescribed in the relevant detail specification(s) for deliverable components, e.g. the specific detail specifications for standard catalogue components or for customer specific components.

The sampling and formation of inspection lots shall be prescribed in the sectional specification or in the detail specification. The sampling plans and inspection levels shall be selected from those given in IEC 61193-2, except for those elements of the test schedule which are based on fixed sample sizes.

The specimen for an inspection lot shall be collected at random over a short time within an inspection period, not including any major change of the manufacturing process.

Q.4 Technology approval (TA) procedure

Q.4.1 General

Technology Approval is a method of approving a complete technological process covering the approval aspects common to all products as determined by the technology under consideration. It extends the existing suite of approval concepts (QA and CA) by adding as mandatory aspects:

- a) a formal system for quality management, actively involving all employees in the commitment to quality;
- b) use of in-process control methods, for example, SPC, to be defined in a Technology Approval Schedule (TAS);
- c) a strategy for continuous quality improvement;
- d) monitoring the overall technologies and operations associated with the design and manufacturing processes as well as the components themselves;
- e) procedural flexibility due to the underlying quality assurance management system and market sector requirements;
- f) acceptance of a manufacturer's operational documentation to provide means for rapid approval or extension of approval.

Q.4.2 Eligibility for technology approval

A TA may be granted to a manufacturer holding an Approval of Manufacturer to the specified quality assessment system (if any). Prerequisite to a TA is a Technology Approval Schedule (TAS) covering the entire scope of technology for which approval is intended, written according to the requirements of the specified quality assessment system (if any).

Q.4.3 Application of technology approval

The procedure and requirements for an application for TA are given in the specified quality assessment system (if any).

Q.4.4 Subcontracting

The TAS or the relevant specification may restrict subcontracting in accordance with the rules of the specified quality assessment system (if any).

Q.4.5 Description of technology

The manufacturer shall describe the implementation of the TAS in his organisation in a Technology Approval Declaration Document (TADD) which shall meet the requirements of the specified quality assessment system (if any). The TADD shall describe the relevant scope of technology and relate to, but not exceed the range of activities covered by the TAS.

Q.4.6 Demonstration and verification of the technology

For verification of the operational and technological processes, the manufacturer shall demonstrate compliance with the contents of the TADD, as required in the specified quality assessment system (if any).

Q.4.7 Granting of technology approval

TA shall be granted by the Certification Body (CB) when the requirements of the specified quality assessment system (if any) have been met.

Q.4.8 Maintenance of technology approval

A TA shall be maintained according to the provisions of the specified quality assessment system (if any).

Q.4.9 Quality conformance inspection

The quality conformance inspection shall be carried out in accordance with the relevant TAS.

The quality conformance inspection of the manufacturing shall be performed on components for which a detail specification has been registered in the TADD. The test schedule and the requirements for the quality conformance inspection shall be prescribed in the detail specification.

The sampling and formation of inspection lots shall be prescribed in the sectional specification or in the detail specification. The sampling plans and inspection levels shall be selected from those given in IEC 61193-2, except for those elements of the test schedule which are based on fixed sample sizes.

The specimen for an inspection lot shall be collected at random over a short time within an inspection period, not including any major change of the manufacturing process.

Utilization of the switching rule for reduced inspection in Group C of the test schedule is permitted in all subgroups except endurance, unless otherwise prescribed in the relevant specification.

Q.5 Interpretation of sampling plans and procedures as described in IEC 60410 for use within quality assessment systems

IEC 60410 is already withdrawn and not cited in this document.

Q.6 Rules for the preparation of detail specifications for NTC thermistors for electronic equipment for use within quality assessment systems

Q.6.1 Drafting

The drafting of a complete detail specification, if required, shall begin only when all the following conditions have been met.

- a) The generic specification has been approved.
- b) The sectional specification, when appropriate, has been circulated for approval as a Final Draft International Standard (FDIS).
- c) The associated blank detail specification has been circulated for approval as an FDIS.
- d) There is evidence that at least three national committees have formally approved, as their own national standard, specifications covering a component of closely similar performance.

When a national committee formally asserts that substantial or significant use is made within its country of a part described by some other national standard, this assertion may count towards the foregoing requirement.

Q.6.2 Reference standard

Detail specifications shall use the standard of preferred values, ratings and characteristics and severities for environmental tests, etc., which are given in the appropriate generic or sectional specifications.

Q.7 Layout of the first page of a PCP/CQC specification

Manufacturer's name		
Location		
Capability approval number	PCP/CQC	specification
number		
Issue		
Capability manual reference number	Date	
Description of PCP/CQC		
Purpose of PCP/CQC		
Drawing reference		
Part identity		

Q.8 Requirements for capability approval test report

Q.8.1 General

Capability approval is described in Q.1.1.b).

The test report shall include the information given in Q.8.2, Q.8.3 and Q.8.4.

Q.8.2 Requirements

The test report shall be dated and include the following general information:

- manufacturer's name and address;
- place of manufacture, if different from above;
- generic and sectional specification number, issue and amendment date;
- the issue number and date of the description of capability;
- reference to PCP/CQC specification;
- reference to the test program for capability approval, as applicable;
- a list of test equipment used together with appropriate uncertainties of measurement.

Q.8.3 Summary of test information (for each CQC)

The test report shall include the following summary of test information:

- tests;
- number of specimens tested;
- number of nonconforming items allowed;
- number of nonconforming items found.

Q.8.4 Measurement record

A record of the results of the measurements is taken before and after the various mechanical, environmental, and endurance tests for which post-test limits or final measurements are specified.

Q.9 Guidance for the extension of endurance tests on fixed thermistor

Q.9.1 Overview

The regular repetition of endurance tests under the quality conformance inspection within a quality system offers the opportunity to collect not only their results for the certified test records (CTR), but to accumulate them, wherever possible, for the evaluation of reliability data. As the usual duration of endurance tests on thermistors is 1 000 h or 2 000 h, interested parties can extend these tests to evaluate the long-term behaviour of the components concerned and to improve the base for the reliability evaluation. In Q.9.2, guidance is given for the performance and evaluation of such extended endurance tests.

Q.9.2 Guidelines

The following guidelines apply.

- a) Test conditions should be the same as for the standard endurance test. If, for any good reason, different test conditions are chosen, they should be clearly indicated.
- b) For final measurements, the same characteristics as those of the endurance test should be measured.
- c) The preferred duration for such extended endurance tests is 10 000 h.
- d) The extended test is for information only on long-term behavior and reliability. The measured values are therefore noted for variable analyses or other reliability evaluation without being linked to the failure criteria as specified.
- e) Intermediate measurements (between 2 000 h and 10 000 h) may be made.
- f) If agreed between the parties concerned, the results of the test may be included in the certified test record (CTR) of released lots.
- g) The "translation" of the results of accumulated tests into reliability data is normally the responsibility of the manufacturer. If somebody else wants to use these accumulated test results for his own reliability evaluation, an appropriate acceleration factor for the components concerned shall be taken into account.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60539-1:2022

Annex X (informative)

Cross-references to IEC 60539-1:2016

The drafting of this third edition of IEC 60539-1 has resulted in a new structure. The following table indicates the new clause and subclause numbers with respect to the third edition (IEC 60539-1:2016).

IEC 60539-1:2016 3 rd edition Clause/Subclause	IEC 60539-1:201x 4 th edition Clause/Subclause	Notes
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	
4.1	4.1	
4.2	4.2	
4.3	4.3	
4.4	4.4	
5	5	
5.1	5.1	
5.2	5.2	
5.3	5.3	
5.4	5.4	
5.5	7.1	In accordance with the change of clause numbers
5.6	6.1	In accordance with the change of clause numbers
5.7	6.2	In accordance with the change of clause numbers
5.8	6.3	In accordance with the change of clause numbers
5.9	6.4	In accordance with the change of clause numbers
5.10	6.5	In accordance with the change of clause numbers
5.11	6.6	In accordance with the change of clause numbers
5.12	6.7	In accordance with the change of clause numbers
5.13	6.8	In accordance with the change of clause numbers
5.14	7.2	In accordance with the change of clause numbers
5.15	9.1	In accordance with the change of clause numbers
5.16	9.2	In accordance with the change of clause numbers
5.17	8.1	In accordance with the change of clause numbers
5.18	7.3	In accordance with the change of clause numbers
5.19	7.4	In accordance with the change of clause numbers
5.20	7.5	In accordance with the change of clause numbers
5.21	8.2	In accordance with the change of clause numbers
5.22	8.3	In accordance with the change of clause numbers
5.23	8.4	In accordance with the change of clause numbers
5.24	8.5	In accordance with the change of clause numbers
5.25	8.6	In accordance with the change of clause numbers
5.26	7.6	In accordance with the change of clause numbers
5.27	7.7	In accordance with the change of clause numbers
5.28	9.3	In accordance with the change of clause numbers
5.29	9.4	In accordance with the change of clause numbers
5.30	8.7	In accordance with the change of clause numbers
5.31	8.8	In accordance with the change of clause numbers
5.32	8.9	In accordance with the change of clause numbers

IEC 60539-1:2016 3 rd edition Clause/Subclause	IEC 60539-1:201x 4 th edition Clause/Subclause	Notes
Annex A	Clause 9	In accordance with the change of clause numbers
Annex B	Annex A	In accordance with the change of clause numbers
Annex C	Annex B	In accordance with the change of clause numbers
Annex D	Annex X	In accordance with the change of clause numbers
Annex Q	Annex Q	In accordance with the change of clause numbers

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60539-1:2022

Bibliography

IEC 60027-1, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary*
(available at: www.electropedia.org)

IEC 60410¹, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at: <http://std.iec.ch/iec60617>)

ISO 80000-1:2009, *Quantities and units – Part 1: General*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60539-1:2022

¹ Withdrawn.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	76
1 Domaine d'application	78
2 Références normatives	78
3 Termes et définitions	79
4 Eléments généraux	89
4.1 Unités et symboles	89
4.2 Valeurs préférentielles et catégorie appropriée	89
4.2.1 Généralités	89
4.2.2 Catégorie appropriée	89
4.3 Marquage	89
4.3.1 Généralités	89
4.3.2 Marquage des thermistances CTN de petite taille, telles que les thermistances CTN pour montage en surface	90
4.3.3 Codage	90
4.4 Procédures d'assurance de la qualité	90
5 Dispositions générales relatives aux mesurages et aux méthodes d'essai	90
5.1 Généralités	90
5.2 Conditions atmosphériques normales des essais	90
5.3 Séchage et reprise	91
5.3.1 Séchage	91
5.3.2 Reprise	91
5.4 Montage (pour les thermistances pour montage en surface uniquement)	91
5.4.1 Généralités	91
5.4.2 Configuration des cartes imprimées et des plages de connexion	91
5.4.3 Montage sur carte	92
6 Essais et mesurages électriques	93
6.1 Résistance de puissance nulle	93
6.1.1 Généralités	93
6.1.2 Procédures de mesure	93
6.1.3 Exigences	93
6.2 Valeur B ou rapport de résistance	94
6.2.1 Généralités	94
6.2.2 Exigences	94
6.3 Résistance d'isolement (pour types isolés seulement)	94
6.3.1 Généralités	94
6.3.2 Méthodes d'essai	94
6.3.3 Tension appliquée	97
6.3.4 Exigences	97
6.4 Tension de tenue (pour types isolés seulement)	97
6.4.1 Généralités	97
6.4.2 Tension d'essai	97
6.4.3 Exigences	97
6.5 Caractéristique résistance/température	97
6.5.1 Généralités	97
6.5.2 Méthodes d'essai	97
6.5.3 Exigences	97
6.6 Facteur de dissipation (δ)	98

6.6.1	Généralités	98
6.6.2	Mesurages initiaux.....	98
6.6.3	Méthodes d'essai.....	98
6.6.4	Exigences.....	99
6.7	Constante de temps thermique par variation de température ambiante (τ_a).....	99
6.7.1	Constante de temps thermique avec transition du froid au chaud pour la variation de température ambiante.....	99
6.7.2	Constante de temps thermique avec transition du froid au chaud pour la variation de température ambiante.....	100
6.7.3	Mesurages finaux et exigences.....	101
6.7.4	Exigences.....	101
6.8	Constante de temps thermique par refroidissement après auto-échauffement (τ_c).....	101
6.8.1	Généralités.....	101
6.8.2	Mesurages initiaux.....	101
6.8.3	Préconditionnement.....	101
6.8.4	Méthode d'essai	102
6.8.5	Mesurages finaux et exigences.....	102
7	Essais et mesurages mécaniques.....	102
7.1	Examen visuel et contrôle des dimensions.....	102
7.1.1	Examen visuel	102
7.1.2	Dimensions.....	103
7.2	Robustesse des sorties (ne s'applique pas aux thermistances pour montage en surface)	103
7.2.1	Généralités.....	103
7.2.2	Mesurages initiaux.....	103
7.2.3	Méthodes d'essai.....	103
7.2.4	Essai U_{a1} – Traction.....	103
7.2.5	Essai U_b – Pliage (sur la moitié des sorties).....	104
7.2.6	Essai U_c – Torsion (sorties restantes)	104
7.2.7	Mesurages finaux et exigences.....	104
7.3	Vibrations.....	104
7.3.1	Généralités.....	104
7.3.2	Mesurages initiaux.....	104
7.3.3	Procédures d'essai	104
7.3.4	Inspection finale, mesurages et exigences.....	105
7.4	Chocs	105
7.4.1	Généralités.....	105
7.4.2	Mesurages initiaux.....	105
7.4.3	Montage	105
7.4.4	Procédures d'essai	105
7.4.5	Inspection finale, mesurages et exigences.....	105
7.5	Chute libre	105
7.5.1	Généralités.....	105
7.5.2	Mesurages initiaux.....	105
7.5.3	Procédures d'essai	106
7.5.4	Inspection finale, mesurages et exigences.....	106
7.6	Essai de cisaillement (adhérence) (pour les thermistances CTN pour montage en surface seulement)	106

7.6.1	Généralités	106
7.6.2	Mesurages initiaux.....	106
7.6.3	Conditions d'essai	106
7.6.4	Inspection finale, mesurages et exigences.....	106
7.7	Essai de pliage du substrat (pour les thermistances CTN pour montage en surface seulement)	106
7.7.1	Généralités	106
7.7.2	Mesurages initiaux.....	106
7.7.3	Procédures d'essai	106
7.7.4	Inspection finale, mesurages et exigences.....	107
8	Essais environnementaux et climatiques	107
8.1	Variation rapide de la température	107
8.1.1	Généralités	107
8.1.2	Mesurages initiaux.....	107
8.1.3	Procédures d'essai	107
8.1.4	Inspection finale, mesurages et exigences.....	107
8.2	Choc thermique	108
8.2.1	Généralités	108
8.2.2	Mesurages initiaux.....	108
8.2.3	Procédures d'essai	108
8.2.4	Inspection finale, mesurages et exigences.....	108
8.3	Froid	108
8.3.1	Généralités	108
8.3.2	Mesurages initiaux.....	108
8.3.3	Procédures d'essai	108
8.3.4	Inspection finale, mesurages et exigences.....	109
8.4	Chaleur sèche.....	109
8.4.1	Généralités	109
8.4.2	Mesurages initiaux.....	109
8.4.3	Procédures d'essai	109
8.4.4	Inspection finale, mesurages et exigences.....	109
8.5	Chaleur humide, essai continu	110
8.5.1	Généralités	110
8.5.2	Mesurages initiaux.....	110
8.5.3	Procédures d'essai	110
8.5.4	Reprise.....	110
8.5.5	Inspection finale, mesurages et exigences.....	110
8.6	Endurance	110
8.6.1	Généralités	110
8.6.2	Endurance à la température de la salle avec un courant continu maximal appliqué ($I_{\max 25}$) (seulement pour les thermistances de limitation du courant d'appel).....	111
8.6.3	Endurance à la température de la salle avec un courant cyclique maximal appliqué ($I_{\max 25}$) (seulement pour les thermistances de limitation du courant d'appel).....	112
8.6.4	Endurance à T_3 et $P_{\max}$ (seulement pour les thermistances autres que les thermistances de limitation du courant d'appel).....	113
8.6.5	Endurance à la température de catégorie supérieure	114
8.6.6	Capacité maximale admissible (seulement pour les thermistances de limitation du courant d'appel).....	115

8.7	Brouillard salin.....	117
8.7.1	Généralités.....	117
8.7.2	Mesurages initiaux.....	117
8.7.3	Conditions d'essai	118
8.7.4	Inspection finale, mesurages et exigences.....	118
8.8	Etanchéité	118
8.9	Cycle composite de température et d'humidité	118
8.9.1	Généralités.....	118
8.9.2	Mesurages initiaux.....	118
8.9.3	Conditions d'essai	118
8.9.4	Inspection finale, mesurages et exigences.....	118
9	Essais relatifs à l'assemblage des composants.....	118
9.1	Résistance à la chaleur de brasage	118
9.1.1	Généralités.....	118
9.1.2	Préconditionnement.....	119
9.1.3	Mesurages initiaux.....	119
9.1.4	Procédure d'essai.....	119
9.1.5	Reprise.....	119
9.1.6	Inspection finale, mesurages et exigences.....	119
9.2	Brasabilité.....	119
9.2.1	Généralités.....	119
9.2.2	Mesurages initiaux.....	120
9.2.3	Procédure d'essai.....	120
9.2.4	Inspection finale, mesurages et exigences.....	120
9.3	Résistance aux solvants des composants	120
9.3.1	Généralités.....	120
9.3.2	Mesurages initiaux.....	120
9.3.3	Conditions d'essai.....	121
9.3.4	Exigences.....	121
9.4	Résistance aux solvants du marquage	121
9.4.1	Généralités.....	121
9.4.2	Mesurages initiaux.....	121
9.4.3	Conditions d'essai	121
9.4.4	Exigences.....	121
Annexe A (normative) Règles de préparation des spécifications particulières pour les thermistances CTN à chauffage direct pour équipements électroniques destinées à être utilisées dans les systèmes d'assurance de la qualité.....		122
A.1	Elaboration	122
A.2	Norme de référence	122
A.3	Diffusion	122
Annexe B (informative) Exemples types de montages pour des mesurages de thermistances à chauffage direct		123
Annexe Q (informative) Procédures d'assurance de la qualité.....		125
Q.1	Généralités	125
Q.1.1	Domaine d'application de la présente annexe	125
Q.1.2	Définitions de l'assurance de la qualité.....	126
Q.1.3	Reprise.....	127
Q.1.4	Autres méthodes d'essai.....	127
Q.1.5	Rapports certifiés d'essais des lots acceptés.....	127

Q.1.6	Paramètres non vérifiés	127
Q.1.7	Livraison différée	128
Q.1.8	Réparation	128
Q.1.9	Registre des agréments	128
Q.1.10	Fabrication hors des limites géographiques	128
Q.2	Procédures d'homologation (QA)	128
Q.2.1	Aptitude à l'homologation	128
Q.2.2	Demande d'homologation	128
Q.2.3	Sous-traitance	129
Q.2.4	Procédure d'essai pour l'homologation initiale des produits	129
Q.2.5	Octroi de l'homologation	129
Q.2.6	Maintien de l'homologation	129
Q.2.7	Contrôle de conformité de la qualité	129
Q.3	Procédures d'agrément de savoir-faire (CA)	130
Q.3.1	Généralités	130
Q.3.2	Aptitude à l'agrément de savoir-faire	130
Q.3.3	Demande d'agrément de savoir-faire	130
Q.3.4	Sous-traitance	130
Q.3.5	Description du savoir-faire	130
Q.3.6	Démonstration et vérification de savoir-faire	131
Q.3.7	Octroi de l'agrément de savoir-faire	131
Q.3.8	Maintien de l'agrément de savoir-faire	131
Q.3.9	Contrôle de conformité de la qualité	131
Q.4	Procédure d'agrément de technologie (TA)	131
Q.4.1	Généralités	131
Q.4.2	Aptitude à l'agrément de technologie	132
Q.4.3	Demande d'agrément de technologie	132
Q.4.4	Sous-traitance	132
Q.4.5	Description de la technologie	132
Q.4.6	Démonstration et vérification de la technologie	132
Q.4.7	Octroi d'agrément de technologie	132
Q.4.8	Maintien d'agrément de technologie	132
Q.4.9	Contrôle de conformité de la qualité	132
Q.5	Interprétation des plans et règles d'échantillonnage comme décrit dans l'IEC 60410 destinés à être utilisés dans les systèmes d'assurance de la qualité	133
Q.6	Règles pour l'établissement des spécifications particulières pour des thermistances CTN pour équipements électroniques, destinées à être utilisées dans les systèmes d'assurance de la qualité	133
Q.6.1	Elaboration	133
Q.6.2	Norme de référence	133
Q.7	Disposition de la première page d'une spécification PCP/CQ	134
Q.8	Exigences pour le rapport d'essai d'agrément de savoir-faire	135
Q.8.1	Généralités	135
Q.8.2	Exigences	135
Q.8.3	Résumé des informations sur les essais (pour chaque CQC)	135
Q.8.4	Enregistrement de mesure	135
Q.9	Recommandations relatives à l'extension des essais d'endurance sur les thermistances fixes	135
Q.9.1	Présentation	135

Q.9.2 Lignes directrices	136
Annexe X (informative) Référence à l'IEC 60539-1:2016.....	137
Bibliographie.....	139
Figure 1 – Caractéristique résistance/température type pour des thermistances CTN	82
Figure 2 – Courbe de dissipation de puissance réduite	84
Figure 3 – Taux de réduction de courant maximal	86
Figure 4 – Circuit de base pour le mesurage de la résistance de puissance nulle	93
Figure 5 – Exemple de la Méthode 1 pour l'essai de la résistance d'isolement.....	94
Figure 6 – Exemple de la Méthode 2 pour l'essai de la résistance d'isolement (1).....	95
Figure 7 – Exemple de la Méthode 2 pour l'essai de la résistance d'isolement (2).....	95
Figure 8 – Exemple de la Méthode 3 pour l'essai de la résistance d'isolement.....	96
Figure 9 – Exemple de la Méthode 4 pour l'essai de la résistance d'isolement.....	96
Figure 10 – Exemple de chambre d'essai.....	98
Figure 11 – Circuit de mesure du facteur de dissipation	99
Figure 12 – Circuit de mesure de la constante de temps thermique.....	102
Figure 13 – Endurance à la température de la salle avec circuit d'évaluation $I_{\max 25}$	111
Figure 14 – Endurance à la température de la salle avec circuit d'évaluation $I_{\max 25}$	112
Figure 15 – Circuit d'essai de capacité maximale admissible (Méthode 1).....	116
Figure 16 – Circuit d'essai de capacité maximale admissible (Méthode 2).....	117
Figure B.1 – Montage pour les mesurages de thermistances pour montage en surface	124
Tableau 1 – Températures de catégorie inférieure et supérieure et durée de chaleur humide, essai continu	89
Tableau 2 – Force de traction	104
Tableau B.1 – Dimensions recommandées pour les plages de connexion	123

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

THERMISTANCES À COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE NÉGATIF À CHAUFFAGE DIRECT –

Partie 1: Spécification générique

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

L'IEC 60539-1 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2016. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) cette édition a été entièrement remaniée conformément aux Directives ISO/IEC; différentes catégories ont été définies et les méthodes d'essai ont été réorganisées en fonction de ces catégories;
- b) l'Annexe X a été ajoutée à titre de comparaison par rapport à l'édition précédente;

c) certaines formulations, figures et références ont été révisées.

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

Projet	Rapport de vote
40/2975/FDIS	40/3016/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60539-1, publiées sous le titre général *Thermistances à coefficient de température négatif à chauffage direct*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

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

THERMISTANCES À COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE NÉGATIF À CHAUFFAGE DIRECT –

Partie 1: Spécification générique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60539 s'applique aux thermistances à coefficient de température négatif à chauffage direct, généralement constituées d'oxydes de métaux de transition présentant des propriétés semi-conductrices.

Elle établit des termes, des procédures d'inspection et des méthodes d'essai normaux à utiliser dans les spécifications intermédiaires et particulières des composants électroniques, pour l'assurance de la qualité ou pour tout autre usage.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60062, *Codes de marquage des résistances et des condensateurs*

IEC 60068-1:2013, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-11, *Essais d'environnement – Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-17, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-17: Essais – Essai Q: Étanchéité*

IEC 60068-2-20, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai Ta et Tb: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

IEC 60068-2-21:2021, *Essais d'environnement – Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de montage incorporés*

IEC 60068-2-27:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

IEC 60068-2-31, *Essais d'environnement – Partie 2-31: Essais – Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels*

IEC 60068-2-38, *Essais d'environnement – Partie 2-38: Essais – Essai Z/AD: Essai cyclique composite de température et d'humidité*

IEC 60068-2-45:1980, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Deuxième partie: Essais – Essai XA et guide: Immersion dans les solvants de nettoyage*
IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993

IEC 60068-2-52, *Essais d'environnement – Partie 2-52: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

IEC 60068-2-58, *Essais d'environnement – Partie 2-58: Essais – Essai Td: Méthodes d'essai de la soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de brasage des composants pour montage en surface (CMS)*

IEC 60068-2-69, *Essais d'environnement – Partie 2-69: Essais – Essai Te/Tc: Essai de brasabilité des composants électroniques et cartes imprimées par la méthode de la balance de mouillage (mesure de la force)*

IEC 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60294, *Mesure des dimensions d'un composant cylindrique à sorties axiales*

IEC 61193-2, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages (disponible en anglais seulement)*

IEC 60717, *Méthode pour la détermination de l'encombrement des condensateurs et résistances à sorties unilatérales*

IEC 61249-2-7, *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion – Partie 2-7: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuille stratifiée tissée de verre E avec de la résine époxyde, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquée cuivre*

3 Termes et définitions

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

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

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

3.1

type

groupe de produits ayant des caractéristiques de conception similaires, fabriqués par les mêmes techniques et s'inscrivant dans une plage habituelle de caractéristiques assignées du fabricant pour ces produits

Note 1 à l'article: Les accessoires de montage sont ignorés, à condition qu'ils n'aient aucun effet significatif sur les résultats des essais.

Note 2 à l'article: Les caractéristiques assignées couvrent les combinaisons de

- caractéristiques électriques assignées,
- tailles, et
- catégorie climatique.

Note 3 à l'article: Il convient que les limites de la plage de caractéristiques assignées soient données dans la spécification particulière.

3.2

modèle

variation à l'intérieur d'un type ayant des dimensions et des caractéristiques nominales spécifiques

3.3

thermistance

résistance à semiconducteur sensible thermiquement dont la fonction principale est de présenter une importante variation de sa résistance électrique lorsque la température du corps varie

3.4

thermistance à coefficient de température négatif

thermistance CTN

thermistance dans laquelle la résistance diminue lorsque la température augmente

Note 1 à l'article: En général, le terme "thermistance CTN" est utilisé.

3.5

thermistance à coefficient de température négatif à chauffage direct

thermistance dont la résistance varie avec des conditions physiques

Note 1 à l'article: Les conditions physiques incluent le courant qui traverse la thermistance, la température ambiante, l'humidité, la vitesse du vent, les gaz, etc.

3.6

thermistance à coefficient de température négatif à chauffage indirect

thermistance dont la résistance varie principalement avec les variations de température de la thermistance, en raison de la variation d'un courant traversant un élément chauffant distinct en contact étroit, mais électriquement isolé de la thermistance

Note 1 à l'article: La température de la thermistance peut également varier avec les variations de conditions physiques telles que le courant qui traverse la thermistance, la température ambiante, l'humidité, la vitesse du vent, les gaz, etc.

Note 2 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.7

thermistance à coefficient de température positif

thermistance CTP

thermistance dans laquelle la résistance augmente avec la température

Note 1 à l'article: En général, le terme "thermistance CTP" est utilisé.

Note 2 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.8

thermistance CTN avec fils de sortie

thermistance CTN équipée de fils de sortie

3.9

thermistance CTN sans fils de sortie

thermistance uniquement équipée de deux faces métallisées qui servent de contacts électriques

Note 1 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.10

thermistance isolée

thermistance CTN revêtue de matériaux tels que de la résine, du verre ou de la céramique, capable de satisfaire aux exigences des essais de résistance d'isolement et de tension de tenue lorsque cela est spécifié dans le programme d'essais

3.11**thermistance CTN non isolée**

thermistance CTN avec ou sans matériaux de revêtement pour le surfaçage des éléments, mais qui n'est pas destinée à satisfaire aux exigences des essais de résistance d'isolement et de tension de tenue lorsque cela est spécifié dans le programme d'essais

3.12**thermistance CTN pour montage en surface**

thermistance CTN dont les petites dimensions et la nature ou la forme des sorties permettent son utilisation dans des circuits hybrides et sur des cartes imprimées

3.13**thermistance CTN assemblée****sonde**

thermistance CTN encapsulée dans différents matériaux tels que des tubes, des boîtiers en plastique et en métal et/ou assemblée avec des câbles et/ou des connecteurs

Note 1 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.14**thermistance CTN de détection**

thermistance sensible aux variations de température et qui est donc utilisée pour le contrôle et la détection de température

3.15**thermistance CTN de limitation du courant d'appel**

thermistance CTN qui limite le courant d'appel juste après la mise sous tension

3.16**résistance résiduelle**

<thermistances de limitation du courant d'appel> valeur de la résistance en courant continu d'une thermistance lorsque sa stabilité thermique est atteinte avec le courant maximal la traversant

Note 1 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.17**capacité maximale admissible**

<thermistances CTN de limitation du courant d'appel> valeur de la capacité maximale admissible d'un condensateur qui peut être connecté à une thermistance en charge

3.18**résistance de puissance nulle**

R_T

valeur de la résistance en courant continu d'une thermistance, mesurée à une température spécifiée dans des conditions telles que la variation de la résistance due à la génération interne de chaleur soit négligeable par rapport à l'erreur de mesure totale

3.19**résistance de puissance nulle nominale**

valeur nominale de la résistance de puissance nulle à la température de référence normale de 25 °C, sauf spécification contraire

3.20**caractéristique résistance/température**

relation entre la résistance de puissance nulle et la température du corps d'une thermistance

Note 1 à l'article: La Figure 1 représente une caractéristique résistance/température type pour des thermistances CTN.

Note 2 à l'article: La loi de la résistance suit approximativement la formule:

$$R = R_a \times e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_a} \right)}$$

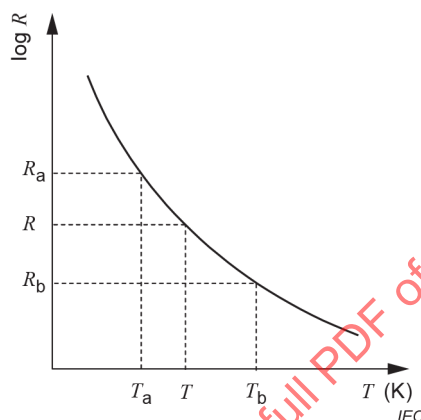
où

R est la résistance de puissance nulle (Ω) à une température absolue T (K);

R_a est la résistance de puissance nulle (Ω) à une température absolue T_a (K);

B est l'indice de sensibilité thermique (voir 3.22).

Cette formule s'applique uniquement pour représenter la variation de la résistance sur une plage de températures restreinte. Pour une représentation plus précise de la courbe R/T , il convient de spécifier la relation résistance/température sous forme de tableau dans la spécification particulière.



NOTE Courbe convexe descendant légèrement lorsque la plage de températures est large.

Figure 1 – Caractéristique résistance/température type pour des thermistances CTN

3.21

rapport de résistance

rapport entre la résistance de puissance nulle d'une thermistance CTN mesurée à la température de référence de 25 °C et celle mesurée à 85 °C, ou à deux autres températures qui peuvent être précisées dans la spécification particulière

3.22

valeur B

indice de la sensibilité thermique exprimée par la formule:

$$B = \frac{(T_a \times T_b)}{(T_b - T_a)} \times \ln \frac{R_a}{R_b}$$

où

B est la valeur B (K);

R_a est la résistance de puissance nulle (Ω) à une température T_a (K);

R_b est la résistance de puissance nulle (Ω) à une température T_b (K).

Note 1 à l'article: La valeur B peut également être exprimée par la formule suivante (logarithme décimal):

$$B = 2,303 \times \frac{(T_a \times T_b)}{(T_b - T_a)} \times \ln \frac{R_a}{R_b}$$

Note 2 à l'article: Les valeurs préférentielles de T_a et T_b sont 298,15 K et 358,15 K, respectivement. Ces valeurs sont équivalentes à +25 °C et +85 °C respectivement.

Note 3 à l'article: Lorsque la spécification particulière stipule qu'il convient de mesurer la valeur B à d'autres températures, les valeurs spécifiées (en kelvins) doivent être utilisées pour T_a et T_b dans le calcul à la place des valeurs préférentielles et la valeur B peut être exprimée par $B_{a/b}$.

3.23

coefficient de température de la résistance de puissance nulle

α_T

rapport, à une température spécifiée (T), entre le taux de variation de la résistance de puissance nulle en fonction de la température et la résistance de puissance nulle de la thermistance, exprimé par la formule:

$$\alpha_T = \frac{1}{R_T} \times \frac{dR_T}{dT} \times 100$$

Note 1 à l'article: La valeur α_T peut être calculée approximativement par la formule:

$$\alpha_T = -\frac{B}{T^2} \times 100$$

où

α_T est le coefficient de température de la résistance de puissance nulle en %/K;

R_T est la résistance de puissance nulle en ohms à une température T en kelvins (K);

B est la valeur B (K).

Note 2 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.24

plage de températures d'une catégorie

plage de températures ambiantes pour laquelle la thermistance a été conçue pour fonctionner en continu à puissance nulle, définie par les limites de température de la catégorie appropriée

Note 1 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.25

température de catégorie supérieure

$T_{\max}$

température ambiante maximale pour laquelle une thermistance CTN a été conçue pour fonctionner en continu à puissance nulle

3.26

température de catégorie inférieure

$T_{\min}$

température ambiante minimale pour laquelle une thermistance CTN a été conçue pour fonctionner en continu à puissance nulle

3.27

plage de températures de stockage

plage de températures ambiantes auxquelles une thermistance peut être stockée en permanence en condition sans charge

Note 1 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.28

courbe de dissipation de puissance réduite

<sauf les thermistances de limitation du courant d'appel> courbe qui exprime la relation entre la température ambiante et la dissipation de puissance maximale $P_{\max T}$

Note 1 à l'article: Cette relation est généralement exprimée comme représenté à la Figure 2 a) ou, en variante, à la Figure 2 b).

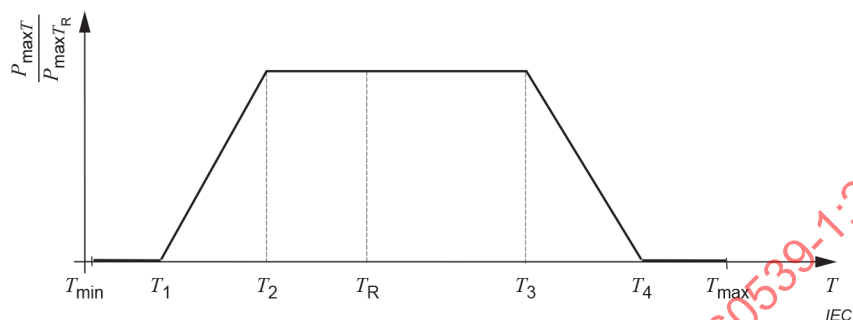
T est la température ambiante (°C);

T_1 est la température (°C) indiquée dans la spécification particulière. Elle est supérieure ou égale à la température de catégorie inférieure $T_{\min}$ (°C);

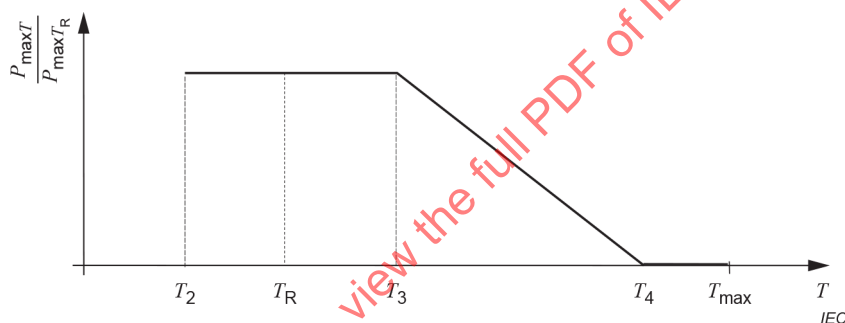
T_2 est la température ambiante à 0 °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière applicable;

T_3 est la température ambiante à 55 °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière applicable;

T_4 est la température (°C) indiquée dans la spécification particulière. Elle est inférieure ou égale à la température de catégorie supérieure $T_{\max}$ (°C).



a) Courbe a



b) Courbe b

Figure 2 – Courbe de dissipation de puissance réduite

Note 2 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.29

dissipation de puissance maximale à une température ambiante assignée

$P_{\max T_R}$

valeur maximale de la dissipation de puissance qui peut être appliquée en continu à la thermistance CTN à la température ambiante assignée T_R .

Note 1 à l'article: Voir Courbe a, $T_2 \leq T_R \leq T_3$ ou Courbe b, $T_2 \leq T_R = T_3$ sur la Figure 2.

Note 2 à l'article: La température ambiante assignée T_R est la température ambiante indiquée dans la spécification particulière et vaut habituellement 25 °C.

Note 3 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.30

dissipation de puissance maximale à une température ambiante

$P_{\max T}$

valeur maximale de la dissipation de puissance qui peut être appliquée en continu à la thermistance CTN à une température ambiante T

Note 1 à l'article: Courbe a (voir Figure 2 a) en 3.28)

La dissipation de puissance maximale augmente linéairement d'une température T_1 à une température T_2 . Entre les températures T_2 et T_3 , la dissipation de puissance est constante. Au-delà de la température T_3 , la dissipation de puissance doit diminuer linéairement jusqu'à zéro à une température T_4 .

La dissipation de puissance maximale à une température ambiante T est généralement calculée comme suit:

$$P_{\max T} = I_{\max T} \times U$$

où U est la tension aux bornes de la thermistance (pour $I_{\max T}$, voir 3.32).

La dissipation de puissance maximale peut être exprimée par la formule suivante:

$$T_1 \leq T \leq T_2: \quad P_{\max T} = P_{\max T_R} \times \frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$$

$$T_3 \leq T \leq T_4: \quad P_{\max T} = P_{\max T_R} \times \frac{T_4 - T}{T_4 - T_3}$$

où

T_R est la température ambiante assignée (°C);

T_1 est la température (°C) indiquée dans la spécification particulière en dessous de laquelle la puissance nulle doit être appliquée. T_1 est supérieure ou égale à la température de catégorie inférieure $T_{\min}$ (°C);

T_2 est la plus basse température à laquelle $P_{\max T}$ peut être appliquée. $T_2 = 0$ °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière;

T_3 est la température maximale à laquelle $P_{\max T}$ peut être appliquée. $T_3 = 55$ °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière;

T_4 est la température (°C) indiquée dans la spécification particulière au-dessus de laquelle la puissance nulle doit être appliquée. T_4 est inférieure ou égale à la température de catégorie supérieure $T_{\max}$ (°C).

Note 2 à l'article: Courbe b (voir Figure 2 b) en 3.28)

La dissipation de puissance maximale est constante entre les températures T_2 et T_3 . $T_2 = 0$ °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière. Au-delà de la température T_3 , la dissipation de puissance doit diminuer linéairement jusqu'à zéro à une température T_4 .

La dissipation de puissance maximale à une température ambiante T est généralement calculée comme suit:

$$P_{\max T} = I_{\max T} \times U$$

où

U est la tension aux bornes de la thermistance (pour $I_{\max T}$, voir 3.32).

La dissipation de puissance maximale peut être exprimée par la formule suivante:

$$T_R \leq T \leq T_4: \quad P_{\max T} = P_{\max T_R} \times \frac{T_4 - T}{T_4 - T_R}$$

où

T_R est la température ambiante assignée (°C). $T_R = 25$ °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière;

T_4 est la température (°C) indiquée dans la spécification particulière au-dessus de laquelle la puissance nulle doit être appliquée. T_4 est inférieure ou égale à la température de catégorie supérieure $T_{\max}$ (°C).

Note 3 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.31

courant maximal à une température ambiante de 25 °C

$I_{\max 25}$

<thermistances de limitation du courant d'appel> valeur maximale du courant (valeur de courant continu ou valeur efficace pour un courant alternatif à onde sinusoïdale) qui peut être appliquée en continu à la thermistance à une température ambiante de 25 °C

Note 1 à l'article: La dissipation de puissance maximale à une température ambiante de 25 °C ($P_{\max 25}$) est calculée par $P_{\max 25} = I_{\max 25} \times U$, où U est la chute de tension aux bornes de la thermistance.

Note 2 à l'article: Voir Courbe c, $T_2 \leq 25\text{ °C} \leq T_3$ ou Courbe d, $T_2 \leq T_R = T_3$ sur la Figure 3.

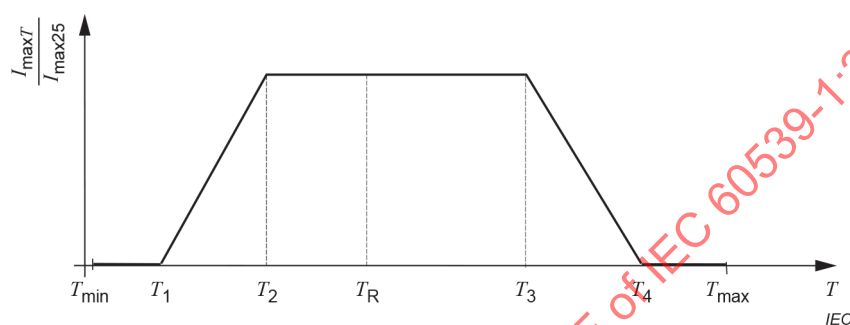
T est la température ambiante (°C);

T_1 est la température (°C) indiquée dans la spécification particulière. Elle est supérieure ou égale à la température de catégorie inférieure $T_{\min}$ (°C);

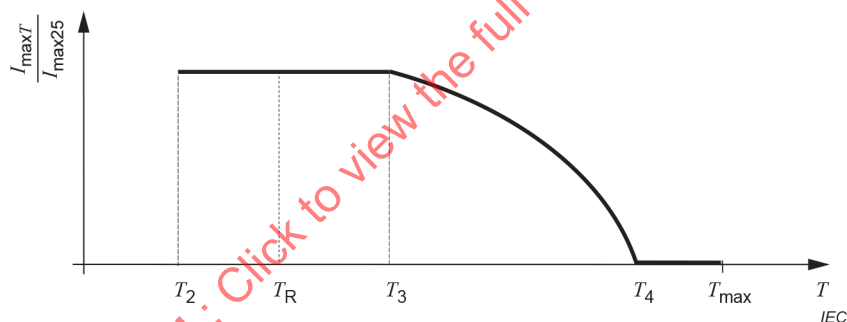
T_2 est la température ambiante à 0 °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière applicable;

T_3 est la température ambiante à 55 °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière applicable;

T_4 est la température (°C) indiquée dans la spécification particulière. Elle est inférieure ou égale à la température de catégorie supérieure $T_{\max}$ (°C).



a) Courbe c



b) Courbe d

Figure 3 – Taux de réduction de courant maximal

Note 3 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.32

courant maximal à une température ambiante T

$I_{\max T}$

valeur maximale du courant qui peut traverser en permanence la thermistance à une température ambiante T

Note 1 à l'article: Courbe c (voir Figure 3 a) en 3.31)

Le courant maximal augmente linéairement d'une température T_1 à une température T_2 . Entre les températures T_2 et T_3 , le courant est constant. Au-delà de la température T_3 , le courant doit diminuer linéairement jusqu'à zéro à une température T_4 .

Le courant maximal peut être exprimé par les formules suivantes:

$$T_1 \leq T \leq T_2: \quad I_{\max T} = I_{\max 25} \times \frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$$

$$T_3 \leq T \leq T_4: \quad I_{\max T} = I_{\max 25} \times \frac{T_4 - T}{T_4 - T_3}$$

où

T est la température ambiante (°C);

T_1 est la température (°C) indiquée dans la spécification particulière. Elle est supérieure ou égale à la température de catégorie inférieure $T_{\min}$ (°C);

T_2 est la température ambiante à 0 °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière applicable;

T_3 est la température ambiante à 55 °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière applicable;

T_4 est la température (°C) indiquée dans la spécification particulière. Elle est inférieure ou égale à la température de catégorie supérieure $T_{\max}$ (°C).

Note 2 à l'article: Courbe d (voir Figure 3 b) en 3.31)

Le courant maximal est constant entre les températures T_2 et T_3 . $T_2 = 0$ °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière. Au-delà de la température T_3 , le courant doit diminuer linéairement jusqu'à zéro à une température T_4 .

Le courant maximal peut être exprimé par la formule suivante:

$$T_R \leq T \leq T_4: \quad I_{\max T} = I_{\max 25} \times \frac{T_4 - T}{T_4 - T_R}$$

où

T est la température ambiante (°C);

T_R est la température ambiante assignée (°C). $T_R = 25$ °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière;

T_4 est la température (°C) indiquée dans la spécification particulière. Elle est inférieure ou égale à la température de catégorie supérieure $T_{\max}$ (°C).

Note 3 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.33

facteur de dissipation

δ

dissipation de puissance exigée pour augmenter de 1 K la température d'une thermistance et qui est généralement le rapport entre la variation de dissipation de puissance et la variation de température résultante du corps d'une thermistance à une température ambiante spécifiée

3.34

temps de réponse

temps exigé pour changer la température d'une thermistance CTN entre deux conditions définies lorsqu'elle est soumise à une variation de température ambiante, de puissance ou d'une combinaison de puissance et de température

Note 1 à l'article: Le temps de réponse est mesuré en secondes.

Note 2 à l'article: Puisqu'il n'est pas possible de mesurer directement un temps de réponse, deux méthodes sont définies pour mesurer directement la constante de temps thermique.

Note 3 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.35

constante de temps thermique par variation de température ambiante

τ_a

temps exigé par une thermistance pour répondre à 63,2 % d'une variation d'échelon externe à température ambiante dans un milieu défini

Note 1 à l'article: τ_a est mesurée en secondes.

Note 2 à l'article: La variation d'échelon et le milieu sont indiqués dans la spécification particulière.

3.36

constante de temps thermique par refroidissement après auto-échauffement

τ_c

temps exigé pour refroidir une thermistance à 63,2 % de son excédent de température induit par l'auto-échauffement, dans un milieu défini

Note 1 à l'article: τ_c est mesurée en secondes.

Note 2 à l'article: Le milieu est indiqué dans la spécification particulière.

3.37

capacité thermique

C_{th}

énergie nécessaire pour augmenter de 1 K la température de la thermistance

Note 1 à l'article: La capacité thermique est mesurée en joules et est calculée à l'aide de la formule suivante:

$$C_{th} = \delta \times \tau_c \text{ or } C_{th} = \delta \times \tau_a$$

Note 2 à l'article: La capacité thermique est entièrement déterminée par la conception du composant.

Note 3 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.38

caractéristique tension/courant

relation entre la tension (continue ou valeur efficace pour les tensions alternatives) aux bornes d'une thermistance et le courant en régime permanent appliqué lorsque la thermistance atteint un équilibre thermique en air calme ou dans un milieu calme indiqué dans la spécification particulière, à 25 °C ou à une température indiquée dans la spécification particulière

Note 1 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

3.39

puissance de fonctionnement maximale pour un auto-échauffement limité

$P_{\Delta T}$

valeur maximale de la dissipation de puissance ($I_{\Delta T} \times U_{\Delta T}$), en considérant l'erreur de détection due à la génération de chaleur interne (auto-échauffement) de la thermistance, qui peut être appliquée en continu à la thermistance lors de son utilisation pratique

Note 1 à l'article: Sauf indication contraire dans la spécification particulière, ΔT vaut 1 K. La relation entre $P_{\Delta T}$, $I_{\Delta T}$ et $U_{\Delta T}$ est exprimée par les formules suivantes:

$$P_{\Delta T} = \delta \times \Delta T$$

$$I_{\Delta T} = \sqrt{\frac{\delta \times \Delta T}{R_T}}$$

$$U_{\Delta T} = \sqrt{R_T \times (\delta \times \Delta T)}$$

où

$P_{\Delta T}$ est la puissance de fonctionnement maximale pour un auto-échauffement limité;

δ est le facteur de dissipation;

ΔT est l'augmentation de la température de la thermistance due à la génération de chaleur interne;

$I_{\Delta T}$ est le courant de fonctionnement admissible;

$U_{\Delta T}$ est la tension de fonctionnement admissible;

R_T est la valeur de la résistance à une température T .

Note 2 à l'article: Ce terme est donné uniquement à titre d'information.

4 Éléments généraux

4.1 Unités et symboles

Il convient que les unités, les symboles graphiques, les symboles littéraux et la terminologie proviennent, dans la mesure du possible, des Normes internationales suivantes:

- IEC 60027-1;
- IEC 60050;
- IEC 60617;
- ISO 80000-1:2009.

Si d'autres rubriques sont exigées, il convient qu'elles soient établies conformément aux principes énoncés dans les Normes internationales référencées ci-dessus.

4.2 Valeurs préférentielles et catégorie appropriée

4.2.1 Généralités

Seules les catégories climatiques préférentielles doivent être données dans les valeurs préférentielles.

4.2.2 Catégorie appropriée

Les thermistances CTN couvertes par la présente partie de l'IEC 60539 sont classées en catégories climatiques conformément aux règles générales données à l'Annexe A de l'IEC 60068-1:2013.

Les températures de catégorie inférieure et supérieure ainsi que la durée de chaleur humide, essai continu, doivent être sélectionnées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Températures de catégorie inférieure et supérieure et durée de chaleur humide, essai continu

Température de catégorie inférieure °C	–90, –80, –65, –55, –40, –25, –10, –5, +5
Température de catégorie supérieure °C	30, 40, 55, 70, 85, 100, 105, 125, 150, 155, 175, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000
Durée de chaleur humide, essai continu	12 h, 16 h, 24 h, 2 j, 4 j, 10 j, 21 j, 56 j

La spécification particulière doit préciser la catégorie appropriée.

4.3 Marquage

4.3.1 Généralités

Si l'espace le permet, la thermistance doit porter un marquage clair des éléments ci-dessous, en respectant l'ordre de priorité suivant:

- a) résistance de puissance nulle nominale;
- b) nom du fabricant et/ou marque commerciale;
- c) date de fabrication;

- d) tolérances sur la résistance de puissance nulle nominale;
- e) numéro de la spécification particulière et modèle.

L'emballage contenant la (les) thermistance(s) CTN doit comporter un marquage clair indiquant toutes les informations présentées ci-dessus.

Tout autre marquage doit être appliqué sans qu'il ne puisse porter à confusion.

4.3.2 Marquage des thermistances CTN de petite taille, telles que les thermistances CTN pour montage en surface

En général, le corps des thermistances CTN de petite taille, telles que les thermistances CTN pour montage en surface, n'est pas marqué. Si un marquage peut être appliqué, le corps des thermistances CTN de petite taille doit comporter le maximum d'éléments cités ci-dessus selon ce qui est jugé utile. Il convient d'éviter les redondances sur le marquage de la thermistance CTN.

4.3.3 Codage

Lorsqu'un codage est utilisé pour la valeur de résistance, la tolérance ou la date, la méthode doit être choisie parmi celles spécifiées dans l'IEC 60062.

4.4 Procédures d'assurance de la qualité

Voir l'Annexe Q.

5 Dispositions générales relatives aux mesurages et aux méthodes d'essai

5.1 Généralités

Les spécifications intermédiaires et/ou les spécifications particulières-cadres doivent contenir des tableaux indiquant les essais à effectuer, les mesurages à réaliser avant et après chaque essai ou sous-groupe d'essais, et l'ordre dans lequel ces essais doivent être effectués. Les essais doivent être effectués dans l'ordre indiqué. Les conditions de mesure doivent être identiques pour les mesurages initiaux et finaux. Voir l'Annexe A pour la préparation des règles générales ou des spécifications particulières-cadres.

Si les spécifications nationales d'un système d'assurance de la qualité incluent des méthodes différentes de celles décrites dans les spécifications intermédiaires et/ou les spécifications particulières-cadres, elles doivent être décrites de façon détaillée.

5.2 Conditions atmosphériques normales des essais

Sauf spécification contraire, tous les essais et mesurages doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai indiquées dans l'IEC 60068-1:2013, 4.3:

- température: 15 °C à 35 °C;
- humidité relative: 25 % à 75 %;
- pression atmosphérique: 86 kPa à 106 kPa.

Avant les mesurages, la thermistance CTN doit être stockée à la température de mesure pendant un temps suffisant pour permettre à l'ensemble de la thermistance d'atteindre cette température. La période spécifiée pour la reprise à la fin d'un essai est normalement suffisante.

Pendant les mesurages, la thermistance CTN ne doit pas être exposée à des courants d'air, aux rayons directs du soleil ou à toute autre influence pouvant être à l'origine d'erreurs.

Lorsque des mesurages sont effectués à une température différente de la température spécifiée, les résultats doivent, si nécessaire, être corrigés pour la température spécifiée. La température ambiante pendant les mesurages doit être indiquée dans le rapport d'essai.

Lorsque des essais sont réalisés en séquence, les mesurages finaux d'un essai peuvent être pris comme mesurages initiaux de l'essai suivant.

5.3 Séchage et reprise

5.3.1 Séchage

Lorsque la spécification indique un séchage, la thermistance CTN doit être conditionnée avant d'effectuer le mesurage en suivant la procédure 1 ou 2 comme cela est précisé dans la spécification particulière.

a) Procédure 1

Pendant (24 ± 4) h dans une étuve à une température de (55 ± 2) °C et à une humidité relative ne dépassant pas 20 %.

b) Procédure 2

Pendant (96 ± 4) h dans une étuve à (100 ± 5) °C.

La thermistance CTN doit ensuite être refroidie dans un dessiccateur en utilisant un déshydratant approprié, par exemple de l'alumine activée ou du gel de silice, et elle doit y rester entre le moment où elle est retirée de l'étuve jusqu'au début des essais spécifiés.

5.3.2 Reprise

Sauf spécification contraire, la reprise doit se faire dans les conditions atmosphériques normales des essais (5.2). Si la reprise doit être effectuée dans des conditions étroitement contrôlées, les conditions de reprise contrôlées de l'IEC 60068-1:2013, 4.4.2, doivent être utilisées.

5.4 Montage (pour les thermistances pour montage en surface uniquement)

5.4.1 Généralités

Les thermistances pour montage en surface doivent être fixées sur la carte imprimée par brasage à la vague ou par brasage par refusion comme spécifié en 5.4.3.2 et 5.4.3.3.

5.4.2 Configuration des cartes imprimées et des plages de connexion

Les cartes imprimées qui permettent le montage des thermistances CTN doivent satisfaire aux exigences suivantes.

- a) Le substrat doit normalement être une carte imprimée stratifiée tissée de verre avec de la résine époxy de 1,6 mm d'épaisseur (comme cela est défini dans l'IEC 61249-2-7) ou un substrat en alumine de 0,635 mm et ne doit pas affecter les résultats des essais ou des mesurages. La spécification particulière doit indiquer le matériau à utiliser pour les mesurages électriques.
- b) Le substrat doit être équipé de plages de connexion métallisées correctement espacées pour permettre le montage des thermistances pour montage en surface et il doit présenter une connexion électrique aux bornes des thermistances CTN pour montage en surface. Les détails doivent être indiqués dans la spécification particulière.

Si une autre méthode de montage est utilisée, elle doit être indiquée clairement dans la spécification particulière.

5.4.3 Montage sur carte

5.4.3.1 Généralités

Les thermistances CTN doivent être fixées sur la carte imprimée suivant la méthode spécifiée en 5.4.3.2 ou 5.4.3.3.

5.4.3.2 Méthode de brasage à la vague

Lorsque la spécification particulière indique un brasage à la vague, la procédure de montage suivante s'applique.

- a) La brasure utilisée doit être de la brasure au Sn/Pb eutectique à l'argent (2 % au minimum) avec un flux non activé, comme cela est indiqué dans l'IEC 60068-2-20. D'autres brasures, telles que la 60/40 ou la 63/37, peuvent être utilisées sur les thermistances pour montage en surface. Leur construction inclut des barrières de brasure. La brasure sans plomb utilisée doit être du Sn96,5-Ag3,0-Cu0,5 ou de composition semblable, avec un flux conforme à ceux indiqués dans l'IEC 60068-2-58.
- b) De petits points de colle doivent être appliqués entre les conducteurs du substrat à l'aide d'un dispositif approprié garantissant que les résultats sont reproductibles.
- c) Les thermistances pour montage en surface doivent être placées sur les points à l'aide de pinces. Pour s'assurer que la colle n'a pas été appliquée aux conducteurs, les thermistances pour montage en surface ne doivent pas être déplacées.
- d) Le substrat avec les thermistances pour montage en surface doit avoir subi un traitement thermique dans une étuve à 100 °C pendant 15 min.
- e) Le substrat doit être brasé dans un appareil de brasage à la vague. L'appareil doit être réglé pour avoir une température de préchauffage comprise entre 80 °C et 130 °C, un bain de brasage à (260 ± 5) °C et un temps de brasage de $(5 \pm 0,5)$ s. L'opération de brasage doit être répétée une seule fois (deux cycles au total). Il est préférable d'appliquer la température exigée en fonction du type de brasure.
- f) Le substrat doit être nettoyé pendant 3 min dans un solvant approprié (voir IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993, 3.1.2).

5.4.3.3 Méthode de brasage par refusion

Lorsque la spécification particulière indique un brasage par refusion, la procédure de montage suivante s'applique.

- a) La brasure utilisée, sous forme de pâte ou de préforme, doit être de la brasure au Sn/Pb eutectique à l'argent (2 % au minimum) avec un flux non activé, comme cela est indiqué dans l'IEC 60068-2-20. D'autres brasures, telles que la 60/40 ou la 63/37, peuvent être utilisées sur les thermistances pour montage en surface. Leur construction inclut des barrières de brasure. La brasure sans plomb utilisée sous forme de pâte ou de préforme doit être du Sn96,5-Ag3,0-Cu0,5 ou de composition semblable, avec un flux conforme à ceux indiqués dans l'IEC 60068-2-58.
- b) La thermistance pour montage en surface doit ensuite être montée comme suit.
 - 1) Placer la préforme de brasage sur la plage de connexion en utilisant une méthode appropriée.
 - 2) Appliquer la pâte à braser sur la plage de connexion en utilisant une méthode appropriée. Placer la thermistance CTN sur la plage de connexion de la carte imprimée. Si une préforme de brasage est utilisée, appliquer le flux sur les parties à braser en utilisant une méthode appropriée.
- c) Le substrat doit ensuite être placé dans ou sur un système de chauffage approprié (brasure fondue, plaque chaude, étuve tunnel, etc.). La température de l'unité doit être maintenue entre 215 °C et 260 °C, jusqu'à ce que la brasure fonde et fusionne une nouvelle fois pour former une liaison par brasure homogène, mais pendant moins de 10 s. Il est préférable d'appliquer la température exigée en fonction du type de brasure.

- d) Le flux doit être retiré à l'aide d'un solvant approprié (voir IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993, 3.1.2). Toutes les manipulations suivantes doivent éviter toute contamination. Il convient de veiller à maintenir une propreté suffisante dans les chambres d'essai et pendant les mesurages réalisés après les essais.
- e) En cas d'utilisation du brasage par refusion, les points suivants s'appliquent.
 - 1) La spécification particulière peut exiger une plage de températures plus restreinte.
 - 2) Si une brasure en phase vapeur est appliquée, la même méthode peut être utilisée avec des températures adaptées.

6 Essais et mesurages électriques

6.1 Résistance de puissance nulle

6.1.1 Généralités

La résistance de puissance nulle doit être mesurée à la température indiquée dans la spécification particulière.

6.1.2 Procédures de mesure

Les thermistances CTN doivent être soumises aux procédures de la résistance de puissance nulle de la manière suivante.

- a) Les thermistances CTN doivent être montées normalement dans des pinces résistant à la corrosion, sur une plaque de montage en matériau isolant approprié.
- b) Les thermistances CTN doivent ensuite être complètement immergées dans un bain de mesure contenant un milieu non réducteur et non corrosif, à proximité du thermomètre et pendant un laps de temps suffisant pour permettre une lecture stable de la résistance de puissance nulle.
- c) La résistance de puissance nulle doit être mesurée conformément au circuit de base de la Figure 4.
- d) Tous les mesurages doivent être effectués sans auto-échauffement des dispositifs (état de puissance nulle).

L'erreur totale de mesurage de la dissipation de puissance, de tolérance sur la température et de l'équipement de mesure ne doit pas dépasser 10 % de la tolérance indiquée dans la spécification particulière.

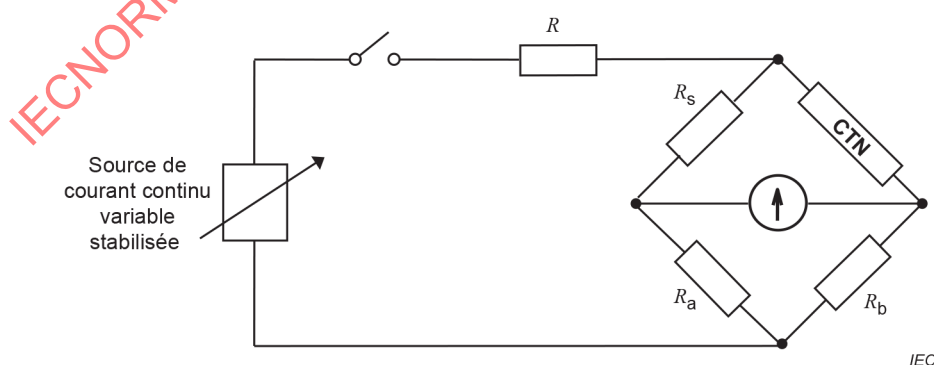


Figure 4 – Circuit de base pour le mesurage de la résistance de puissance nulle

6.1.3 Exigences

La résistance de puissance nulle doit être dans les limites de la tolérance spécifiée.

6.2 Valeur B ou rapport de résistance

6.2.1 Généralités

Calculer la valeur B (voir 3.22) ou le rapport de résistance (voir 3.21) en utilisant les valeurs de résistance de puissance nulle mesurées à 25 °C et à 85 °C (ou à une autre paire de températures pouvant être précisées dans la spécification particulière) en suivant la méthode spécifiée en 3.18.

6.2.2 Exigences

La valeur B ou le rapport de résistance doit être dans les limites de la tolérance spécifiée.

6.3 Résistance d'isolement (pour types isolés seulement)

6.3.1 Généralités

La résistance d'isolement de la couche de protection doit être mesurée comme indiqué dans la spécification particulière. L'électrode exposée de la thermistance CTN et l'autre pôle doivent être espacés d'une distance suffisante pour ne pas être en court-circuit direct.

6.3.2 Méthodes d'essai

Selon les instructions données dans la spécification particulière, l'une des méthodes d'essai suivantes est utilisée.

a) Méthode 1

Les parties non isolées de la thermistance CTN doivent être enroulées dans un matériau bien isolant. La thermistance CTN est placée dans une cuve contenant des billes métalliques de $(1,6 \pm 0,2)$ mm ou $(1,0 \pm 0,2)$ mm de diamètre, de telle sorte que seule la partie de la couche de protection soit immergée. Le métal des billes doit être tel qu'il ne développe pas de surface résistive.

Un exemple de la Méthode 1 est représenté à la Figure 5.

Une électrode est placée dans les billes métalliques.

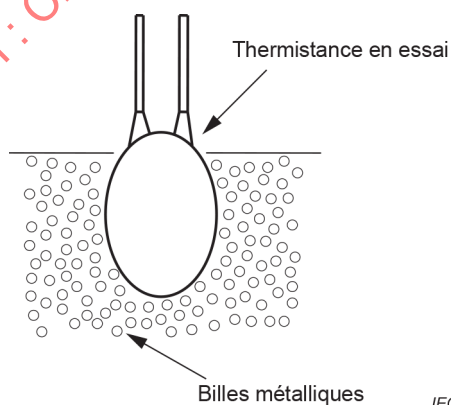


Figure 5 – Exemple de la Méthode 1 pour l'essai de la résistance d'isolement

b) Méthode 2

La thermistance CTN doit être placée dans de l'eau ($\leq 100 \Omega \cdot m$), de telle sorte que seule la partie isolée soit immergée.

Un exemple de la Méthode 2 est représenté à la Figure 6 et à la Figure 7.

Une électrode est immergée dans la solution.

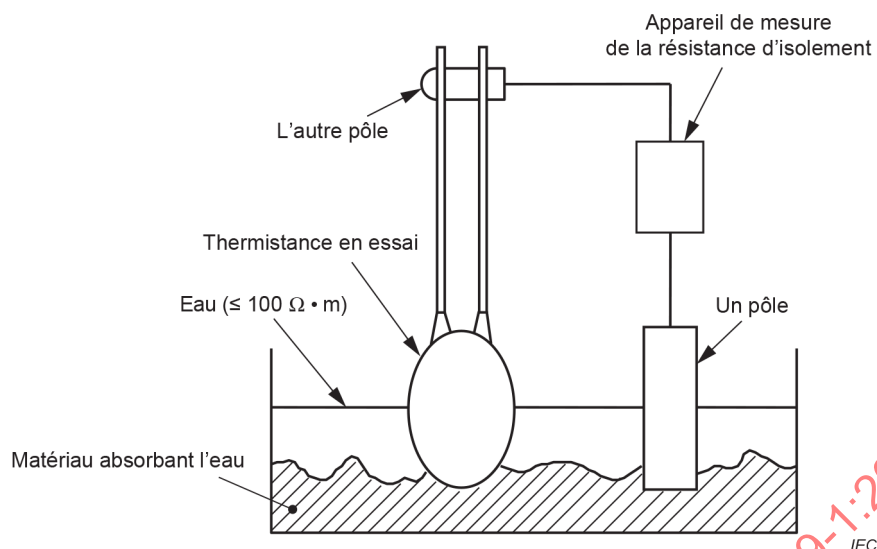


Figure 6 – Exemple de la Méthode 2 pour l'essai de la résistance d'isolement (1)

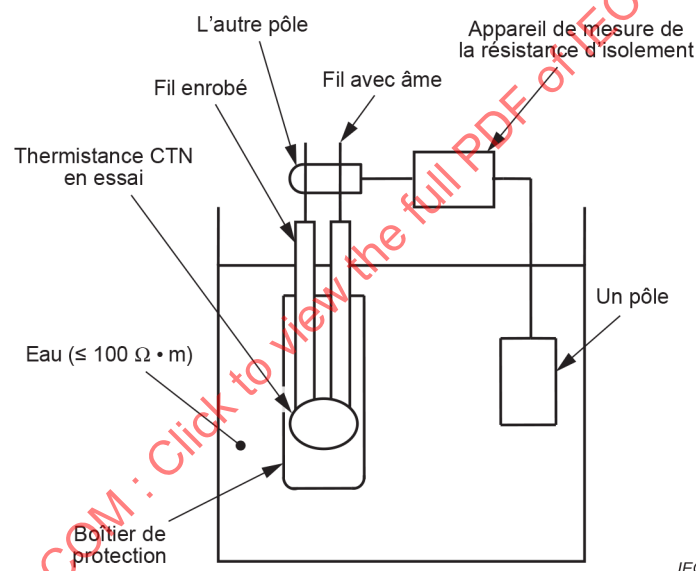


Figure 7 – Exemple de la Méthode 2 pour l'essai de la résistance d'isolement (2)

c) Méthode 3

Une feuille métallique doit être étroitement enroulée autour du corps de la thermistance CTN.

Pour les connexions de sortie de type radial, un espace de 1 mm à 1,5 mm doit être laissé entre le bord de la feuille et chaque connexion de sortie. Pour les types ayant des connexions de sortie axiales, la feuille doit être enroulée autour de tout le corps de la thermistance dépassant d'au moins 5 mm de chaque extrémité, à condition de laisser un espace d'au moins 1 mm entre la feuille et la connexion de sortie. Les extrémités de la feuille ne doivent pas être repliées sur les extrémités de la thermistance CTN.

Un exemple de la Méthode 3 est représenté à la Figure 8.

Dimensions en millimètres

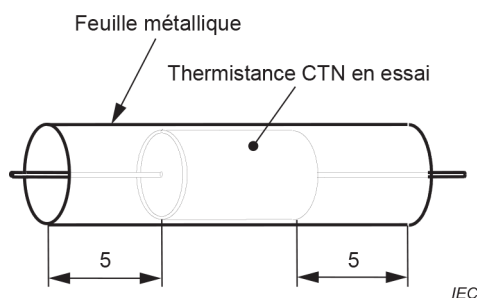


Figure 8 – Exemple de la Méthode 3 pour l'essai de la résistance d'isolement

d) Méthode 4

La thermistance CTN doit être maintenue dans le creux d'un bloc métallique en V de 90° dont la taille est telle que le corps de la thermistance CTN ne dépasse pas les extrémités du bloc.

La force de maintien doit garantir un bon contact entre la thermistance CTN et le bloc.

La thermistance CTN doit être placée dans le bloc en V en respectant les consignes suivantes.

- Pour les thermistances cylindriques: la thermistance doit être placée dans le bloc de telle sorte que la connexion de sortie la plus éloignée de l'axe de la thermistance CTN soit la plus proche d'une des faces du bloc.
- Pour les thermistances rectangulaires: la thermistance CTN doit être placée dans le bloc de telle sorte que la connexion de sortie la plus proche du bord de la thermistance soit la plus proche d'une des faces du bloc.
- Pour les thermistances CTN cylindriques et rectangulaires avec des sorties axiales: tout positionnement excentré du point d'émergence des sorties par rapport au corps doit être ignoré.

Un exemple de la Méthode 4 est représenté à la Figure 9.

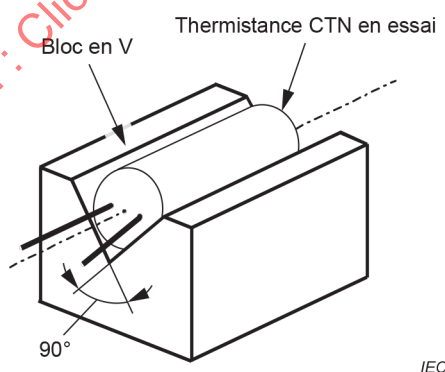


Figure 9 – Exemple de la Méthode 4 pour l'essai de la résistance d'isolement

e) Méthode 5

La thermistance CTN doit être serrée entre des plaques métalliques. La force de serrage doit garantir un bon contact entre la thermistance CTN et le bloc.

f) Méthode 6

La thermistance CTN est isolée de l'accessoire (support de montage, bride et autres) qui constitue un pôle.

6.3.3 Tension appliquée

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la résistance d'isolement doit être mesurée avec une tension continue de (500 ± 15) V entre les deux sorties de la thermistance CTN raccordées l'une à l'autre et qui constituent un pôle, et les billes métalliques, l'eau ($\leq 100 \Omega \cdot m$), la feuille métallique, le bloc en V, les plaques métalliques ou l'accessoire, qui constituent l'autre pôle.

La tension doit être appliquée pendant 1 min ou pendant une durée plus courte, mais permettant d'obtenir une lecture stable, la résistance d'isolement étant lue à la fin de cette période.

6.3.4 Exigences

Lorsque les thermistances CTN sont mesurées comme spécifié, la résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à la valeur appropriée indiquée dans la spécification particulière.

6.4 Tension de tenue (pour types isolés seulement)

6.4.1 Généralités

Les thermistances CTN sont soumises aux essais comme spécifié en 6.4.2 ou comme la spécification particulière l'exige. L'une des méthodes d'essai données en 6.3.2 doit être utilisée.

6.4.2 Tension d'essai

La tension appliquée doit être celle spécifiée dans le document sur la sécurité applicable.

En l'absence de document sur la sécurité, une tension alternative, de fréquence comprise entre 50 Hz et 60 Hz et de valeur crête égale à 1,4 fois la tension d'isolement indiquée dans la spécification particulière, doit être appliquée pendant (60 ± 5) s entre toutes les sorties de la thermistance raccordées les unes aux autres et qui constituent un pôle, et les billes métalliques, la feuille métallique, le bloc en V, les plaques métalliques, l'accessoire ou l'eau propre qui constituent l'autre pôle. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la tension appliquée doit augmenter progressivement à un rythme d'environ 100 V/s.

La durée de l'essai peut être réduite à 1 s à condition que la tension d'essai soit augmentée de 20 %.

6.4.3 Exigences

Aucun claquage ni contournement électrique ne doit être constaté.

6.5 Caractéristique résistance/température

6.5.1 Généralités

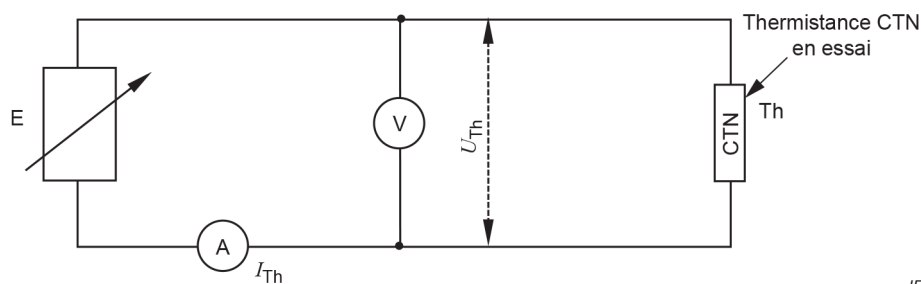
La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite en 6.5.2 et 6.5.3.

6.5.2 Méthodes d'essai

La température de mesure doit être celle indiquée dans la spécification particulière et la caractéristique résistance/température doit être mesurée à l'aide de la méthode décrite en 6.1.2.

6.5.3 Exigences

La caractéristique résistance/température ne doit pas dépasser les limites indiquées dans la spécification particulière.



IEC

Légende

- E source de courant continu variable stabilisée
 V voltmètre en courant continu
 A ampèremètre en courant continu
 Th Thermistance CTN en essai
 U_{Th} tension appliquée à la thermistance CTN en essai
 I_{Th} courant circulant dans la thermistance CTN en essai

Figure 11 – Circuit de mesure du facteur de dissipation

Le courant I_{Th} doit être ajusté jusqu'à ce que le rapport U_{Th}/I_{Th} soit inférieur à 5 % de la valeur de la résistance de puissance nulle à T_b . Lorsque les lectures sont stables, les valeurs de U_{Th} et I_{Th} doivent être enregistrées.

Le facteur de dissipation (δ) doit être calculé en utilisant la formule suivante:

$$\delta = (U_{Th} \times I_{Th}) / (T_b - 25) \quad \text{W/}^\circ\text{C}$$

où

T_b est égale à 85 °C, sauf indication contraire dans la spécification particulière;

U_{Th} est mesurée en V;

I_{Th} est mesuré en A.

6.6.4 Exigences

La dissipation dépend de la spécification particulière.

6.7 Constante de temps thermique par variation de température ambiante (τ_a)**6.7.1 Constante de temps thermique avec transition du froid au chaud pour la variation de température ambiante****6.7.1.1 Généralités**

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 6.7.1.2 à 6.7.1.4.

6.7.1.2 Mesurages initiaux

La résistance de puissance nulle doit être mesurée comme cela est précisé en 6.1 à la température T_i , puis le même mesurage doit être effectué à la température T_a . La température T_i se calcule comme suit:

$$T_i = T_b - (T_b - T_a) \times 0,632$$

où

T_b vaut (273,15 + 85) K, sauf indication contraire dans la spécification particulière;

T_a vaut (273,15 + 25) K, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Les mesurages doivent être enregistrés.

6.7.1.3 Préconditionnement

La thermistance CTN doit être immergée dans un milieu de température T_b et doit pouvoir atteindre la température du milieu.

6.7.1.4 Méthodes d'essai

La thermistance CTN doit être rapidement transférée dans un milieu de température T_a . Le temps nécessaire à la thermistance pour atteindre la résistance de puissance nulle à la température T_i doit être mesuré.

Le temps résultant est la constante de temps thermique par variation de température ambiante.

6.7.2 Constante de temps thermique avec transition du froid au chaud pour la variation de température ambiante

6.7.2.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 6.7.2.2 à 6.7.2.4.

6.7.2.2 Mesurages initiaux

La résistance de puissance nulle doit être mesurée comme cela est précisé en 6.1 à la température T_i , puis le même mesurage doit être effectué à la température T_a . La température T_i se calcule comme suit:

$$T_i = T_a + (T_b - T_a) \times 0,632$$

où

T_b vaut (273,15 + 85) K, sauf indication contraire dans la spécification particulière;

T_a vaut (273,15 + 25) K, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Les mesurages doivent être enregistrés.

6.7.2.3 Préconditionnement

La thermistance CTN doit être immergée dans un milieu de température T_a et doit pouvoir atteindre la température du milieu.

6.7.2.4 Méthodes d'essai

La thermistance CTN doit être rapidement transférée dans un milieu de température T_b . Le temps nécessaire à la thermistance pour atteindre la résistance de puissance nulle à la température T_i doit être mesuré.

Le temps résultant est la constante de temps thermique par variation de température ambiante.

6.7.3 Mesurages finaux et exigences

La constante de temps thermique par variation de température ambiante doit se situer dans les limites indiquées dans la spécification particulière.

6.7.4 Exigences

Le milieu utilisé en 6.7.1.2, 6.7.1.3, 6.7.2.2 et 6.7.2.3, la tolérance sur les températures T_a et T_b , l'air (débit) ou le liquide (débit et viscosité) doivent être définis dans la spécification particulière.

NOTE Cette méthode ne convient pas aux thermistances miniatures car la variation de température pendant le transfert du premier au second milieu peut être à l'origine d'importantes erreurs de mesure.

6.8 Constante de temps thermique par refroidissement après auto-échauffement (τ_c)

6.8.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 6.8.2 à 6.8.5.

6.8.2 Mesurages initiaux

La résistance de puissance nulle doit être mesurée comme cela est précisé en 6.1 à la température T_i , puis le même mesurage doit être effectué à la température T_a . La température T_i se calcule comme suit:

$$T_i = T_a + (T_b - T_a) \times 0,632$$

où

T_b vaut (273,15 + 85) K, sauf indication contraire dans la spécification particulière;

T_a vaut (273,15 + 25) K, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

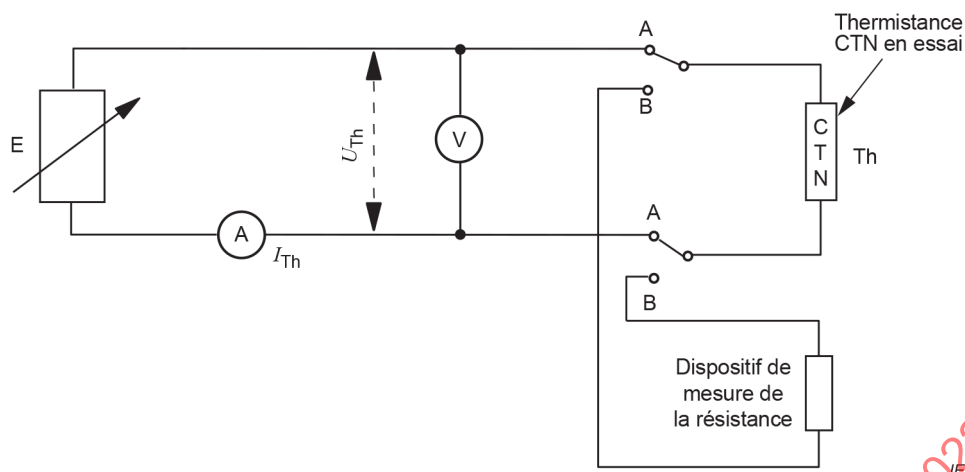
Les mesurages doivent être enregistrés.

D'autres valeurs de T_a et T_b peuvent être indiquées dans la spécification particulière.

6.8.3 Préconditionnement

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la thermistance doit être montée et enfermée dans une chambre comme décrit en 6.6.3. Avant l'insertion dans la chambre, la thermistance CTN doit être connectée au circuit représenté à la Figure 12.

L'exactitude du voltmètre haute impédance et de l'ampèremètre doit être inférieure à 1 %.
L'exactitude du dispositif de mesure de la résistance doit être de 0,1 % ou moins.



Légende

- E source de courant continu variable stabilisée
- V voltmètre en courant continu
- A ampèremètre en courant continu
- Th Thermistance CTN en essai
- U_{Th} tension appliquée à la thermistance CTN en essai
- I_{Th} courant circulant dans la thermistance CTN en essai

Figure 12 – Circuit de mesure de la constante de temps thermique

6.8.4 Méthode d'essai

Lorsque les contacts AA sont fermés, le courant I_{Th} doit être ajusté jusqu'à ce que le rapport U_{Th}/I_{Th} soit compris entre 60 % et 80 % de la résistance de puissance nulle à T_b et que les lectures soient stables.

Actionner le commutateur pour fermer les contacts BB et lancer le chronométrage lorsque la résistance de puissance nulle satisfait aux conditions décrites ci-dessus. Arrêter le chronométrage lorsque la résistance de puissance nulle à T_i est atteinte.

Le temps écoulé entre le début et la fin du chronométrage est la constante de temps thermique.

6.8.5 Mesurages finaux et exigences

La constante de temps thermique doit se situer dans les limites indiquées dans la spécification particulière.

Le milieu utilisé en 6.8.2 et 6.8.3, la tolérance sur les températures T_a et T_b , l'air (débit) ou le liquide (débit et viscosité) doivent être définis dans la spécification particulière.

7 Essais et mesurages mécaniques

7.1 Examen visuel et contrôle des dimensions

7.1.1 Examen visuel

7.1.1.1 Généralités

Un examen visuel du composant doit montrer que l'état, la qualité et la finition sont satisfaisants.

7.1.1.2 Marquage

Le marquage doit être lisible à l'examen visuel.

7.1.2 Dimensions

7.1.2.1 Calibrage

Les dimensions indiquées dans la spécification particulière comme étant appropriées au calibrage doivent être vérifiées. Elles doivent être conformes aux valeurs précisées dans la spécification particulière.

Lorsque cela est applicable, les mesurages doivent être effectués conformément à l'IEC 60294 ou à l'IEC 60717.

7.1.2.2 Détail

Toutes les dimensions exigées par la spécification particulière doivent être vérifiées et doivent être conformes aux valeurs indiquées.

7.2 Robustesse des sorties (ne s'applique pas aux thermistances pour montage en surface)

7.2.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 7.2.2 à 7.2.7.

7.2.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

7.2.3 Méthodes d'essai

Les thermistances CTN doivent être soumises à la procédure des essais U_{a1} , U_b et U_c de l'IEC 60068-2-21, selon le cas.

Les essais U_b et U_c ne doivent pas être appliqués si la spécification particulière décrit que les sorties sont rigides.

7.2.4 Essai U_{a1} – Traction

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la force à appliquer pendant 10 s doit être comme suit.

- Pour tous les types de sorties sauf les fils de sortie: 20 N.
- Pour les fils de sortie: voir Tableau 2.

Tableau 2 – Force de traction

Section nominale (S) ^a mm ²	Diamètre correspondant (d) pour les fils de section circulaire mm	Force avec une tolérance de $\pm 10\%$ N
$S \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	1
$0,05 < S \leq 0,1$	$0,25 < d \leq 0,35$	2,5
$0,1 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	5
$0,2 < S \leq 0,5$	$0,5 < d \leq 0,8$	10
$0,5 < S \leq 1,2$	$0,8 < d \leq 1,25$	20
$1,2 < S$	$1,25 < d$	40

^a Pour les fils de section circulaire, les méplats ou les broches, la section nominale est égale à la valeur calculée d'après la ou les dimensions nominales indiquées dans la spécification applicable. Pour les fils multibrins, la section nominale est obtenue en prenant la somme des sections des différents brins du conducteur spécifié dans la spécification applicable.

7.2.5 Essai Ub – Pliage (sur la moitié des sorties)

Deux pliages successifs doivent être appliqués (méthode 1).

7.2.6 Essai Uc – Torsion (sorties restantes)

Deux rotations de 180° doivent être appliquées (sévérité 2).

7.2.7 Mesurages finaux et exigences

Après chacun de ces essais, les thermistances doivent être examinées visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Après l'essai, les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés et être conformes aux exigences indiquées dans la spécification particulière.

7.3 Vibrations

7.3.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 7.3.2 à 7.3.4.

7.3.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

7.3.3 Procédures d'essai

Les thermistances CTN doivent être solidement montées par leurs sorties et/ou par leurs moyens de montage normal, comme cela est défini dans la spécification particulière.

La conception de la thermistance CTN peut être telle que des supports de montage spéciaux soient exigés pour son utilisation.

Dans ce cas, la spécification particulière doit décrire les supports de montage. Ces supports de montage doivent être utilisés lors des essais de vibrations, de secousses et de chocs.

Les thermistances CTN doivent être soumises à la procédure de l'essai Fc de l'IEC 60068-2-6, en utilisant le degré de sévérité indiqué dans la spécification particulière.

Pendant la dernière heure de l'essai de vibrations, un mesurage électrique doit être effectué dans chaque direction du mouvement pour déterminer la présence de contact intermittent, de circuit ouvert ou de court-circuit, comme cela est défini dans la spécification particulière. Les dispositifs de détection doivent être suffisamment sensibles pour détecter une interruption.

7.3.4 Inspection finale, mesurages et exigences

Après l'essai, les thermistances CTN doivent être examinées visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière applicable doivent être mesurés en suivant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur initialement mesurée ne doit pas dépasser la limite indiquée dans la spécification particulière.

7.4 Chocs

7.4.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 7.4.2 à 7.4.5.

7.4.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

7.4.3 Montage

Le montage doit être comme spécifié en 7.3.3.

7.4.4 Procédures d'essai

Les thermistances CTN doivent être soumises à la procédure de l'essai Ea de l'IEC 60068-2-27, en utilisant le degré de sévérité approprié indiqué dans la spécification particulière. Une onde semi-sinusoidale ou une autre forme d'onde pulsée spécifiée dans l'IEC 60068-2-27:2008, 4.1.1 (forme d'onde pulsée fondamentale) doit être utilisée.

7.4.5 Inspection finale, mesurages et exigences

Après l'essai, les thermistances doivent être examinées visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière applicable doivent être mesurés en suivant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur initialement mesurée ne doit pas dépasser la limite indiquée dans la spécification particulière.

7.5 Chute libre

7.5.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 7.5.2 à 7.5.4.

7.5.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés indiqués dans la spécification particulière applicable doivent être mesurés en suivant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

7.5.3 Procédures d'essai

Les thermistances CTN doivent être soumises à la Procédure 1 de l'IEC 60068-2-31.

7.5.4 Inspection finale, mesurages et exigences

Après l'essai, les thermistances doivent être examinées visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière applicable doivent être mesurés en suivant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur initialement mesurée ne doit pas dépasser la limite indiquée dans la spécification particulière.

7.6 Essai de cisaillement (adhérence) (pour les thermistances CTN pour montage en surface seulement)

7.6.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 7.6.2 à 7.6.4.

7.6.2 Mesurages initiaux

Les thermistances CTN pour montage en surface doivent être montées comme cela est décrit dans l'IEC 60068-2-21:2021, 8.2. et 8.3. Les thermistances CTN pour montage en surface doivent être examinées visuellement lorsqu'elles sont montées.

7.6.3 Conditions d'essai

Les thermistances doivent être soumises à l'essai Ue3 de l'IEC 60068-2-21 dans les conditions suivantes.

- Une force de 5 N doit être appliquée progressivement au corps de la thermistance pour montage en surface, sans choc, et elle doit être maintenue pendant une durée de (10 ± 1) s.

7.6.4 Inspection finale, mesurages et exigences

Les thermistances pour montage en surface doivent être examinées visuellement lorsqu'elles sont montées. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

7.7 Essai de pliage du substrat (pour les thermistances CTN pour montage en surface seulement)

7.7.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 7.7.2 à 7.7.4.

7.7.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

La résistance de puissance nulle de la thermistance CTN pour montage en surface doit être mesurée comme cela est spécifié en 6.1 et dans la spécification intermédiaire applicable.

7.7.3 Procédures d'essai

La thermistance CTN doit être soumise à l'essai Ue de l'IEC 60068-2-21, en respectant les conditions précisées dans la spécification particulière pour la déviation D et le nombre de pliages.

La résistance de puissance nulle de la thermistance pour montage en surface doit être mesurée comme cela est spécifié en 7.7.2 avec la carte en position pliée.

La carte imprimée doit pouvoir se redresser depuis la position pliée, puis être retirée du gabarit d'essai.

7.7.4 Inspection finale, mesurages et exigences

Les thermistances CTN pour montage en surface doivent être examinées visuellement et aucun dommage visible ne doit être constaté. Le marquage doit également être lisible.

A titre de référence, une autre méthode d'essai de pliage du substrat est la suivante: la résistance de puissance nulle est mesurée avant de monter la carte imprimée sur le gabarit d'essai.

Après l'essai de pliage, elle est retirée du gabarit d'essai et la résistance de puissance nulle est mesurée une nouvelle fois.

La variation de la résistance, après l'essai ou pendant le pliage, ne doit pas dépasser les limites précisées dans la spécification particulière.

8 Essais environnementaux et climatiques

8.1 Variation rapide de la température

8.1.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 8.1.2 à 8.1.4.

8.1.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur mesurée en 6.1.2 ne doit pas dépasser la limite indiquée dans la spécification particulière.

8.1.3 Procédures d'essai

Les thermistances doivent être soumises à la procédure de l'essai Na de l'IEC 60068-2-14 comme suit.

- La température minimale T_A doit être la température de catégorie inférieure.
- La température maximale T_B doit être la température de catégorie supérieure.
- Le nombre de cycles doit être choisi parmi: 5, 10, 25, 50, 100, 500 et 1 000.
- Le milieu de la chambre d'essai, s'il est différent de l'air, doit être indiqué dans la spécification particulière.

8.1.4 Inspection finale, mesurages et exigences

Les thermistances CTN doivent être examinées visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur mesurée en 8.1.2 ne doit pas dépasser la limite indiquée dans la spécification particulière.

Pour les types isolés, la résistance d'isolement doit être mesurée selon 6.3 et sa valeur ne doit pas être inférieure à celle indiquée dans la spécification particulière.

8.2 Choc thermique

8.2.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 8.2.2 à 8.2.4.

8.2.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

8.2.3 Procédures d'essai

Les thermistances CTN doivent être soumises à la procédure de l'essai Nc de l'IEC 60068-2-14 comme suit.

- La température minimale T_A doit être la température de catégorie inférieure.
- La température maximale T_B doit être la température de catégorie supérieure.
- La durée d'immersion t_1 et le temps de transition t_2 doivent être indiqués dans la spécification particulière.
- Le nombre de cycles doit être choisi parmi: 5, 10, 25, 50 et 100.
- Le milieu du bain d'essai, s'il ne s'agit pas d'eau ou d'huile, doit être indiqué dans la spécification particulière.

8.2.4 Inspection finale, mesurages et exigences

Après l'essai, les thermistances doivent être examinées visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière applicable doivent être mesurés en suivant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur initialement mesurée ne doit pas dépasser la limite indiquée dans la spécification particulière.

8.3 Froid

8.3.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 8.3.2 à 8.3.4.

8.3.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

8.3.3 Procédures d'essai

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite ci-dessous.

a) Méthode 1

Les thermistances CTN pour les applications de détection doivent être soumises à la procédure de l'essai Ab de l'IEC 60068-2-1, en utilisant le degré de sévérité de la température de catégorie inférieure précisé dans la spécification particulière. La température de catégorie inférieure doit être sélectionnée dans le Tableau 1 et la durée de l'essai doit être choisie parmi 2 h, 16 h, 72 h, 96 h, 168 h, 250 h, 500 h et 1 000 h.

Le spécimen peut être chargé dans la chambre d'essai à n'importe quelle température comprise entre la température de la salle d'essai et la température de catégorie inférieure.

b) Méthode 2

Les thermistances CTN pour les autres applications doivent être soumises à la procédure de l'essai Ad de l'IEC 60068-2-1, en utilisant le degré de sévérité de la température de catégorie inférieure précisé dans la spécification particulière. La température de catégorie inférieure doit être sélectionnée dans le Tableau 1 et la durée de l'essai doit être choisie parmi 2 h, 16 h, 72 h, 96 h, 168 h, 250 h, 500 h et 1 000 h.

8.3.4 Inspection finale, mesurages et exigences

Les thermistances CTN doivent être examinées visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur mesurée en 8.3.2 ne doit pas dépasser la limite indiquée dans la spécification particulière.

Pour les types isolés, la résistance d'isolement doit être mesurée conformément au 6.3 et sa valeur ne doit pas être inférieure à celle indiquée dans la spécification particulière.

8.4 Chaleur sèche**8.4.1 Généralités**

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite ci-dessous.

8.4.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

8.4.3 Procédures d'essai

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite ci-dessous.

a) Méthode 1

Les thermistances CTN pour les applications de détection doivent être soumises à la procédure de l'essai Bb de l'IEC 60068-2-2, en utilisant le degré de sévérité de la température de catégorie supérieure précisé dans la spécification particulière. La durée de l'essai doit être choisie parmi: 2 h, 16 h, 72 h, 96 h, 168 h, 250 h, 500 h et 1 000 h.

Le spécimen peut être chargé dans la chambre d'essai à n'importe quelle température comprise entre la température de la salle d'essai et la température de catégorie supérieure.

b) Méthode 2

Les thermistances CTN pour les autres applications doivent être soumises à la procédure de l'essai Bd de l'IEC 60068-2-2, en utilisant le degré de sévérité de la température de catégorie supérieure précisé dans la spécification particulière. La température de catégorie supérieure doit être sélectionnée dans le Tableau 1 et la durée de l'essai doit être choisie parmi: 2 h, 16 h, 72 h, 96 h, 168 h, 250 h, 500 h et 1 000 h.

8.4.4 Inspection finale, mesurages et exigences

Les thermistances CTN doivent être examinées visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur mesurée en 8.4.2 ne doit pas dépasser la limite indiquée dans la spécification particulière.

Pour les types isolés, la résistance d'isolement doit être mesurée selon 6.3 et sa valeur ne doit pas être inférieure à celle indiquée dans la spécification particulière.

8.5 Chaleur humide, essai continu

8.5.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 8.5.2 à 8.5.5.

8.5.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

8.5.3 Procédures d'essai

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite ci-dessous.

a) Méthode 1

Les thermistances CTN non isolées doivent être soumises à la procédure de l'essai Cab de l'IEC 60068-2-78, en utilisant la sévérité correspondant à la catégorie climatique de la thermistance CTN indiquée dans la spécification particulière.

b) Méthode 2

Pour les types isolés, la même procédure doit être appliquée et il convient d'appliquer la tension d'essai indiquée dans la spécification particulière, qui tient compte de sa situation d'utilisation pratique.

8.5.4 Reprise

A la fin de cette période, les thermistances CTN doivent être retirées de la chambre et être ensuite soumises à reprise selon 9.1.5.

8.5.5 Inspection finale, mesurages et exigences

Les thermistances CTN doivent être examinées visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les caractéristiques ci-dessous des thermistances CTN doivent être mesurées et respectées.

a) Thermistances CTN non isolées

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée.

b) Pour les types isolés

La variation de la valeur par rapport à la valeur initialement mesurée ne doit pas dépasser celle indiquée dans la spécification particulière.

Pour les types isolés, la résistance d'isolement doit être mesurée selon 6.3 et sa valeur ne doit pas être inférieure à celle indiquée dans la spécification particulière. Les thermistances CTN doivent supporter l'essai de tension de tenue comme cela est défini en 6.4 sans claquage ni contournement.

8.6 Endurance

8.6.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 8.6.2 à 8.6.6.

8.6.2 Endurance à la température de la salle avec un courant continu maximal appliqué ($I_{\max 25}$) (seulement pour les thermistances de limitation du courant d'appel)

8.6.2.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 8.6.2.2 à 8.6.2.5.

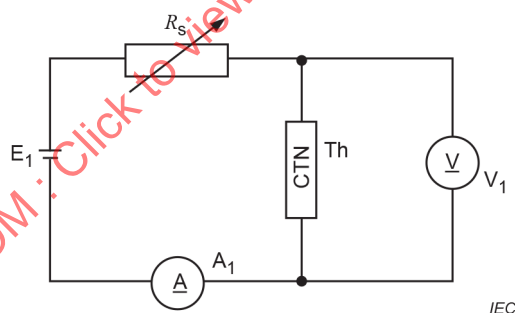
8.6.2.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

8.6.2.3 Procédures d'essai

Les exigences suivantes s'appliquent.

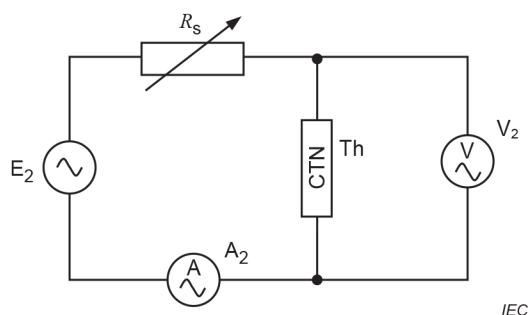
- Les thermistances CTN doivent être connectées au circuit représenté à la Figure 13.
- Les thermistances CTN doivent être connectées de telle sorte que la longueur effective de leurs sorties soit de 20 mm à 25 mm, sauf indication contraire dans la spécification particulière applicable.
Les thermistances doivent être placées de telle sorte que la température de n'importe quelle thermistance n'ait pas un effet sensible sur la température d'une autre thermistance.
- Les thermistances CTN doivent être soumises à un essai d'endurance de 42 j (1 000 h) à une température ambiante comprise entre 15 °C et 35 °C. La température ne doit pas varier de plus de ± 5 °C par rapport à la température du début de l'essai.
- Le courant $I_{\max 25}$ doit être ajusté.



Légende

E_1	source de courant continu variable stabilisée
R_s	charge (résistance variable)
V_1	voltmètre en courant continu
A_1	ampèremètre en courant continu
Th	Thermistance CTN en essai

Figure 13 – Endurance à la température de la salle avec circuit d'évaluation $I_{\max 25}$



Légende

- E_2 source de courant continu variable stabilisée
- R_s charge (résistance variable)
- V_2 voltmètre en courant continu
- A_2 ampèremètre en courant continu
- Th Thermistance CTN en essai

Figure 14 – Endurance à la température de la salle avec circuit d'évaluation $I_{\max 25}$

8.6.2.4 Mesurage intermédiaire

Après 168 h, 500 h et 1 000 h, la charge doit être retirée et les thermistances CTN doivent pouvoir se rétablir conformément au 9.1.5.

Après les mesurages intermédiaires, les thermistances CTN doivent être replacées dans les conditions d'essai. L'intervalle entre la fin des conditions d'essai et le retour aux conditions d'essai pour toute thermistance CTN ne doit pas dépasser 12 h.

8.6.2.5 Inspection finale, mesurages et exigences

Les thermistances CTN doivent ensuite être examinées visuellement.

Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée. La variation par rapport aux valeurs mesurées en 8.6.2.2 ne doit pas dépasser la limite indiquée dans la spécification particulière applicable.

8.6.3 Endurance à la température de la salle avec un courant cyclique maximal appliqué ($I_{\max 25}$) (seulement pour les thermistances de limitation du courant d'appel)

8.6.3.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 8.6.3.2 à 8.6.3.5.

8.6.3.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

8.6.3.3 Procédures d'essai

Les exigences suivantes s'appliquent.

- a) Les thermistances CTN doivent être connectées au circuit représenté à la Figure 13 ou Figure 14.
- b) Les thermistances CTN doivent être connectées de telle sorte que la longueur effective de leurs sorties soit de 20 mm à 25 mm, sauf indication contraire dans la spécification particulière applicable.

Les thermistances CTN doivent être placées de telle sorte que la température de n'importe quelle thermistance CTN n'ait pas un effet sensible sur la température d'une autre thermistance CTN. Les thermistances CTN ne doivent pas être exposées à des courants d'air excessifs.

- c) Les thermistances doivent être soumises à un essai d'endurance de 1 000 cycles à une température ambiante comprise entre 15 °C et 35 °C. La température ne doit pas varier de plus de ± 5 °C par rapport à la température du début de l'essai.
- d) Le courant $I_{\max 25}$ doit être ajusté.

- e) La puissance doit être appliquée par intermittence pendant 1 000 cycles, un cycle comprenant une mise sous tension pendant 1 min et une mise hors tension pendant 5 min, sauf indication contraire dans la spécification particulière applicable.

Les cycles doivent commencer avec les thermistances CTN refroidies à la température de la salle et doivent se terminer avec les thermistances CTN dissipant la puissance électrique ($P_{\max 25}$).

Ceci signifie qu'il convient que chaque cycle couvre la partie de la courbe R/T située entre la température de la salle et la dissipation de puissance électrique ($P_{\max 25}$).

8.6.3.4 Mesurage intermédiaire

Après environ 500 cycles et 1 000 cycles, la charge doit être retirée et les thermistances CTN doivent pouvoir se rétablir conformément au 9.1.5.

Après les mesurages intermédiaires, les thermistances doivent être replacées dans les conditions d'essai. L'intervalle entre la fin des conditions d'essai et le retour aux conditions d'essai pour toute thermistance CTN ne doit pas dépasser 12 h.

8.6.3.5 Inspection finale, mesurages et exigences

Les thermistances CTN doivent ensuite être examinées visuellement. Aucun dommage ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent ensuite être mesurés en utilisant la méthode spécifiée. La variation par rapport aux valeurs mesurées en 8.6.3.2 ne doit pas dépasser la limite indiquée dans la spécification particulière applicable.

8.6.4 Endurance à T_3 et $P_{\max}$ (seulement pour les thermistances autres que les thermistances de limitation du courant d'appel)

8.6.4.1 Généralités

La méthode d'essai doit être conforme à celle décrite de 8.6.4.2 à 8.6.4.6.

8.6.4.2 Mesurages initiaux

Les paramètres appropriés, par exemple la résistance de puissance nulle, indiqués dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.