

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient –
Part 1: Generic specification**

**Thermistances – Coefficient de température positif à chauffage direct –
Partie 1: Spécification générique**



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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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



**Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient –
Part 1: Generic specification**

**Thermistances – Coefficient de température positif à chauffage direct –
Partie 1: Spécification générique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.040.30

ISBN 978-2-8322-5731-9

**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.....	7
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	10
4 General requirements	19
4.1 Units and symbols.....	19
4.2 Preferred values	20
4.2.1 Climatic categories	20
4.2.2 Spacings	20
4.3 Marking.....	20
4.3.1 General	20
4.3.2 Coding.....	21
5 General provisions for measurements and test method.....	21
5.1 General.....	21
5.2 Standard conditions for testing.....	21
5.2.1 Standard atmospheric conditions for testing	21
5.2.2 Error of measurement.....	21
5.3 Drying and recovery.....	21
5.3.1 Drying.....	21
5.3.2 Recovery	22
5.3.3 Shock test severities.....	22
5.3.4 Vibration severities	22
5.4 Mounting (for surface mount thermistors only)	22
5.4.1 General	22
5.4.2 Printed wiring board and land pattern	23
5.4.3 Wave soldering method	23
5.4.4 Reflow soldering method	23
6 Electrical tests and measurements	24
6.1 Zero-power resistance	24
6.1.1 General.....	24
6.1.2 Measurement procedures	24
6.1.3 Requirements	25
6.2 Temperature coefficient of resistance	25
6.2.1 General	25
6.2.2 Requirements	25
6.3 Insulation resistance (for insulated types only).....	25
6.3.1 General	25
6.3.2 Test methods.....	25
6.3.3 Applied voltage.....	26
6.3.4 Requirements	26
6.4 Voltage proof (for insulated types only).....	26
6.4.1 General	26
6.4.2 Test methods.....	26
6.4.3 Test voltage.....	26
6.4.4 Requirements	26
6.5 Resistance/temperature characteristic	26

6.5.1	Test methods.....	26
6.5.2	Requirements	27
6.6	Dissipation factor at $U_{\max}$ (δ)	27
6.6.1	General	27
6.6.2	Preconditioning.....	27
6.6.3	Test circuit.....	27
6.6.4	Test methods.....	27
6.6.5	Requirements	28
6.7	Response time by ambient temperature change (t_a)	28
6.7.1	General	28
6.7.2	Preconditioning.....	28
6.7.3	Test procedures.....	28
6.7.4	Measurement procedures	29
6.7.5	Requirements	29
6.8	Response time by power change (t_p)	29
6.8.1	Mounting	29
6.8.2	Test methods.....	29
6.9	Thermal time constant by ambient temperature change (τ_a).....	30
6.10	Thermal time constant by cooling (τ_c)	30
6.10.1	Mounting	30
6.10.2	Test methods.....	30
6.10.3	Requirements	32
6.11	Tripping current and tripping time.....	32
6.12	Non-tripping current.....	32
6.13	Residual current.....	32
6.14	Surface temperature	33
6.15	Inrush current	34
6.15.1	Measuring circuit.....	34
6.15.2	Measuring method	34
6.16	Energy by discharge	35
6.16.1	Measuring circuit	35
6.16.2	Measuring method	35
7	Mechanical test and measurements.....	36
7.1	Visual examination and check of dimensions	36
7.1.1	Visual examination	36
7.1.2	Marking	36
7.1.3	Dimensions (gauging).....	36
7.1.4	Dimensions (detail).....	36
7.2	Robustness of terminations.....	36
7.2.1	General	36
7.2.2	Test U_{a1} – Tensile	36
7.2.3	Test U_b – Bending	37
7.2.4	Test U_c – Torsion	37
7.2.5	Visual examination	37
7.2.6	Final measurements and requirements	37
7.3	Vibration	37
7.4	Shock	38
7.5	Shear (adhesion) test.....	38

7.5.1	Test conditions	38
7.5.2	Test methods	38
7.5.3	Requirements	38
7.6	Substrate bending test	38
7.6.1	Mounting	38
7.6.2	Initial measurements	39
7.6.3	Test procedures	39
7.6.4	Measurements	39
7.6.5	Requirements	39
7.6.6	Final inspection and requirements	39
8	Environmental and climatic tests	39
8.1	Rapid change of temperature	39
8.2	Climatic sequence	39
8.2.1	General	39
8.2.2	Initial measurements	39
8.2.3	Dry heat	40
8.2.4	Damp heat (cyclic), first cycle	40
8.2.5	Cold	40
8.2.6	Low air pressure	40
8.2.7	Damp heat (cyclic), remaining cycles	40
8.2.8	Final measurements	40
8.3	Damp heat, steady state	41
8.4	Endurance	41
8.4.1	Endurance at room temperature (cycling)	41
8.4.2	Endurance at upper category temperature	42
8.4.3	Endurance at maximum operating temperature and maximum voltage	43
8.4.4	Cold environment electrical cycling	44
8.4.5	Thermal runaway	45
9	Test related to component assembly	45
9.1	Solderability	45
9.1.1	General	45
9.1.2	Thermistors with leads	45
9.1.3	Surface mount thermistors	46
9.2	Resistance to soldering heat	46
9.2.1	General	46
9.2.2	Test conditions	46
9.2.3	The period of recovery	47
9.2.4	Requirements for except surface mount thermistors	47
9.2.5	Requirements for surface mount thermistors	47
10	Quality assessment procedures	47
Annex A (informative)	Mounting for electrical measurements	48
A.1	Mounting for thermistors without wire terminations	48
A.2	Mounting for thermistors with wire terminations	48
A.3	Mounting for surface mount thermistors	49
Annex B (informative)	Mounting for temperature measurements	51
Annex Q (normative)	Quality assessment procedures	52
Q.1	General	52
Q.2	Applicability of qualification approval	52

Q.3	Primary stage of manufacture	52
Q.4	Subcontracting.....	52
Q.5	Structurally similar components	52
Q.5.1	General	52
Q.5.2	For electrical tests	53
Q.5.3	For environmental tests	53
Q.5.4	For visual inspection.....	53
Q.5.5	For endurance tests.....	53
Q.6	Qualification approval procedures.....	53
Q.6.1	Eligibility for qualification approval.....	53
Q.6.2	Application for qualification approval	53
Q.6.3	Test procedure for qualification approval	53
Q.6.4	Qualification approval based on the fixed sample size procedure.....	54
Q.6.5	Granting of qualification approval	59
Q.6.6	Maintenance of qualification approval	59
Q.6.7	Quality conformance inspection	60
Q.7	Rework and repair.....	61
Q.7.1	Rework	61
Q.7.2	Repair	61
Q.8	Release for delivery	61
Q.8.1	General	61
Q.8.2	Release for delivery under qualification approval before the completion of group B tests	62
Q.9	Certified test records of released lots.....	62
Q.10	Delayed delivery	62
Q.11	Alternative test methods	62
Q.12	Manufacture outside the geographical limits.....	62
Q.13	Unchecked parameters	62
Annex X (informative)	Cross-references to IEC 60738-1:2009.....	63
Bibliography		65
Figure 1	– Typical resistance-temperature characteristic and definitions for PTC thermistors (at zero power)	12
Figure 2	– Typical R-TNF characteristic for PTC thermistors in sensor applications	13
Figure 3	– Typical current/voltage characteristic for PTC thermistors	14
Figure 4	– I_{in} against t at U_{dc}	17
Figure 5	– I_{in} against t at U_{RMS}	17
Figure 6	– Dissipation factor test circuit	28
Figure 7	– Temperature gradient.....	29
Figure 8	– Circuit for measurement of thermal time constant by cooling	30
Figure 9	– Circuit for surface temperature measurement.....	33
Figure 10	– Measuring circuit.....	34
Figure 11	– Measuring circuit.....	35
Figure 12	– Circuit for endurance at maximum operating temperature and maximum voltage.....	44
Figure A.1	– Example of a preferred mounting method for thermistors without wire terminations	48

Figure A.2 – Example of a preferred mounting method for thermistors with wire terminations	49
Figure A.3 – Example of a preferred mounting method for surface mount thermistors	50
Figure B.1 – Example of a preferred mounting method for temperature measurement on cylindrical heating elements	51
Table 1 – Creepage distances and clearances	20
Table 2 – Test severities of vibration	22
Table 3 – Tensile force	37
Table 4 – Number of cycles per climatic category	40
Table A.1 – Recommended land dimensions.....	50
Table Q.1 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for current limitation – Assessment level EZ.....	56
Table Q.2 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for use as heating elements – Assessment level EZ.....	57
Table Q.3 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for inrush current application – Assessment level EZ	58
Table Q.4 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for use as temperature sensing elements – Assessment level EZ	59
Table Q.5 – Quality conformance inspection for lot-by-lot inspection.....	60
Table Q.6 – Quality conformance inspection for periodic testing	61
Table X.1 – Cross-references to the previous edition	63

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60738-1:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**THERMISTORS – DIRECTLY HEATED POSITIVE
TEMPERATURE COEFFICIENT –****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 60738-1 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 2006 and Amendment 1:2009. 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 with ISO/IEC Directives; categorization and reorganization of test methods into these categories;
- b) Some wordings, figures and references have been revised.

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

Draft	Report on voting
40/2969/FDIS	40/2977/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 60738 series, published under the general title *Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient*, 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.

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

THERMISTORS – DIRECTLY HEATED POSITIVE TEMPERATURE COEFFICIENT –

Part 1: Generic specification

1 Scope

This part of IEC 60738 describes terms and methods of test for positive step-function temperature coefficient thermistors, insulated and non-insulated types, typically made from ferro-electric semi-conductor materials.

It establishes standard terms, inspection procedures and methods of test for use in detail specifications for qualification approval and for quality assessment systems for electronic components.

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 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

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

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

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

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test 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 60068-2-13, *Environmental testing – Part 2-13: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*
Amendment 1 (1986)

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

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

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12-hour cycle)*

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 60068-2-78, *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 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at <http://std.iec.ch/iec60617>)

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

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

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*

IEC 61760-1, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)*

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

3 Terms and definitions

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

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

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

3.1

type

group of components having similar design features and whose similar manufacturing techniques enable them to be grouped together either for qualification approval or for quality conformance inspection

Note 1 to entry: A type is generally covered by a single detail specification.

Note 2 to entry: Components described in several detail specifications can, in some cases, be considered as belonging to the same type, but they are generally covered by a single detail specification.

3.2

style

variation within a type having specific nominal dimensions and characteristics

3.3 thermistor

thermally sensitive semiconducting resistor which exhibits a significant change in electrical resistance with a change in body temperature

3.4 positive temperature coefficient thermistor

thermistor whose resistance increases with its increasing temperature throughout the useful part of its characteristic

3.5 positive step-function temperature coefficient thermistor PTC

thermistor which shows a step-like increase in its resistance when the increasing temperature reaches a specific value

Note 1 to entry: A PTC thermistor will show secondary effects which are to be considered.

3.6 zero-power resistance R_T

value of the resistance of a PTC thermistor, at a given temperature, under conditions such that the change in resistance due to the internal generation of heat is negligible with respect to the total error of measurement

Note 1 to entry: Any resistance value of a PTC thermistor is dependent on the value and the mode of the applied voltage (AC or DC) and, when an AC source is used, on the frequency (see 3.8 and 3.9).

3.7 nominal zero-power resistance R_n

DC resistance value of a thermistor measured at a specified temperature, preferably at 25 °C, with a power dissipation low enough that any further decrease in power will result only in a negligible change in resistance

Note 1 to entry: Zero-power resistance can also be measured using AC if required by the detail specification.

3.8 voltage dependency

secondary effect exhibiting a decreasing resistance with increasing voltage across the thermistor when measured at a constant body temperature

3.9 frequency dependency

secondary effect exhibiting a substantial decrease of the positive temperature coefficient of the thermistor when the frequency increases

3.10 resistance/temperature characteristic

relationship between the zero-power resistance of a thermistor and the temperature of the thermo-sensitive element when measured under specified reference conditions (see Figure 1)

Note 1 to entry: PTC thermistors can have more than one resistance/temperature characteristic specified. The zero-power resistance of the resistance/temperature characteristics can be measured using a pulse voltage (U_{pulse}) higher than 1,5 V, which is specified in the detail specification. The right curve in Figure 1 shows the typical resistance/temperature characteristic when using the pulse voltage (U_{pulse}).

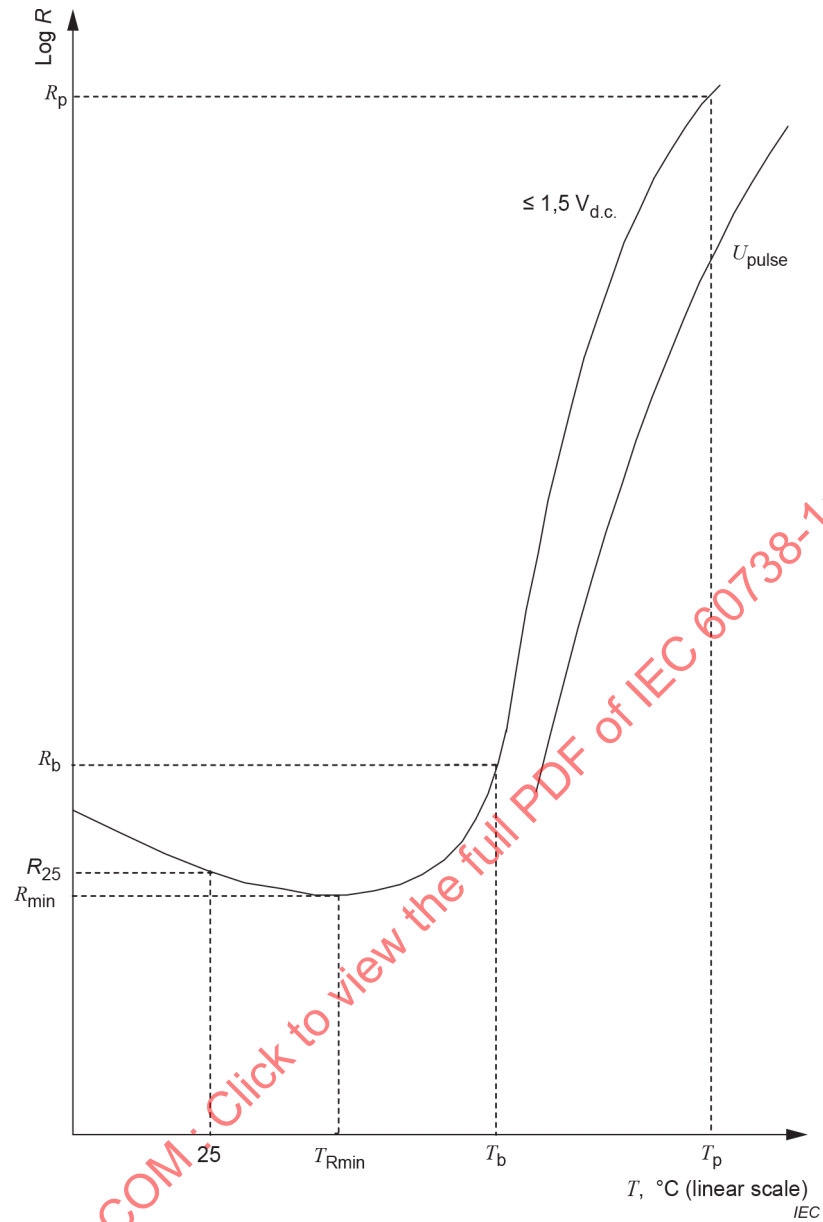


Figure 1 – Typical resistance-temperature characteristic and definitions for PTC thermistors (at zero power)

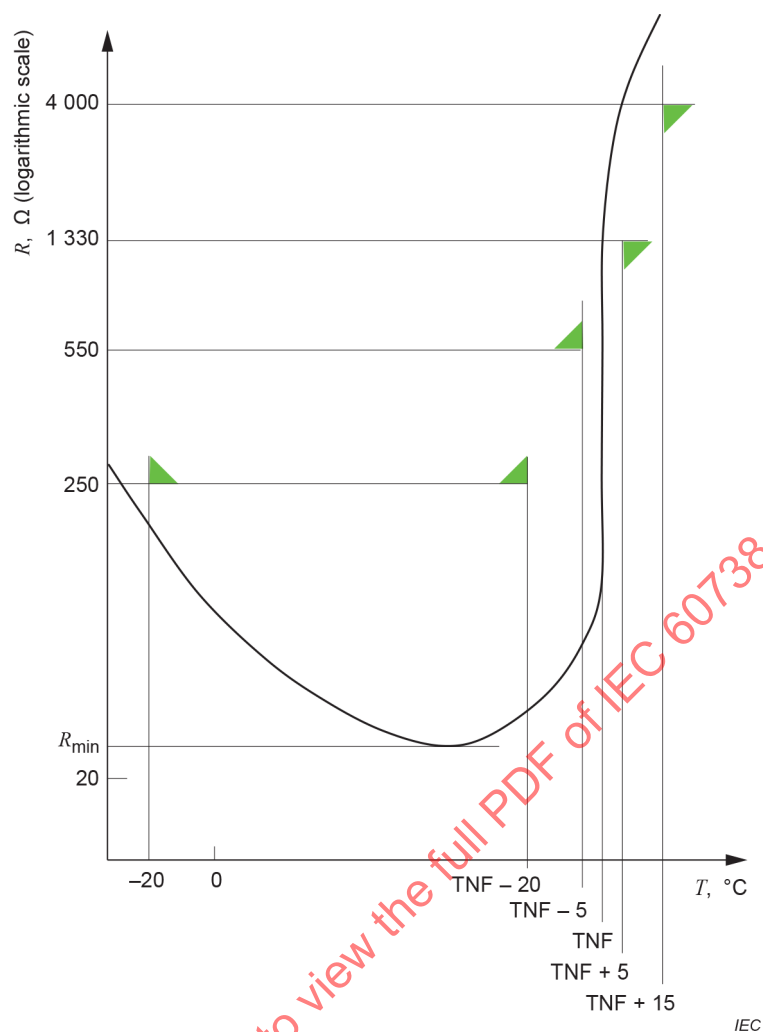
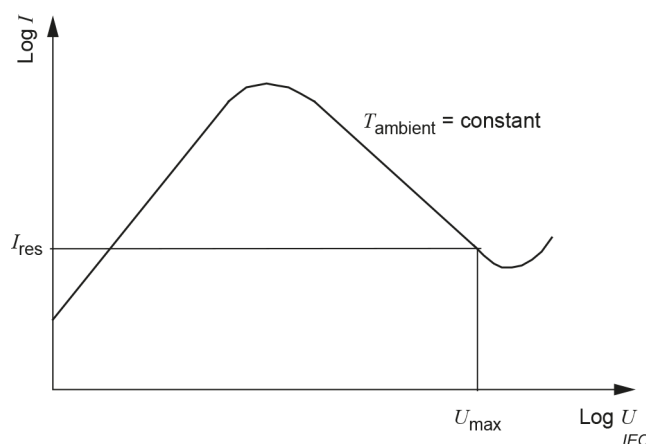


Figure 2 – Typical R-TNF characteristic for PTC thermistors in sensor applications

3.11

current/voltage characteristic

relationship in still air at 25 $^{\circ}\text{C}$ (unless otherwise stated) between the applied voltage (DC or AC) at the thermistor terminations and the current under steady-state conditions (see Figure 3)



NOTE 1 $U_{\max}$ will be specified by the manufacturer.

NOTE 2 The breakdown voltage is the value beyond which the voltage-handling capability of the thermistor no longer exhibits its characteristic property.

Figure 3 – Typical current/voltage characteristic for PTC thermistors

3.12 nominal functioning temperature

T_{NF}

nominal temperature at the steep part of the resistance temperature characteristic at which the system controlled by the thermistor is designed to operate

Note 1 to entry: T_{NF} is exclusively defined for PTC resistors in sensor applications

3.13 switching temperature

T_b

temperature at which the step-like function commences

3.14 minimum resistance

$R_{\min}$

minimum value of the zero-power resistance/temperature characteristic (see Figure 1 and Figure 2)

3.15 resistance at switching temperature

R_b

value of the zero-power resistance corresponding to the switching temperature defined as $R_b = 2 \times R_{\min}$

Note 1 to entry: As an alternative, the definition $R_b = 2 \times R_{25}$ can be used. If this definition is used, this shall be explicitly stated in the detail specification.

3.16 temperature for minimum resistance

$T_{R\min}$

temperature at which $R_{\min}$ occurs

3.17**temperature for pulse-power resistance** T_p

temperature, higher than T_b , in the PTC part of the resistance/temperature characteristic for which a minimum value R_p of the zero-power resistance is specified

3.18**pulse-power resistance** R_p

resistance at temperature T_p measured at maximum voltage or a voltage specified in the detail specification and given as a minimum value

Note 1 to entry: The measurement should be made under such conditions that a change in resistance due to internal generation of heat is negligible with respect to the total error of measurement. The applied voltage and the characteristics of any pulse used should be given in the detail specification; when applying the maximum voltage, the maximum overload current may not be exceeded

3.19**average temperature coefficient of resistance at a stated voltage** α_R

rate of change of resistance with temperature expressed as %/K, calculated from the formula:

$$\alpha_R = \frac{100}{(T_p - T_b)} \times \ln \frac{R_p}{R_b}$$

where T_p exceeds T_b by a minimum of 10 K.

Note 1 to entry: The temperatures T_p and T_b are to be given if applicable and the measurement conditions for R_b and R_p should be the same, unless otherwise specified in the detail specification

Note 2 to entry: The detail specification can specify the measurement of the temperature coefficient of resistance in a narrow temperature range where its value is a maximum, together with a suitable test method.

3.20**upper category temperature****UCT**

maximum ambient temperature at which a thermistor has been designed to operate continuously at zero power

3.21**lower category temperature****LCT**

minimum ambient temperature at which a thermistor has been designed to operate continuously at zero power

3.22**maximum voltage** $U_{\max}$

maximum voltage (AC or DC) that can be continuously applied to the thermistor without exceeding the maximum overload current at the inrush

3.23**maximum operating temperature** $T_{A-\max}$

maximum ambient temperature at which the thermistor can operate continuously at the maximum voltage without exceeding the maximum overload current

3.24 minimum operating temperature

T_{A-min}

Minimum ambient temperature at which the thermistor can operate continuously at the maximum voltage without exceeding the maximum overload current

3.25 isolation voltage

maximum peak voltage that can be applied under continuous operating conditions between any of the thermistor terminations and any conducting surface

Note 1 to entry: Isolation voltage is only applicable to insulated thermistors.

3.26 maximum overload current

I_{mo}

value of current (AC or DC) for the operating temperature range, which shall not be exceeded under specified conditions of ambient temperature and voltage

Note 1 to entry: It can be necessary to limit the current through the thermistor using a series resistor R_s .

3.27 residual current

I_{res}

value of current (AC or DC) in the thermistor at a specified ambient temperature (preferably 25 °C) under steady-state conditions

Note 1 to entry: The applied voltage is the maximum voltage unless otherwise specified (see Figure 3).

3.28 tripping current

I_t

lowest current that will cause the thermistor to trip to a high-resistance condition at a specified temperature (preferably 25 °C) and within a time to be specified in the detail specification

3.29 non-tripping current

I_{nt}

maximum current at a specified ambient temperature (preferably 25 °C), which the thermistor will conduct indefinitely in its low-resistance condition

3.30 inrush current

I_{in}

current occurring during the transient period from the moment of switching to the steady-state condition

3.31 peak inrush current

$I_{in p}$

maximum value of current during the transient period (see Figure 4)

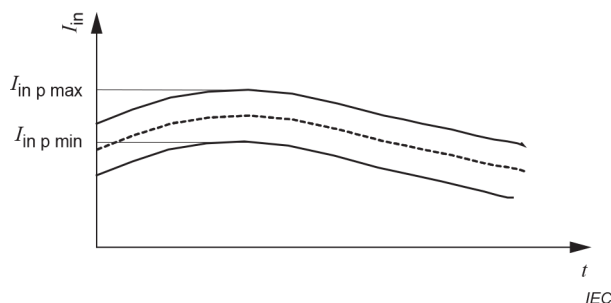
3.32 minimum peak inrush current

$I_{in p min}$

lowest specified value of the peak of the inrush current

3.33**maximum peak inrush current** $I_{in\ p\ max}$

maximum specified value of the peak inrush current

**Figure 4 – I_{in} against t at U_{dc}** **3.34****peak-to-peak inrush current** $I_{in\ pp}$

value of the inrush current measured between adjacent positive and negative peaks (see Figure 5)

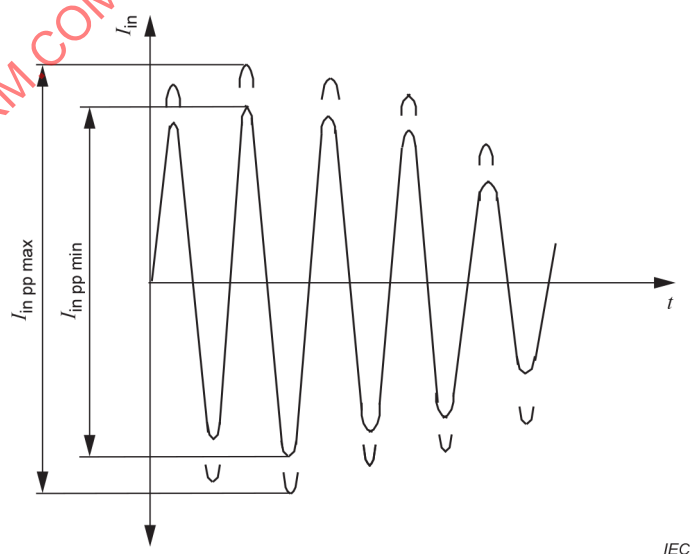
Note 1 to entry: Peak-to-peak inrush current only applies to AC conditions.

3.35**minimum peak-to-peak inrush current** $I_{in\ pp\ min}$

lowest specified value of the peak-to-peak inrush current

3.36**maximum peak-to-peak inrush current** $I_{in\ pp\ max}$

maximum specified value of the peak-to-peak inrush current

**Figure 5 – I_{in} against t at U_{RMS}**

3.37

peak inrush power

$P_{in\ p}$

peak power ($U \times I_{in\ p}$) measured at the maximum peak value of the current occurring during the transient period from the moment of switching to the steady-state operating condition measured under specified conditions of ambient temperature, voltage and circuit

3.38

maximum peak inrush power

$P_{in\ p\ max.}$

maximum peak power which can occur during the transient period before the thermistor reaches its steady-state operating condition

Note 1 to entry: In the detail specification, it should be specified whether the "0-peak value" or the "RMS value" of the voltage should be taken.

3.39

maximum power

$P_{max.}$

maximum power is the power ($U_{max.} \times I_{res.}$) that can be dissipated continuously by the thermistor when the maximum voltage is applied under specified conditions of ambient temperature, circuit and thermal dissipation when thermal equilibrium is obtained

Note 1 to entry: If the power is supplied by an AC source, then the voltage and current should be measured with true RMS meters.

3.40

maximum energy

$E_{max.}$

maximum energy (in J) is the energy ($C_{th.} \times (T_b - T_{amb})$) that can be absorbed by the thermistor during a short transient period without self-heating above its switching temperature (T_b)

Note 1 to entry: The maximum energy is applied under specified conditions of voltage, time, circuit and ambient temperature (preferably 25 °C).

Note 2 to entry: The energy ($C \times U_{max}^2/2$) is supplied by discharging a capacitor of known capacitance C , charged at the PTC U_{max} , completely in the PTC thermistor.

3.41

dissipation factor

δ

quotient (in W/K) of the change in power dissipation in the thermistor and the resultant change of the body temperature under specified ambient conditions (temperature, medium)

3.42

thermal resistance

R_{th}

quotient (in K/W) of the temperature difference between the thermistor and its ambient and the power dissipated by the thermistor under specified ambient conditions (temperature, medium)

Note 1 to entry: Dissipation factor and thermal resistance are mutually reciprocal.

3.43

heat capacity

C_{th}

energy (in J) the thermistor needs to increase its body temperature by 1 K

**3.44
response time** t_a

<ambient temperature change> time, in s, required by a thermistor to change its temperature between two defined conditions when subjected to a change in ambient temperature

**3.45
response time** t_p

<power change> time, in s, required by a thermistor to change its temperature between two defined conditions of power input

**3.46
thermal time constant** τ_a

<constant by ambient temperature change> time required for a thermistor to respond to 63,2 % of an external step change at ambient temperature

Note 1 to entry: The thermal time constant (ideal) for a thermistor is the product of its heat capacity and its thermal resistance.

**3.47
thermal time constant** τ_c

<constant by cooling> time required for a thermistor to cool by 63,2 % of its temperature excess due to electrical heating in still air

Note 1 to entry: The thermal time constant (ideal) for a thermistor is the product of its heat capacity and its thermal resistance.

**3.48
insulated thermistors**

thermistors capable of meeting the requirements of the insulation-resistance and voltage- proof tests when specified in the test schedule

**3.49
surface temperature** T_s

temperature under defined conditions at the boundary layer between two media

**3.50
final surface temperature** T_{sf}

temperature reached under defined conditions when thermal equilibrium is established

4 General requirements**4.1 Units and symbols**

Units, graphical symbols, letter symbols and terminology shall, whenever possible, be taken from the following publications:

- IEC 60027,
- IEC 60050,
- IEC 60617,
- IEC 80000-1.

When further items are required, they shall be derived in accordance with the principles of the documents listed above.

4.2 Preferred values

4.2.1 Climatic categories

The thermistors are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC 60068-1:2013, Annex A. The detail specification shall state the appropriate category.

4.2.2 Spacings

The spacings between parts of opposite polarity of a thermistor shall be not less than the applicable values specified in Table 1.

Table 1 – Creepage distances and clearances

Environment	Operating voltage DCV or ACV					
	≤ 32	> 32 and ≤ 50	> 50 and ≤ 300	> 300 and ≤ 600	> 600 and ≤ 800	> 800 and ≤ 1000
Sealed or encapsulated	Exception 1	0,4 mm	0,8 mm	0,8 mm	1,0 mm	1,5 mm
Clean	Exception 1	1,0 mm	1,0 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm
Normal and dirty	Exception 1	1,0 mm	1,5 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm

This applies to both creepage distances and clearances.

Exception 1: as to the creepage distances and clearances for PTC thermistors with a rated operating voltage of less than 32 V, this value meets the intention of these requirements when the thermistor is confirmed to have the maximum voltage specified in the detail specification.

An insulating barrier or liner that is used to provide spacings shall be not less than 0,71 mm.

Exception 2: a barrier or liner that is used in conjunction with at least 50 % of required through-air spacing shall be not less than 0,33 mm in thickness.

Exception 3: a barrier or liner having a thickness of less than that specified above complies with the requirements when it is investigated and found to be rated for the intended conditions of use and found to be mechanically and electrically equivalent to the barrier or liner specified above.

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.

- Values of the primary characteristics appropriate to the application of the thermistor to be specified in the detail specification. When these values are coded (including colour coding), details shall be given in the detail specification or type designation.
- Manufacturer's name and/or trademark.
- Date of manufacture.
- The number of the detail specification and style.

The package containing the thermistors 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 Coding

Where coding for the date is used, the method shall be selected from those given in IEC 60062.

5 General provisions for measurements and test method

5.1 General

The blank detail specification shall indicate the tests to be carried out, which measurements are to be made before and after each test or subgroup of tests, and the sequence in which they shall be made. 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.

If national specifications within any quality assessment system include methods other than those specified in the above specifications, they shall be fully described.

5.2 Standard conditions for testing

5.2.1 Standard atmospheric conditions for testing

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

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

All tests requiring a close control of temperature shall be made with the thermistor immersed in a well-stirred non-conducting, non-corrosive, non-reducing medium maintained at the test temperature. The thermistors shall attain thermal equilibrium before results are recorded.

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

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

The tests shall be carried out in the stated order.

5.2.2 Error of measurement

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

5.3 Drying and recovery

5.3.1 Drying

Where drying is called for in the specification, the thermistor shall be conditioned before measurement is made, using Procedure I or Procedure II as called for in the detail specification.

Procedure I

For (24 ± 4) h in an oven at a temperature of (55 ± 2) °C and relative humidity not exceeding 20 %.

Procedure II

For (36 ± 4) h in an oven at (100 ± 5) °C.

The 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

Where recovery is required, the thermistor shall be stored at standard atmospheric conditions for testing for 1 h to 2 h.

5.3.3 Shock test severities

Test severities given in detail specifications shall be the following:

Test Ea (IEC 60068-2-27)

Pulse shape: Half-sine

Acceleration: 500 m/s²

Pulse duration: 11 ms

Severity: Three successive shocks in each axis direction per specimen
Separate specimens to be used for each axis (six shocks total per specimen)

5.3.4 Vibration severities

Test severities given in the detail specifications shall be selected from Table 2:

Test Fc (IEC 60068-2-6)

Table 2 – Test severities of vibration

Frequency Hz	Total number of sweep cycles
10 to 55	3 × 24
10 to 500	3 × 10
10 to 2 000	3 × 8

5.4 Mounting (for surface mount thermistors only)

5.4.1 General

An example of a mounting for surface mount thermistors is shown in Figure A.3.

5.4.2 Printed wiring board and land pattern

Surface mount thermistors shall be mounted on a suitable substrate, the method of mounting will depend on the thermistor's construction. 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 IEC-EP-GC-CU) or an 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.

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 thermistor terminals. The details shall be specified in the detail specification.

If another method of mounting applies, the method should be clearly described in the detail specification.

5.4.3 Wave soldering method

When the detail specification specifies wave soldering, a suitable glue, details of which can be specified in the detail specification, shall be used to fasten the component to the substrate before soldering is performed.

Small dots of the glue shall be applied between the conductors of the substrate by means of a suitable device securing repeatable results.

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.

The substrate with the surface mount thermistors shall be heat-treated in an oven at 100 °C for 15 min.

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 ± 5 °C and a soldering time of 5 s ± 0,5 s.

The soldering operation shall be repeated once more (two cycles in total).

The substrate shall be cleaned for 3 min in propan-2-ol (see IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993, 3.1.2).

5.4.4 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 whose construction 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 placed across the metallized land areas of the test substrate to make contact between thermistor and substrate land areas.
- 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. The detail specification can require a more restricted temperature range.

Flux should be removed with propan-2-ol (see IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993, 3.1.2). All subsequent handling shall be such as to avoid contamination. Cleanliness shall be maintained in test chambers and during post-test measurements.

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 thermistors shall be mounted by their normal means in corrosion-resistant clips on a mounting plate made of polytetrafluoroethylene (PTFE) or equivalent insulating material. An example of a mounting for thermistors is shown in Annex A.

The thermistors shall then be immersed in a non-corrosive and non-reducing medium, the temperature of which shall be controlled in accordance with the relevant test method.

All measurements shall be made without self-heating of the devices (zero-power condition). If the voltage produces self-heating of the device, a pulsating voltage shall be applied. The value and the characteristics of the pulsating voltage shall be specified in the detail specification.

The measuring method shall be such that

- a) for temperatures lower than, or equal to, T_{Rmin}
 - 1) for absolute resistance measurement, the error does not exceed 10 % of the resistance tolerance;
 - 2) for measurements of variation of resistance, the error does not exceed 10 % of the specified maximum change of resistance.
- b) For temperatures higher than T_{Rmin}
 - 1) for absolute resistance measurements,
 - i) when tolerances are specified on the resistance value, the error shall not exceed 10 % of the specified tolerance;
 - ii) when a minimum resistance value is specified, the error shall not exceed $0,5 \alpha_R$ (%) of the specified minimum value;
 - 2) for measurements of variation of resistance,
 - i) when tolerances are specified on the resistance value, the error shall not exceed 10 % of the specified tolerance;
 - ii) when a minimum resistance value is specified, the error shall not exceed $0,5 \alpha_R$ (%) of the value measured.

Where a pulse voltage is used, the characteristics of the pulse shall be given in the detail specification.

NOTE α_R is the average temperature coefficient.

6.1.3 Requirements

The zero-power resistance shall be within the limits given in the detail specification.

6.2 Temperature coefficient of resistance

6.2.1 General

Calculate the temperature coefficient at a specified voltage using resistance values R_p and R_b measured at any pair of temperatures to be specified in the detail specification and using the formula specified in 3.19.

6.2.2 Requirements

The temperature coefficient of resistance 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.

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

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

An electrode is placed in the metallic balls.

- 2) The thermistor shall be placed in a saline solution, so that only the insulated part is immersed.

The solution shall be of the same concentration as for the salt mist test of IEC 60068-2-11.

An electrode is immersed in the solution.

b) Method 2

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

For those types not having axial 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 thermistor.

c) Method 3

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

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

The 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 thermistor is nearest to one of the faces of the block;
- for rectangular thermistors: the 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 thermistors with axial leads: any out-of-centre positioning of the point of emergence of the terminations from the body shall be ignored.

6.3.3 Applied voltage

The insulation resistance shall be measured with a direct voltage of $100\text{ V} \pm 15\text{ V}$ between both terminations of the thermistor connected as one pole and the metallic balls, metal foil or V-block as the other pole.

The voltage shall be applied for 1 min, or for such shorter time as is necessary to obtain a stable reading, the insulation resistance being read at the end of that period.

6.3.4 Requirements

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

6.4 Voltage proof (for insulated types only)

6.4.1 General

The thermistors shall be tested as specified below.

6.4.2 Test methods

As required by the detail specification, one of the test methods given in 6.3.2 shall be used.

6.4.3 Test voltage

The applied voltage shall be that specified in the applicable safety document. In the absence of a safety document, the applied voltage shall be as follows.

An alternating voltage with a frequency of 40 Hz to 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 or the V-block as the other pole.

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 10 %.

6.4.4 Requirements

There shall be no breakdown or flashover.

6.5 Resistance/temperature characteristic

6.5.1 Test methods

Resistance measurements shall be made in accordance with the method specified in 7.5, but at the temperatures and voltages indicated in the detail specification.

6.5.2 Requirements

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

6.6 Dissipation factor at $U_{\max}$ (δ)

6.6.1 General

The dissipation factor of the PTC thermistor shall be determined at maximum voltage unless otherwise specified in the detail specification.

6.6.2 Preconditioning

Thermistors with wire terminations shall be gripped and connected by clips at the distance from the body given in the detail specification.

Preferential lengths shall be chosen in the series 1 mm, 2 mm, 5 mm and decimal multiples.

Thermistors with terminations that are not wires shall be mounted and connected as 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 as great as that of the thermistors under test. The wires shall be so positioned that no thermistor is within 75 mm of any other thermistor or the walls of the chamber.

The air in the chamber shall be stationary and shall be at a temperature of $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$. The thermistors shall be connected in the circuit shown below.

6.6.3 Test circuit

$U_{\max}$ as specified in the detail specification shall be applied gradually ensuring that I_{mo} is not exceeded (see Figure 6).

After stabilization at maximum voltage ($U_{\max}$), the current through the thermistor shall be measured and noted. For AC current, both the peak value and the RMS value of the current shall be noted.

6.6.4 Test methods

The thermistors shall be immersed in the medium as defined in 5.2 and the maximum DC or AC peak voltage shall be applied under zero-power conditions (pulses).

The temperature of the medium shall be increased until the DC current or the AC peak current reaches the same value as registered under the previous conditions.

The temperature ($^\circ\text{C}$) reached shall be noted (T_3).

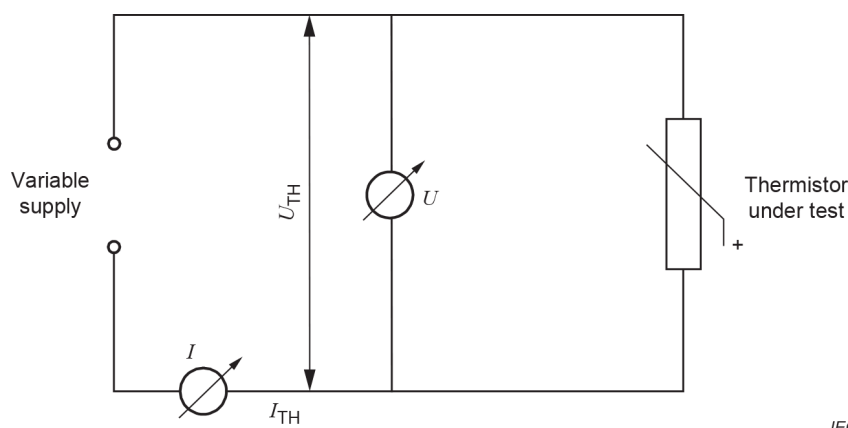


Figure 6 – Dissipation factor test circuit

6.6.5 Requirements

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

$$\delta = \frac{U_{TH} \times I_{TH}}{T_3 - 25}$$

For DC
$$\delta = \frac{U_{dc} \times I_{dc}}{T_3 - 25}$$

For AC
$$\delta = \frac{U_{rms} \times I_{rms}}{T_3 - 25}$$

6.7 Response time by ambient temperature change (t_a)

6.7.1 General

The resistances R_1 and R_2 of the thermistor at temperatures T_1 and T_2 shall be recorded using the method specified in the detail specification.

6.7.2 Preconditioning

The thermistor shall be immersed in the medium as defined in 5.2 and as specified in the detail specification, with a temperature T_1 , until it has reached thermal equilibrium.

6.7.3 Test procedures

The thermistor shall then be immersed in the medium as defined in 5.2, and as specified in the detail specification, with a temperature T_3 ($T_3 > T_2$, T_3 and T_2 shall be specified in the detail specification). The transfer time from the medium at T_1 to the medium at T_3 shall not exceed 2 s.

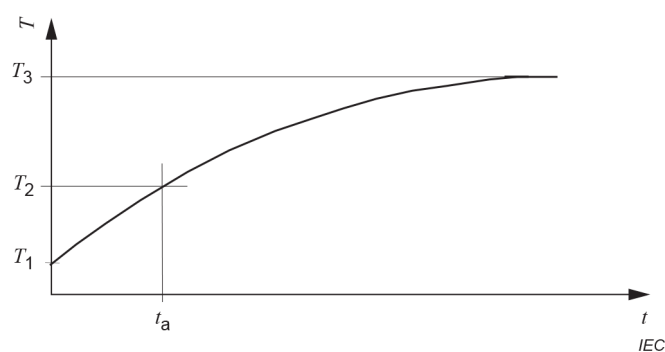


Figure 7 – Temperature gradient

6.7.4 Measurement procedures

The time elapsing between the moment of immersion as described in 6.7.3 and the moment when the resistance value of the thermistor reaches R_2 is the response time t_a (see Figure 7).

6.7.5 Requirements

The response time shall be within the limits given in the detail specification.

6.8 Response time by power change (t_p)

6.8.1 Mounting

Thermistors with wire terminations shall be gripped and connected by clips at the distance from the body given in the detail specification.

Preferential lengths shall be chosen in the series 1 mm, 2 mm, 5 mm and decimal multiples.

Thermistors with terminations that are not wires shall be mounted and connected as described in the detail specification.

When the terminations are insulated, measurements are carried out at their end points, irrespective of their lengths.

6.8.2 Test methods

The thermistors shall be enclosed in a chamber in such a way that the temperature of other thermistors and the proximity of the walls will not materially affect the results of the test.

The temperature of the chamber is adjusted to the value given for this test in the detail specification and the air allowed to become stationary.

The thermistors are each connected to separate constant current supplies pre-set to the value given for this test in the detail specification and with voltage limiting at 50 % of $U_{\max}$.

The response time shall be measured when the current reaches half of its pre-set value or at the moment stated in the detail specification.

The response time shall be within the limits given in the detail specification.

6.9 Thermal time constant by ambient temperature change (τ_a)

The method described in 6.7 shall be applied for which the temperature T_2 shall be determined as $T_2 = T_1 + (T_3 - T_1) \times 0,632$. The thermal time constant by ambient temperature change is by definition equal to the response time covering 63,2 % of the temperature difference by ambient temperature change (t_a) measured in 6.7.

6.10 Thermal time constant by cooling (τ_c)

6.10.1 Mounting

Thermistors with wire terminations shall be gripped and connected by clips at the distance from the body given in the detail specification.

Preferential lengths shall be chosen in the series 1 mm, 2 mm, 5 mm and decimal multiples.

Thermistors with terminations that are not wires shall be mounted and connected as described in the detail specification.

When the terminations are insulated, measurements are carried out at their end points, irrespective of their lengths.

6.10.2 Test methods

The thermistors are introduced in still air at temperature T_0 ($T_0 = 25\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$) in a test chamber the volume of which is at least 1 000 times that of the thermistors under test, in such a way that no thermistor is less than 75 mm from other thermistors or from the wall of the enclosure.

Before introduction in the test chamber, the thermistors are inserted in the circuit shown in Figure 8.

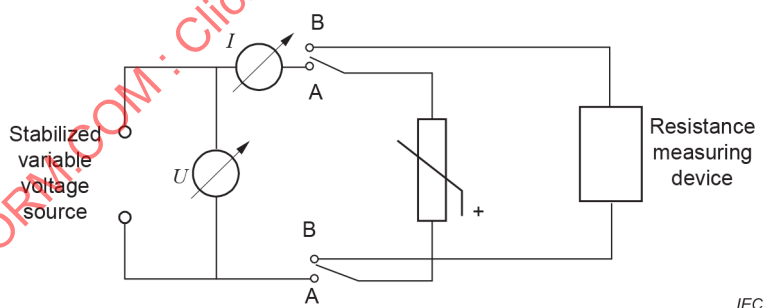


Figure 8 – Circuit for measurement of thermal time constant by cooling

The high-impedance voltmeter and the ammeter shall measure to an accuracy of 1 %. The resistance-measuring equipment shall measure to an accuracy of 0,1 % or less.

Depending on the cases determined below, Method A or Method B shall be used.

a) Method 1

Applicable when $(T_3 - T_b) > 0,632 (T_3 - T_0)$

Initial measurements: $-R_{T_3}$ and R_{T_2} with $T_2 = T_3 - 0,632 (T_3 - T_0)$.

With the contacts AA closed, the voltage is adjusted in such a way that the power dissipated in the thermistor raises its temperature to a value slightly above T_3 (calculated as in 6.6), and the indications of the instruments are stable.

The applied power may then be calculated as follows:

$$P = U \times I = 1,1 (T_3 - T_0) \times \delta$$

where δ is the value calculated in accordance with 6.6.

The thermistor is then switched to contact position BB, and measurement of the time is started as soon as the resistance value has returned to R_{T_3} and the resistance-measuring equipment is in balance.

Time measurement shall be stopped when the resistance-measuring equipment indicates a value of R_{T_2} .

The elapsed time is noted. In this case, it represents the thermal time constant.

b) Method 2

Applicable when $T_3 - T_b \geq 0,632 (T_3 - T_0)$.

Initial measurements: R_{T_3} and R_b .

With the contacts AA made, the voltage is adjusted in such a way that the power dissipated in the thermistor raises its temperature to a value slightly above T_3 and the indications of the instruments are stable.

The applied power may then be calculated as follows:

$$P = U \times I = 1,1 (T_3 - T_0) \times \delta$$

where δ is the value calculated in accordance with 6.6.

The thermistor is then switched to contact position BB, and measurement of the time is started as soon as the resistance value has returned to R_{T_3} and the resistance-measuring equipment is in balance.

Time measurement is stopped when the resistance-measuring equipment indicates a value of R_b . The elapsed time (t) is noted, and the thermal time constant is then calculated as follows:

$$\tau_c = t / \ln [(T_3 - T_0) / (T_b - T_0)]$$

For thermistors with low time constants, automatic switching should be provided between both resistance measurements, as well as for measuring the time interval between both equilibria.

The power applied to the thermistor via the resistance-measuring equipment shall be equal to or less than the power applied when measuring the zero-power resistance of the thermistor.

6.10.3 Requirements

The thermal time constant shall correspond to the value given in the detail specification, taking into consideration the tolerance.

6.11 Tripping current and tripping time

Thermistors with wire terminations shall be gripped and connected by clips at the distance from the body given in the detail specification.

Thermistors with terminations that are not wires shall be mounted and connected as described in the detail specification.

The thermistors shall be enclosed in a chamber such that the temperature of other thermistors and the proximity of the walls will not materially affect the results of the test.

The temperature of the chamber is adjusted to the value given for this test in the detail specification and the air allowed to become stationary.

The thermistors shall each be connected to a constant current supply pre-set to the I_t value specified in the detail specification. The voltage of the current supply shall be lower than 50 % of $U_{\max}$ or the voltage specified in the detail specification.

After applying the current, the thermistors shall trip and reduce the current to a lower level relative to I_t .

When specified in the detail specification, the tripping time shall be measured. It is defined as the time between the start of the test and the moment at which the current is reduced to 50 % of the specified I_t .

6.12 Non-tripping current

The thermistors shall be connected and enclosed in a chamber, as in 8.4.

The temperature of the chamber is adjusted to the value given for this test in the detail specification and the air in the chamber shall be stationary before measurements are taken.

The thermistors are connected to constant current or constant voltage supplies pre-set to the value given for this test in the detail specification and with voltage limiting at 30 % of $U_{\max}$.

The voltage across each thermistor is measured after the time given in the detail specification and the value recorded.

The thermistor shall not pass into the tripped condition.

6.13 Residual current

Thermistors with wire terminations shall be gripped and connected by clips at the distance from the body given in the detail specification.

Thermistors with terminations that are not wires shall be mounted and connected as described in the detail specification.

The thermistors shall be enclosed in a chamber such that the temperature of other thermistors and the proximity of the walls will not materially affect the results of the test.

The temperature of the chamber is adjusted to the value given for this test in the detail specification and the air in the chamber shall be stationary before measurements are taken.

The thermistors are tripped by increasing the voltage to the maximum voltage (AC or DC) unless otherwise specified in the detail specification.

The thermistors are allowed to stabilize for a time given in the detail specification.

The current shall be within the limits given in the detail specification.

6.14 Surface temperature

The surface temperature of the thermistor shall be determined at the maximum voltage unless otherwise specified in the detail specification.

The insulated heating element shall be mounted as specified in the detail specification (see Annex B for an example) and connected to a stabilized voltage source and to a time/temperature recorder via a double-pole switch, as shown in Figure 9.

The accuracy of the recorder shall be better than 1,5 K.

For products such as small PTC devices where the thermocouple changes heat dissipation and affects the measurement of surface temperature, measurements can also be made using IR radiation methods under conditions where the measurement distance and emissivity are well defined.

The test set shall be enclosed in a chamber and positioned so that it is not within 75 mm of any other thermistor or the walls of the chamber.

The air in the chamber shall be still and shall be at a temperature of $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$. The thermistor shall be connected to the circuit shown in Figure 9.

By operation of the double-pole switch, the maximum voltage is applied to the thermistor and simultaneously the recorder is set into operation.

At times/temperatures to be specified in the detail specification, the time/temperature shall be noted and shall be within the limits specified in the detail specification.

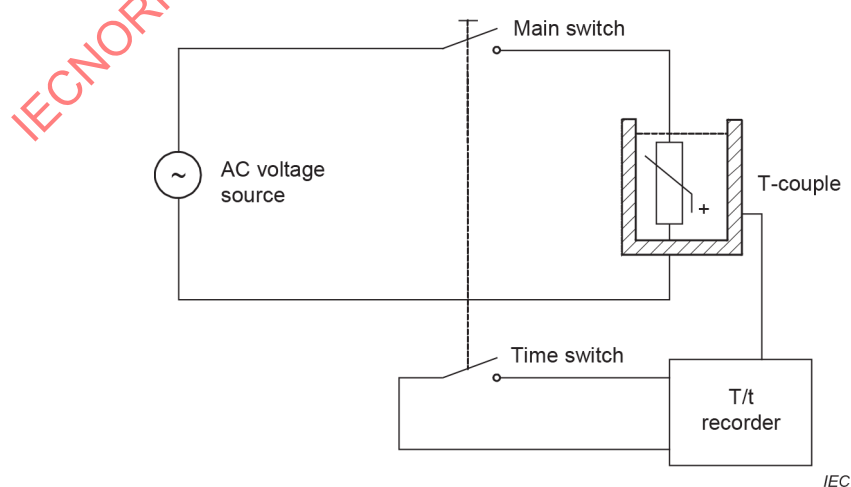
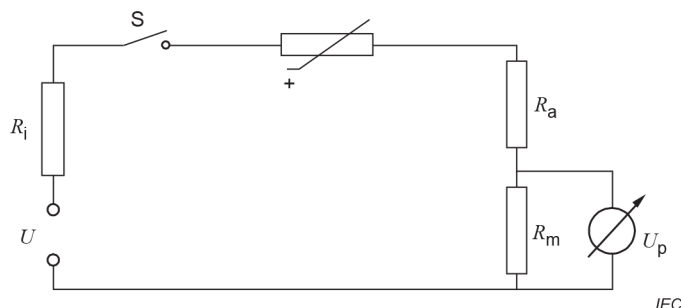


Figure 9 – Circuit for surface temperature measurement

6.15 Inrush current

6.15.1 Measuring circuit

The thermistor shall be connected to the circuit shown in Figure 10.



Key

- U stabilized variable voltage source
- R_i internal resistance
- S high-current switch
- R_a series resistance
- R_m measuring resistance
- U_p peak voltmeter (clamp and hold)

Figure 10 – Measuring circuit

6.15.2 Measuring method

The thermistor shall be mounted by its normal means with a series resistance as described in the detail specification.

The current measuring resistance shall be part of the total series resistance R_s so that $R_s = R_a + R_m + R_i$ is within the limits given in the detail specification.

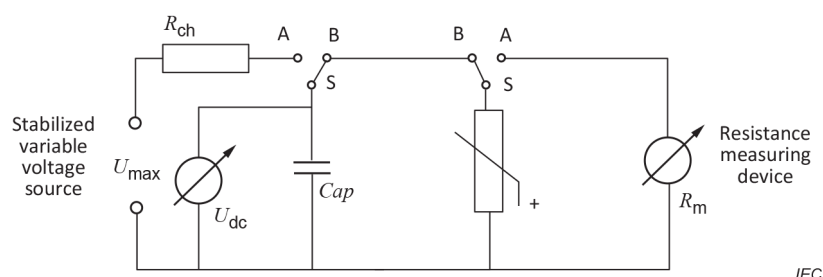
The voltage and the ambient temperature shall be specified in the detail specification.

The stabilized voltage source shall maintain this output voltage with a maximum variation of 1 % during the measurement (the source impedance shall be taken into account).

The inrush current shall be measured to an accuracy better than 3 % with a clamp and peak reading voltmeter or a memory oscilloscope.

6.16 Energy by discharge

6.16.1 Measuring circuit



Key

$U_{\max}$	stabilized variable voltage source (DC)
Cap	capacitor
S	high-current switch
R_m	measuring resistance
R_{ch}	charging resistor
U_{dc}	DC voltmeter

Figure 11 – Measuring circuit

6.16.2 Measuring method

The thermistors are introduced in still air at temperature T_0 ($T_0 = 25\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$) in a test chamber whose volume is at least 1 000 times that of the thermistors under test, in such a way that no thermistor is less than 75 mm from other thermistors or from the wall of the enclosure. The thermistor shall be mounted by its normal means.

Before introduction in the test chamber, the thermistors are inserted in the circuit shown in Figure 11.

With the switch in position AA, the capacitor is charged through the charging resistor R_{ch} to the max specified DC voltage level of the PTC. The PTC resistance (R_{PTC}) is measured by R_m . The capacitor Cap needs to be chosen so that the charged energy equals the max specified energy of the PTC ($E_{\max} = C \times U_{\max}^2 / 2$).

The max energy, the max DC voltage and the ambient temperature shall be specified in the detail specification.

When the capacitor Cap is charged to $U_{\max}$, the switch S is put in the position BB and the voltage U_{dc} is recorded by means of a memory oscilloscope to an accuracy better than 3 %. The time to reach 13,5% of the applied $U_{\max}$ is measured. The discharge time to 13,5 % of $U_{\max}$ should be less than or equal to $2 \times 2 \times R_{\text{PTC}} \times \text{Cap}$ seconds. 13,5 % of $U_{\max}$ represents 2 RC times in which the maximum R is represented by 2 times the R_{PTC} measured by R_m at start of the test.

7 Mechanical test and measurements

7.1 Visual examination and check of dimensions

7.1.1 Visual examination

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

7.1.2 Marking

Marking shall be legible, as determined by visual examination.

7.1.3 Dimensions (gauging)

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

When applicable, measurements shall be made in accordance with IEC 60294 and IEC 60717.

7.1.4 Dimensions (detail)

All dimensions prescribed in the detail specification shall be checked and shall comply with the values prescribed.

Also, the spacings in accordance with 4.2.2 shall be checked, except for lot-by-lot inspection and/or periodic testing.

7.2 Robustness of terminations

7.2.1 General

- a) The appropriate parameter(s) given in the detail specification shall be measured and shall be recorded.
- b) The thermistors shall be subjected to the procedure of Tests U_a, U_b and U_c of IEC 60068-2-21 as appropriate.
- c) Tests U_b and U_c shall not be applied if the detail specification describes the terminations as rigid.

7.2.2 Test U_a – Tensile

Unless otherwise stated in the detail specification, the force applied for 10 s shall be:

- for all types of terminations except wire terminations: 20 N;
- for wire terminations: see Table 3.

Table 3 – Tensile force

Nominal cross-sectional area (<i>S</i>) (see note) mm ²	Corresponding diameter (<i>d</i>) 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
$0,07 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	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

NOTE 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.

7.2.3 Test Ub – Bending

Concerns half of the samples. This test is not applicable to thermistors encapsulated in glass or in envelopes.

Two consecutive bends shall be applied (Method 1).

7.2.4 Test Uc – Torsion

Concerns the remaining samples (those not used for the test in 7.2.3).

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

7.2.5 Visual examination

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

7.2.6 Final measurements and requirements

After the test, the appropriate parameter(s) given in the detail specification shall be measured and shall comply with the requirements stated in the detail specification.

7.3 Vibration

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

The 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 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 for carrying out the vibration, and shock tests.

The 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.

When specified in the detail specification, an electrical measurement shall be made in each direction of movement during the last 30 min of the vibration test to check for intermittent contacts or open or short-circuits.

The method of measurement shall be stated in the detail specification.

The duration of the measurement shall be the time needed for one sweep of the frequency range from one frequency extreme to the other.

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

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

7.4 Shock

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

Mounting shall be as specified in 6.8.1.

The 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.

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

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

7.5 Shear (adhesion) test

7.5.1 Test conditions

The surface mount thermistors shall be mounted as described in IEC 60068-2-21, Test U.

7.5.2 Test methods

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 $10 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$.

7.5.3 Requirements

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

7.6 Substrate bending test

7.6.1 Mounting

The surface mount thermistor shall be mounted on an epoxide woven glass printed board as described in IEC 60068-2-21.

7.6.2 Initial measurements

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

7.6.3 Test procedures

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

7.6.4 Measurements

The zero-power resistance of the surface mount thermistor shall be measured as specified in 7.6.2 with the board in the bent position. The change of resistance shall not exceed the limits stated in the relevant specification.

7.6.5 Requirements

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

7.6.6 Final inspection and requirements

The surface mount thermistor shall be visually examined and there shall be no visible damage.

8 Environmental and climatic tests

8.1 Rapid change of temperature

This test is only applicable to thermistors having a difference between the upper and lower category temperatures exceeding 95 °C.

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

The thermistors shall then be subjected to Test Na of IEC 60068-2-14 for five cycles. The time of exposure at each extreme temperature is 30 min.

The thermistors shall be visually examined. There shall be no visible damage.

After recovery in accordance with 5.3.2, the appropriate parameter(s) given in the detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared with that measured initially shall not exceed the limit specified in the detail specification.

8.2 Climatic sequence

8.2.1 General

In the climatic sequence, an interval of not more than three days is permitted between any of these tests, except between damp heat, cyclic, first cycle and dry cold. In this case, the cold test shall follow immediately after the recovery period specified for the damp heat test.

The test and measurements shall be performed in the order of 8.2.2 to 8.2.8.

8.2.2 Initial measurements

The thermistors shall be dried using Procedure I of 5.3.1.

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

8.2.3 Dry heat

The thermistors shall be subjected to the procedure of Test Ba of IEC 60068-2-2:2007 for a duration of 16 h, using the appropriate degree of severity.

8.2.4 Damp heat (cyclic), first cycle

The thermistors of categories -/-/56, -/-/21, -/-/10 and -/-/04 shall be subjected to Test Db of IEC 60068-2-30 for one cycle of 24 h.

After recovery, the thermistors shall be subjected immediately to the cold test.

8.2.5 Cold

The thermistors shall be subjected to the procedure of Test Aa of IEC 60068-2-1:2007 for a duration of 2 h, using the appropriate degree of severity.

8.2.6 Low air pressure

The thermistors shall be subjected to the procedure of Test M of IEC 60068-2-13 using the appropriate degree of severity.

The test shall be carried out at any temperature between 15 °C and 35 °C and the duration of the test shall be 1 h.

8.2.7 Damp heat (cyclic), remaining cycles

The thermistors shall be subjected to the procedure of Test Db of IEC 60068-2-30, for the number of cycles stated in Table 4.

Table 4 – Number of cycles per climatic category

Categories	Number of cycles
-/-/56	5
-/-/21	1

After the test, the thermistors shall be subjected to recovery in accordance with 5.3.2.

8.2.8 Final measurements

The 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 initially shall not exceed the limit specified in the 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. The thermistors shall withstand the voltage-proof test as defined in 6.5 without breakdown or flashover.

8.3 Damp heat, steady state

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

Non-insulated thermistors shall be subjected to the procedure of Test Ca of IEC 60068-2-78 using the appropriate severity.

For insulated types, the same procedure shall be applied but, if specified in the relevant detail specification, a DC voltage of 1/20 of the voltage (taken from the R5 series) corresponding to the maximum dissipation may be applied to the thermistor during the test.

At the end of this period, the thermistors shall be removed from the chamber and shall then be subjected to recovery in accordance with 5.3.2.

The 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 initially shall not exceed that prescribed 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. The thermistors shall withstand the voltage proof test as defined in 6.4 without breakdown or flashover.

8.4 Endurance

8.4.1 Endurance at room temperature (cycling)

The test is not required on thermistors for sensing applications with exclusively passive warming.

The thermistors with exclusively passive warming shall be cycled thermally between the manufacturer's minimum specified ambient temperature and the maximum rated temperature under maximum rated electrical conditions.

Preconditioning, if required, shall be carried out by subjecting the thermistors to three successive applications of a voltage high enough to heat them above the switching temperature. The value of the voltage and the durations of application and removal of the voltage shall be specified in the detail specification.

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

The thermistors shall be subjected to an endurance test under standard atmospheric conditions of testing (see IEC 60068-1). The number of cycles shall be specified in the detail specification and should be selected from the following:

- 10 cycles
- 100 cycles
- 1 000 cycles
- 10 000 cycles
- 100 000 cycles

Thermistors with wire leads shall be connected so that their terminations have an effective length of 20 mm to 25 mm unless otherwise specified in the detail specification.

Thermistors suitable for use with printed wiring shall be connected at a point 1,5 mm to 2,0 mm from the seating plane.

Other thermistors shall be mounted by their normal means as prescribed in the detail specification.

The thermistors shall be placed in such a way 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 thermistor.

The thermistors shall be connected to a voltage supply of 95 % to 100 % of the maximum voltage ($U_{\max}$). The tolerance on the voltage applied to the thermistor shall be calculated on the nominal value of the voltage source. Any series resistor shall take into account the impedance of the transformer controlling the supply and shall be such that the maximum overload current (I_{mo}) specified at the maximum voltage ($U_{\max}$) is obtained.

The rated voltage shall be applied to the thermistor for a heating time of not less than 10 % of the thermal time constant by cooling (see 6.10). At the end of the on period, the voltage shall be removed.

The thermistor shall be allowed to cool for a minimum of 1,2 times the thermal time constant by cooling (see 6.10). The cycling shall be repeated continuously (except for intermediate measurements, see hereafter) throughout the full period of the test.

After the specified number of cycles, the thermistor shall be allowed to recover under standard atmospheric conditions of testing for not less than 1 h and not more than 2 h. The removal from test shall take place at the end of the off period. The interval between the removal from, and the return to (for intermediate measurements), the conditions of test for any thermistor shall not exceed 12 h.

After cycling the 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 initially shall not exceed the limits specified in the detail specification.

8.4.2 Endurance at upper category temperature

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

The thermistor shall be placed in a test chamber and subjected to the upper category temperature ± 2 °C for 42 days (1 000 h) and at zero dissipation. The 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 Ba of IEC 60068-2-2:-2007.

After 168 h and 500 h, the 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) as given in the detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared with that measured initially shall not exceed the limit specified in the 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 thermistor shall not exceed 12 h.

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.

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

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

8.4.3 Endurance at maximum operating temperature and maximum voltage

Preconditioning, if required, can be carried out by subjecting the thermistor to three successive applications of a voltage enough to heat them above the switching temperature. The value of the voltage and the durations of application and removal of the voltage shall be specified in the detail specification.

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

The thermistors shall be subjected to an endurance test of duration specified in the detail specification at maximum rated temperature (T_{A-max}). The temperature shall, unless otherwise specified, remain within $+0\text{ }^{\circ}\text{C}/-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ of that at the commencement of the test.

Thermistors with wire leads shall be connected so that their terminations have an effective length of 20 mm to 25 mm unless otherwise specified in the detail specification.

Thermistors stated as being suitable for use on printed wiring boards shall be connected at a point 1,5 mm to 2,0 mm from the seating plane.

Other thermistors shall be mounted by their normal means as prescribed in the detail specification.

The thermistors shall be placed in such a way 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 thermistor.

The thermistor shall be connected in the circuit shown in Figure 12 (the series resistor R_s may be omitted if the voltage is applied slowly).

The voltage across the thermistor shall be the maximum voltage (U_{max}).

After approximately 168 h and 500 h the thermistor shall, if applicable, be 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) as given in the detail specification shall be measured using the method specified. The change in value compared with that measured initially shall not exceed the limit specified in the detail specification.

After the specified duration or at a specified time, the thermistors shall be removed from the chamber to recover under standard atmospheric conditions for a period of 1 h to 2 h.

The 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 initially shall not exceed the limit specified in the detail specification.

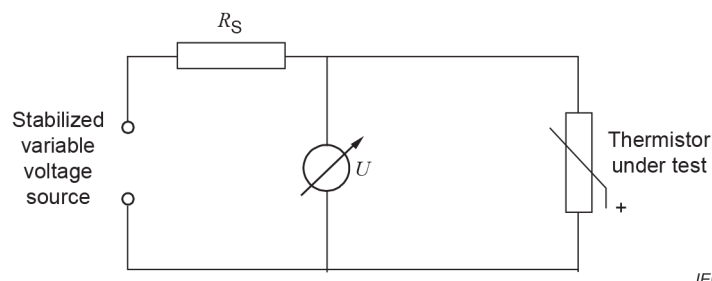


Figure 12 – Circuit for endurance at maximum operating temperature and maximum voltage

8.4.4 Cold environment electrical cycling

This test is not applicable to thermistors for type 1 controls, used as sensing devices, because self-heating is negligible.

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

The thermistors shall be subjected to 1 000 cycles of operation at an ambient temperature of 0 °C or at the specified minimum operating temperature (T_{A-min}), as mentioned in the detail specification, whichever is the lower.

The test conditions shall be as follows.

- | | |
|--|--|
| a) For current limitation application: | U_{max} and I_t |
| b) For heater application: | $P_{in p max}$ |
| c) For inrush current application: | U_{max} and $I_{in p max}$ |
| d) For sensing application: | Thermal cycling between 0 °C or the manufacturer's minimum specified ambient temperature (LCT) and cover that portion of the R/T curve from the starting temperature to the maximum rated temperature. |

For the above-mentioned test conditions, a), b) and c), each cycle shall cover that portion of the R/T curve from the lower knee to the high resistance state. The thermistor temperature shall be returned to the starting temperature before each cycle.

The detail test condition shall be specified in the detail specification.

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

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

8.4.5 Thermal runaway

Each of the thermistor samples shall be connected to a variable power source. The thermistors are to be energized at room temperature and operated under maximum rated conditions until thermally stabilized. The maximum rated conditions mean the condition when, if applicable, the maximum power (see 3.39) can be dissipated.

The voltage shall be gradually increased from 0 % to 200 % of maximum voltage ($U_{\max}$) in increments of 10 % of $U_{\max}$ at 2 min intervals. The 200 % voltage shall be maintained for 2 min.

NOTE Examples of maximum rated conditions for heater applications are considered as follows:

- 1) attach the heat sinks to thermistor;
- 2) add air flow to thermistor;
- 3) conditions equivalent to 1), 2) above.

In this test, the tested thermistor can be conditioned as mentioned above or as specified in the detail specification.

During the test, maximum overload current (I_{mo}) shall not be exceeded.

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

9 Test related to component assembly

9.1 Solderability

NOTE Not applicable to those terminations which the detail specification describes as not designed for soldering.

9.1.1 General

The relevant specification shall prescribe whether ageing is to be applied. If accelerated ageing is required, one of the ageing procedures given in IEC 60068-2-20 or 4 h dry heat test at 155 °C (other test conditions as in test Ta of IEC 60068-2-20) shall be applied.

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

9.1.2 Thermistors with leads

9.1.2.1 General

All thermistors except surface mount thermistors shall be subjected to Test Ta of IEC 60068-2-20 using the solder bath method (method 1), or the soldering iron method (method 2), or the solder globule method (method 3) as stated in the detail specification.

When the solder bath method (method 1) is specified, the requirements of 9.1.2.2 to 9.1.2.4 apply.

9.1.2.2 Test conditions

Bath temperature: 235 °C ± 5 °C for Sn-Pb solder. For Sn-Ag-Cu solder, the bath temperature shall be stated in the relevant specification.

Immersion time: 2,0 s ± 0,5 s

a) For all thermistors except those of b) below:

Depth of immersion (from the seating plane or component body): $2,0^{+0}_{-0,5}$ mm, using a thermal insulating screen 1,5 mm ± 0,5 mm in thickness;

- b) For thermistors indicated by the detail specification as not being designed for use on printed boards. Depth of immersion (from the seating plane or component body): $3,5^{+0}_{-0,5}$ mm.

9.1.2.3 Terminations

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

9.1.2.4 Requirements

When the solder bath method is not applicable, the relevant specification shall define the method, test conditions and the requirements.

When the solder globule method is used, the requirement should include the soldering time.

9.1.3 Surface mount thermistors

9.1.3.1 General

Surface mount thermistors shall be tested in accordance with IEC 60068-2-58. The relevant specification shall state the test method and test conditions to be used for wetting, dewetting or resistance to dissolution of metallization consistent with the surface mounting classification (see IEC 61760-1).

9.1.3.2 Final inspection, measurements and requirements

The surface mount thermistors shall meet the requirements given in the relevant specification.

9.2 Resistance to soldering heat

9.2.1 General

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

The thermistors shall be measured as stated in the relevant specification.

9.2.2 Test conditions

Unless otherwise stated in the relevant specification, one of the following tests shall be applied, as prescribed by the relevant specification:

- a) Method 1A of test Tb of IEC 60068-2-20 with
 - temperature of the solder bath: $260\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
 - depth of immersion from the seating plane $2,0^{+0}_{-0,5}$ mm, using a thermal insulating screen of $1,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ in thickness;
 - immersion time: 5 s or 10 s, as specified in the detail specification.
- b) Method 1B of test Tb of IEC 60068-2-20 with
 - temperature of the solder bath: $350\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$;
 - depth of immersion from the component body: $3,5^{+0}_{-0,5}$ mm;
 - immersion time: $3,5\text{ s} \pm 0,5\text{ s}$.

c) Method 2: soldering iron of test Tb of IEC 60068-2-20 with

- temperature of the soldering iron: $350\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$;
- soldering time: $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$.

The size of the soldering iron and the point of application shall be specified in the detail specification.

d) For surface mount thermistors, test Td of IEC 60068-2-58 shall be applied. The relevant specification shall prescribe the test method and test conditions to be used consistent with the surface mounting classification (see IEC 61760-1).

9.2.3 The period of recovery

The period of recovery shall, unless otherwise specified by the detail specification, be not less than 1 h nor more than 2 h.

9.2.4 Requirements for except surface mount thermistors

For all 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 thermistors shall then be measured as prescribed in the relevant specification.

9.2.5 Requirements for surface mount thermistors

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

10 Quality assessment procedures

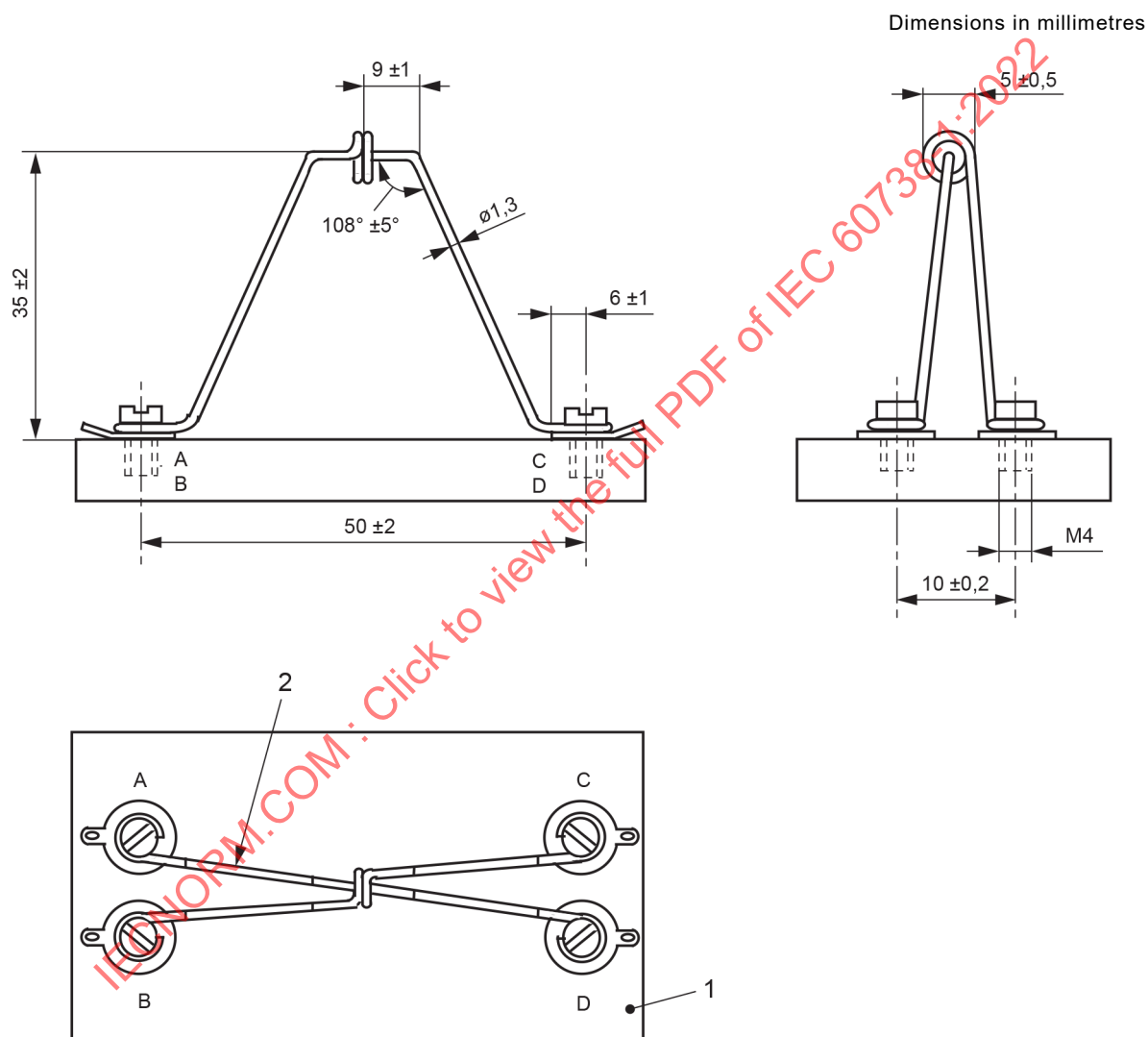
See Annex Q.

Annex A (informative)

Mounting for electrical measurements

A.1 Mounting for thermistors without wire terminations

Figure A.1 shows an example of a preferred mounting method for thermistors without wire terminations.



**Figure A.1 – Example of a preferred mounting method
for thermistors without wire terminations**

A.2 Mounting for thermistors with wire terminations

Figure A.2 shows an example of a preferred mounting method for thermistors with wire terminations.

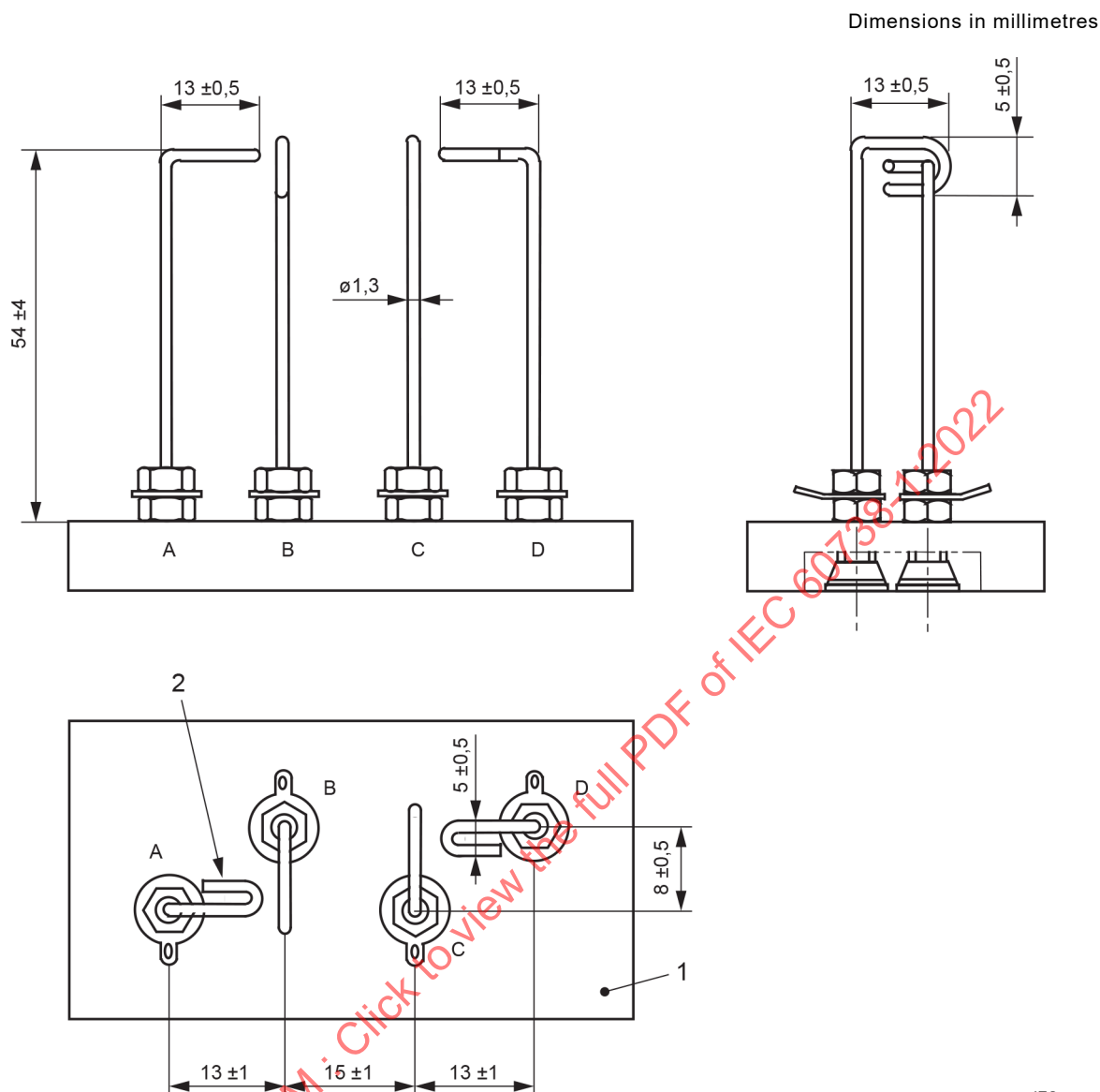


Figure A.2 – Example of a preferred mounting method for thermistors with wire terminations

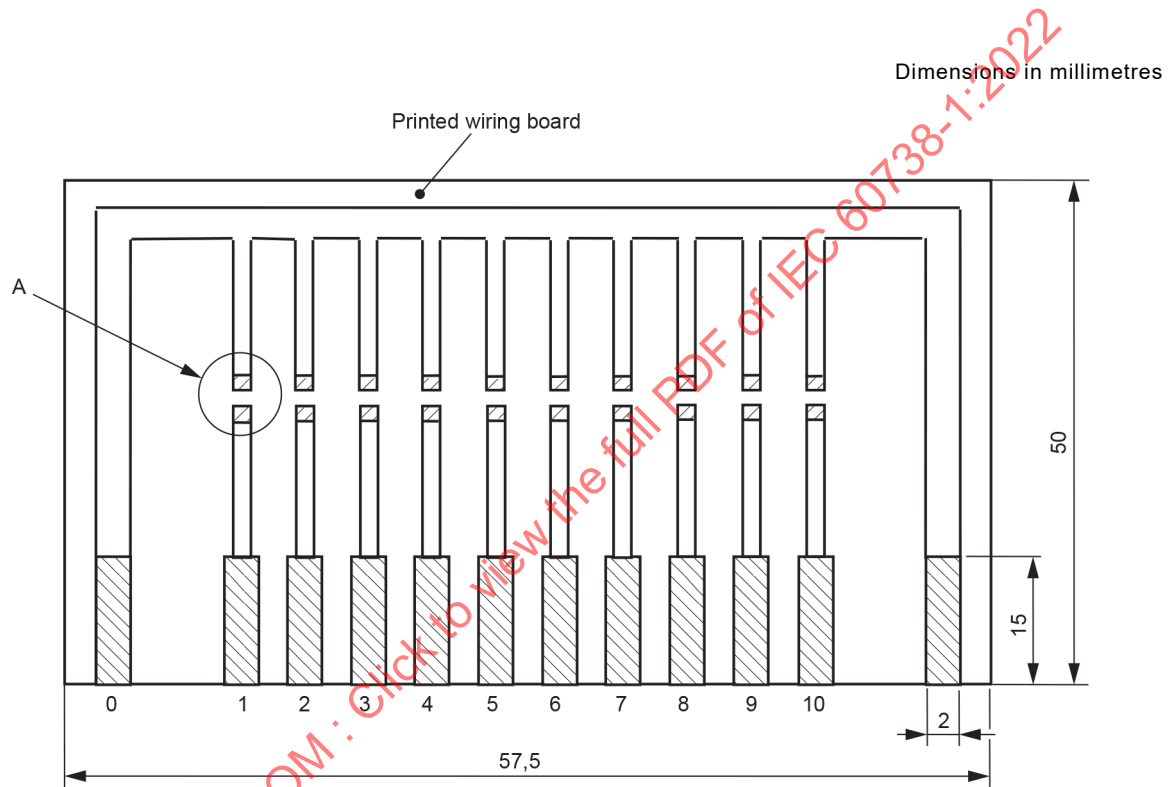
A.3 Mounting for surface mount thermistors

Surface mount thermistors shall be mounted on an epoxide woven glass board of $1,6 \text{ mm} \pm 0,16 \text{ mm}$ in thickness or aluminium oxide board of $0,635 \text{ mm} \pm 0,0635 \text{ mm}$, and the board pattern shall be as shown in Figure A.3.

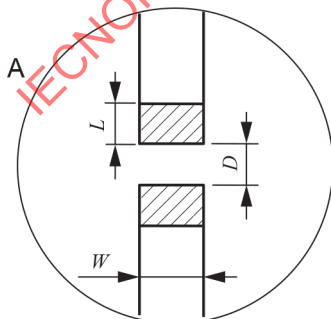
The dimensions D , L and W for the soldering lands on the board shall be specified in the detail specification; the recommended dimensions are given in Table A.1. The electrode may be on one side or both sides.

Table A.1 – Recommended land dimensions

The dimensions	W [mm]	L [mm]	D [mm]
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



The dimensions D , L and W



IEC

L length of soldering lands

W width of soldering lands

D gap of soldering lands

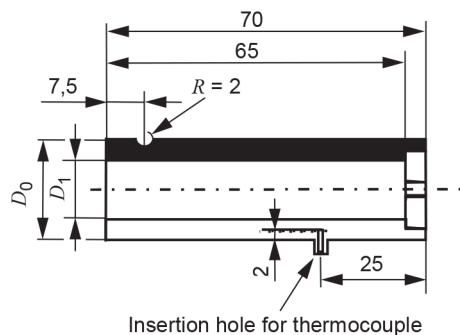
Figure A.3 – Example of a preferred mounting method for surface mount thermistors

Annex B (informative)

Mounting for temperature measurements

Figure B.1 shows an example of a preferred mounting method for temperature measurement on cylindrical heating elements.

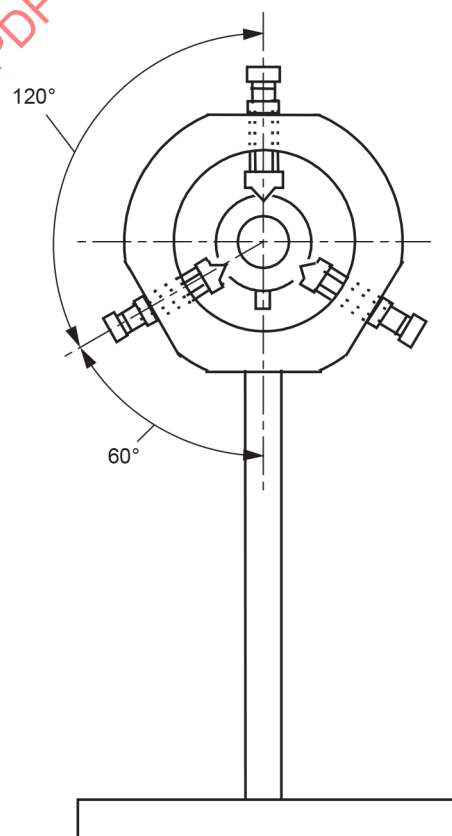
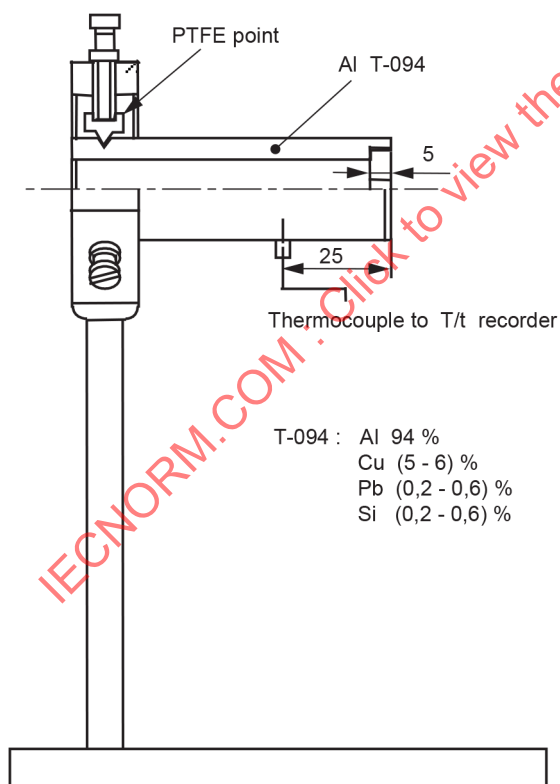
Dimensions in millimetres



Tolerance: $\pm 0,2$ mm unless otherwise specified

$$D_0 = D_1 + 9$$

$$D_1 = (D_{\max} + 0,05) \pm 0,01$$



IEC

Figure B.1 – Example of a preferred mounting method for temperature measurement on cylindrical heating elements

Annex Q (normative)

Quality assessment procedures

Q.1 General

When this document and any related document are being used for the purposes of a full quality assessment system, compliance with Q.6 is required.

When these documents are used outside such quality assessment systems for purposes such as design proving or type testing, the procedures and requirements of Q.6.1 and Q.6.3b) may be used, but, if used, the tests and parts of tests shall be applied in the order given in the test schedules.

Before thermistors can be qualified according to the procedures of this annex, the manufacturer shall obtain the approval of his organization in accordance with the provisions of the specified quality assessment system (if any).

The method for the approval of thermistors of assessed quality given in 6.5 is qualification approval in accordance with the provisions of the specified quality assessment system (if any).

Q.2 Applicability of qualification approval

Qualification approval is appropriate for a standard range of thermistors manufactured to similar design and production processes and conforming to a published detail specification.

The programme of tests defined in the detail specification for the appropriate assessment and performance levels applies directly to the subfamily of thermistors to be qualified, as prescribed in 6.5 and the relevant blank detail specification.

Q.3 Primary stage of manufacture

The primary stage of manufacture is defined as the initial mixing process of the ingredients.

Q.4 Subcontracting

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).

The blank detail specification may restrict subcontracting in accordance with the specified quality assessment system (if any).

Q.5 Structurally similar components

Q.5.1 General

Structurally similar thermistors may be grouped for the purpose of forming inspection lots provided that the following requirements are met.

- They shall be produced by one manufacturer on one site using essentially the same design, materials, processes and methods.
- The sample taken shall be determined from the total lot size of the grouped devices.

- Structurally similar devices should preferably be included in one detail specification, but the details of all claims to structural similarity shall be declared in the qualification approval test reports.

Q.5.2 For electrical tests

For electrical tests, devices having the same electrical characteristics may be grouped provided that the element determining the characteristics is similar for all the devices concerned.

Q.5.3 For environmental tests

For environmental tests, devices having the same encapsulation, basic internal structure and finishing processes may be grouped.

Q.5.4 For visual inspection

For visual inspection (except marking), devices may be grouped if they have been made on the same production line, have the same dimensions, encapsulation and external finish.

This grouping may also be used for robustness of terminations and soldering tests where it is convenient to group devices with different internal structures.

Q.5.5 For endurance tests

For endurance tests, thermistors may be grouped if they have been made on the same production line using the same design and differing only in electrical characteristics. If it can be shown that one type from the group is more heavily stressed than the others, then tests on this type may be accepted for the remaining members of the group.

Q.6 Qualification approval procedures

Q.6.1 Eligibility for qualification approval

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

Q.6.2 Application for qualification approval

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

Q.6.3 Test procedure for qualification approval

One of the two following procedures shall be followed.

- a) The manufacturer shall produce test evidence of conformance to the specification requirements on three inspection lots for lot-by-lot inspection taken in as short a time as possible and one lot for periodic inspection. No major changes in the manufacturing process shall be made in the period during which the inspection lots are taken.

Samples shall be taken from the lots in accordance with IEC 61193-2. Normal inspection shall be used, but when the sample size would give acceptance on zero non-conformances, additional specimens shall be taken to meet the sample size requirements to give acceptance on one non-conforming item.

- b) The manufacturer shall produce test evidence to show conformance to the specification requirements on one of the fixed sample size test schedules given in Q.6.4.

The specimens taken to form the sample shall be selected at random from current production or as agreed with the specified quality assessment system (if any).

For the two procedures, the sample sizes shall be of comparable order. The test conditions and requirements shall be the same.

Q.6.4 Qualification approval based on the fixed sample size procedure

The fixed sample size test schedules for qualification approval given hereafter are appropriate to the intended application of the thermistor which is to be approved. The schedules provide information on the test grouping and sampling and acceptance criteria. The conditions of test and the end-of-test requirements shall be identical to those specified in the related blank detail specification for the lot-by-lot and periodic tests.

The complete series of tests specified in the relevant table are required for the approval of thermistors covered by one detail specification. The tests of each group shall be carried out in the order given.

The whole sample shall be subjected to the tests of group 0 and then divided for the other groups.

Non-conforming specimens during the tests of group 0 shall not be used for the other groups.

"One non-conforming item" is counted when a thermistor has not satisfied the whole or a part of the tests of a group.

The approval is granted when the number of non-conformances does not exceed the specified number of permissible non-conforming items for each group or subgroup and the total number of permissible non-conformances.

The following list applies to each test schedule developed in Table Q.1 to Table Q.4.

- 1) Clause number references are to clauses in this document.
- 2a) Where the test schedule of a blank detail specification omits a test, that test may be omitted from the corresponding fixed sample size schedule in this specification.
- 2b) Where additional tests are specified in a detail specification, that test shall be included in the corresponding fixed sample size schedule, either by its addition to an existing group or by the addition of another group. In the former case, there shall be no change in the number of specimens to be tested or in the acceptance criteria. In the latter case, the number of specimens to be tested and the acceptance criteria shall be comparable to those already specified.
- 3) In these tables,
 - n is the sample size;
 - c is the acceptance criterion (permitted number of non-conforming items);
 - D indicates a destructive test;
 - ND indicates a non-destructive test.
- 4) The temperature at which the zero-power resistance shall be measured is the temperature specified in the detail specification. This temperature shall be stated, where required, in the test schedule.
- 5) Data for conditions of test are defined in the detail specification.
- 6) The additional specimens are to permit substitution for incidents not attributable to the manufacturer. The specimens may be used to replace non-conforming specimens which occur as a result of a test in a group which is identified as being "destructive". Where a specimen is used for this purpose, it shall be subjected to those tests in the group to which the non-conforming item had already been subjected, before proceeding with the remaining tests in the group.
- 7) The specimens used for this group may, at the discretion of the manufacturer, be used for any subsequent group which is identified as being "destructive".
- 8) Ten samples from group 0 tests samples shall be chosen; 5, having the lowest zero- power resistance of the sample, shall be used for group 1A; 5, having the highest zero- power resistance of the sample, shall be used for group 1B.

- 9) The soldering – solderability and soldering – resistance to soldering heat tests shall only be applied where the thermistor has terminations which are appropriate for soldering.
- 10) Where the terminations are stated to be suitable for printed wiring applications, the appropriate test conditions in IEC 60068 shall apply.
- 11) The thermistors shall be mounted by their normal means.
- 12) The detail specification shall specify which of the endurance tests in groups 5, 6 and 7 for Table Q.1 or Table Q.4, in groups 5 and 6 for Table Q.2 or groups 4 and 5 for Table Q.3 are appropriate to the construction and application of the thermistor.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60738-1:2022

Table Q.1 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for current limitation – Assessment level EZ

Group No.	Test ^a	Subclause of this document	D or ND	Number of specimens <i>n</i>	Permissible number of non-conforming items <i>c</i>
0	Visual examination Marking Dimensions (gauging) Nominal zero-power resistance R_n Voltage proof	7.1.1 7.1.2 7.1.3 6.1 6.4	ND	100 + 5 (see list item 6)	0
1	Temperature coefficient of resistance (if specified)	6.2	D	10 (see list items 7 and 8)	0
1A	Tripping current and tripping time Residual current	6.11 6.13		5 (list item 8)	
1B	Non-tripping current	6.12		5 (list item 8)	
	Solderability (see list items 9 and 10)	9.1			
2A	Resistance to soldering heat (see list items 9 and 10) Robustness of terminations	9.2 7.2		5	
2B	Rapid change of temperature Vibration Shock	8.1 7.3 7.4		5	
2	Climatic sequence	8.2	D	10	0
3	Thermal time constant by cooling (if specified)	6.10	ND	10	0
4	Dimensions (detail) Dissipation factor at U_{max} (if specified)	7.1.4 6.6	ND	10	0
5	Endurance at room temperature (cycling) (see list item 12)	8.4.1	D	10	0
6	Endurance at upper category temperature (see list item 12)	8.4.2	D	10	0
7	Endurance at max. operating temperature and max. voltage (see list item 12)	8.4.3	D	10	0
8	Cold environmental electrical cycling	8.4.4	D	10	0
9	Thermal runaway	8.4.5	D	10	0
10	Damp heat, steady state	8.3	D	10	0
^a Data for conditions of test are defined in the detail specification.					

Table Q.2 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for use as heating elements – Assessment level EZ

Group No.	Test ^a	Subclause of this document	D or ND	Number of specimens <i>n</i>	Permissible number of non-conforming items <i>c</i>
0	Visual examination Marking Dimensions (gauging) Nominal zero-power resistance R_n Voltage proof	7.1.1 7.1.2 7.1.3 6.1 6.4	ND	90 + 5 (see list item 6)	0
1	Temperature coefficient of resistance (if specified) Surface temperature (if specified) Maximum inrush power (if specified) Residual current (if specified) Solderability (see list item 9 and 10)	6.2 6.14 6.15 6.13 9.1	D	10 (see list item 7)	0
2A	Resistance to soldering heat (see list item 9 and 10) Robustness of terminations	9.2 7.2		5	
2B	Rapid change of temperature Vibration (if specified, not for non-insulated types) Shock	8.1 7.3 7.4		5	
2	Climatic sequence	8.3	D	10	0
3	Thermal time constant by cooling (if specified)	6.10	ND	10	0
4	Dimensions (detail) Dissipation factor at U_{max} (if specified)	7.1.4 6.6	ND	10	0
5	Endurance at room temperature (cycling) (see list item 12)	8.4.1	D	10	0
6	Endurance at max. operating temperature and max. voltage (see list item 12)	8.4.3	D	10	0
7	Cold environmental electrical cycling	8.4.4	D	10	0
8	Thermal runaway	8.4.5	D	10	0
9	Damp heat, steady state	8.3	D	10	0
^a Data for conditions of test are defined in the detail specification.					

Table Q.3 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for inrush current application – Assessment level EZ

Group No.	Test ^a	Subclause of this document	D or ND	Number of specimens <i>n</i>	Permissible number of non-conforming items <i>c</i>
0	Visual examination Marking Dimensions (gauging) Nominal zero-power resistance R_n Voltage proof	7.1.1 7.1.2 7.1.3 6.1 6.4	ND	80 + 5 (see list item 6)	0
1	Inrush current Residual current Solderability (see list items 9 and 10)	6.15 6.13 9.1	D	10 (see list item 7)	0
2A	Resistance to soldering heat (see list items 9 and 10) Robustness of terminations	9.2 7.2		5	0
2B	Rapid change of temperature Vibration Shock	8.1 7.3 7.4		5	
2	Climatic sequence	8.3	D	10	0
3	Dimensions (detail) (see list item 7)	7.1.4	ND	10	0
4	Endurance at room temperature (cycling) (see list item 12)	8.4.1	D	10	0
5	Endurance at max. operating temperature and max. voltage (see list item 12)	8.4.3	D	10	0
6	Cold environmental electrical cycling	8.4.4	D	10	0
7	Thermal runaway	8.4.5	D	10	0
8	Damp heat, steady state	8.3	D	10	0

^a Data for conditions of test are defined in the detail specification.

Table Q.4 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for use as temperature sensing elements – Assessment level EZ

Group No.	Test ^a	Subclause of this document	D or ND	Number of specimens <i>n</i>	Permissible number of non-conforming items <i>c</i>
0	Visual examination Marking Dimensions (gauging) Nominal zero-power resistance R_n Voltage proof	7.1.1 7.1.2 7.1.3 6.1 6.4	ND	90 + 5 (see list item 6)	0
1	Temperature coefficient of resistance (if specified) Zero-power resistance R_T (if specified) Nominal functioning temperature T_{NF} Residual current (if specified) Solderability (see list items 9 and 10)	6.2 6.1 6.5 6.13 9.1	D	10 (see list item 7)	0
2A	Resistance to soldering heat (see list items 9 and 10) Robustness of terminations	9.2 7.2		5	
2B	Rapid change of temperature Vibration (if specified, not for non-insulated types) Shock	8.1 7.3 7.4		5	
2	Climatic sequence	8.3	D	10	0
3	Response time (if specified) by ambient temperature change t_a or Response time by power change t_p	6.7 or 6.8	ND	10	0
4	Dimensions (detail) Dissipation factor at U_{max} (if specified)	7.1.4 6.6	ND	10	0
5	Endurance at room temperature (cycling) (see list item 12)	8.4.1	D	10	0
6	Endurance at upper category temperature (see list item 12)	8.4.2	D	10	0
7	Endurance at max. operating temperature and max. voltage (see list item 12)	8.4.3	D	10	0
8	Cold environmental thermal cycling	8.4.4	D	10	0
9	Damp heat, steady state	8.3	D	10	0

^a Data for conditions of test are defined in the detail specification.

Q.6.5 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.6.6 Maintenance of qualification approval

Qualification approval shall be maintained by regular demonstration of compliance with the requirements for quality conformance (see Q.6.7).

Q.6.7 Quality conformance inspection

Q.6.7.1 General

The blank detail specifications associated with this specification shall prescribe the test schedule for quality conformance inspection. This schedule shall also specify the grouping, sampling and periodicity for the lot-by-lot and periodic inspection (see Table Q.5 and Table Q.6).

Sampling plans and inspection levels shall be selected from those given in IEC 61193-2.

If required, more than one schedule may be specified.

An inspection lot shall consist of thermistors of the same style. It should be representative of those extremes of the resistance and switching temperature range produced during the inspection period.

Styles having the same nominal dimensions, but different temperature characteristics of resistance produced during the period may be aggregated, except for the purposes of subgroups that contain a test for temperature coefficients of resistance. The extremes, or any critical value of the ranges of resistance and temperature characteristics of resistance for which qualification approval has been granted, shall be inspected during a period which is approved by in accordance with the specified quality assessment system (if any).

The sample for Groups C and D shall be collected over the last 13 weeks of the inspection period.

Q.6.7.2 Assessment level

The assessment level given in the blank detail specification shall be in accordance with Table Q.5 and Table Q.6.

Table Q.5 – Quality conformance inspection for lot-by-lot inspection

Inspection subgroup ^d	Assessment level		
	EZ		
	IL^a	n^a	c^a
A0	100 % ^b		
A1	S-4	c	0
A2	S-3	c	0
B1	S-2	c	0
B2	S-2	c	0
^a IL is the inspection level; n is the sample size; c is the permissible number of non-conforming items.			
^b 100 % testing shall be followed by re-inspection by sampling in order to monitor outgoing quality level by non-conforming items per million (ppm). The sampling level shall be established by the manufacturer. For the calculation of ppm values, any parametric failure shall be counted as a non-conforming item. If one or more non-conforming items occur in a sample, this lot shall be rejected.			
^c Number to be tested: sample size as directly allotted to the code letter for IL in IEC 61193-2.			
^d The content of the inspection subgroups is described in Clause 2 of the relevant blank detail specification.			

Table Q.6 – Quality conformance inspection for periodic testing

Inspection subgroup ^b	Assessment level		
	EZ		
	p^a	n^a	c^a
C1A	6	5	0
C1B	6	5	0
C1	6	10	0
C2	6	10	0
C3	6	10	0
C4	6	10	0
C5	6	10	0
D1	12	10	0
D2	12	10	0
D3	12	10	0
^a p is the periodicity in months; n is the sample size; c is the permissible number of non-conforming items. ^b The content of the inspection subgroups is described in Clause 2 of the relevant blank detail specification.			

Q.7 Rework and repair

Q.7.1 Rework

Rework, as defined in the specified quality assessment system (if any), shall not be carried out if prohibited by the relevant specification. The relevant specification shall state if there is a restriction on the number of occasions that rework may take place on a specific component.

All rework shall be carried out prior to the formation of the inspection lot offered for inspection to the requirements of the detail specification.

Such rework procedures shall be fully described in the relevant documentation produced by the manufacturer and shall be carried out under the direct control of the designated management representative (DMR). Rework shall not be subcontracted.

Q.7.2 Repair

Thermistors which have been repaired as defined in the specified quality assessment system (if any) shall not be released.

Q.8 Release for delivery

Q.8.1 General

Thermistors shall be released for delivery in accordance with Q.6.7 and in accordance with the specified quality assessment system (if any), after the quality conformance inspection prescribed in the detail specification has been carried out.

Q.8.2 Release for delivery under qualification approval before the completion of group B tests

When the conditions of IEC 61193-2 for changing to reduced inspection have been satisfied for all group B tests, the manufacturer is permitted to release components before the completion of such tests.

Q.9 Certified test records of released lots

When certified test records are requested by a purchaser, they shall be specified in the detail specification.

Q.10 Delayed delivery

Thermistors held for a period exceeding three years (unless otherwise specified in the relevant specification), following the release of the lot shall, before delivery, be re-examined as specified in the relevant specification.

The re-examination procedure adopted by the manufacturer's DMR shall be approved.

Once a lot has been satisfactorily re-inspected, its quality is re-assured for the specified period.

Q.11 Alternative test methods

See the specified quality assessment system (if any) with the following details.

In case of dispute, for referee and reference purposes, only the specified methods shall be used.

Q.12 Manufacture outside the geographical limits

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

Q.13 Unchecked parameters

Only those parameters of a component which have been specified in a 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. Should it for any reason be necessary for further parameters to be controlled, then a new, more extensive specification shall be used.

The additional test method(s) shall be fully described and appropriate limits, sampling plans and inspection levels shall be specified.

Annex X (informative)

Cross-references to IEC 60738-1:2009

The drafting of this fourth edition of IEC 60738-1 has resulted in a new structure. The following table indicates the new clause and subclause numbers with respect to the third edition (IEC 60738-1:2009).

Table X.1 – Cross-references to the previous edition

IEC 60738-1:2009 3 rd edition Clause/Subclause	IEC 60738-1:2022 4 th edition Clause/Subclause	Notes
1	1	There is no change
2	2	There is no change
3	3	There is no change
4	4.1	In accordance with the change of clause numbers
5	4.2	In accordance with the change of clause numbers
5.1	4.2.1	In accordance with the change of clause numbers
5.2	4.3	In accordance with the change of clause numbers
5.3	4.2.2	In accordance with the change of clause numbers
6	Annex Q	Newly added
6.1	Q.1	In accordance with the change of clause numbers
6.1.1	Q.2	In accordance with the change of clause numbers
6.2	Q.3	In accordance with the change of clause numbers
6.3	Q.4	In accordance with the change of clause numbers
6.4	Q.5	In accordance with the change of clause numbers
6.5	Q.6	In accordance with the change of clause numbers
6.6	Q.7	In accordance with the change of clause numbers
6.7	Q.8	In accordance with the change of clause numbers
6.8	Q.9	In accordance with the change of clause numbers
6.9	Q.10	In accordance with the change of clause numbers
6.10	Q.11	In accordance with the change of clause numbers
6.11	Q.12	In accordance with the change of clause numbers
6.12	Q.13	In accordance with the change of clause numbers
7	5	In accordance with the change of clause numbers
7.1	5.1	In accordance with the change of clause numbers
7.2	5.2	In accordance with the change of clause numbers
7.3	5.3	In accordance with the change of clause numbers
7.4	7.1	In accordance with the change of clause numbers
7.5	6.1	In accordance with the change of clause numbers
7.6	6.2	In accordance with the change of clause numbers
7.7	6.3	In accordance with the change of clause numbers
7.8	6.4	In accordance with the change of clause numbers
7.9	6.5	In accordance with the change of clause numbers
7.10	6.6	In accordance with the change of clause numbers

IEC 60738-1:2009 3 rd edition Clause/Subclause	IEC 60738-1:2022 4 th edition Clause/Subclause	Notes
7.11	6.7	In accordance with the change of clause numbers
7.12	6.8	In accordance with the change of clause numbers
7.13	6.9	In accordance with the change of clause numbers
7.14	6.10	In accordance with the change of clause numbers
7.15	7.2	In accordance with the change of clause numbers
7.16	9.1	In accordance with the change of clause numbers
7.17	9.2	In accordance with the change of clause numbers
7.18	8.1	In accordance with the change of clause numbers
7.19	7.3	In accordance with the change of clause numbers
7.20	None	Bump tests are withdrawn
7.21	7.4	In accordance with the change of clause numbers
7.22	8.2	In accordance with the change of clause numbers
7.23	8.3	In accordance with the change of clause numbers
7.24	8.4	In accordance with the change of clause numbers
7.25	6.11	In accordance with the change of clause numbers
7.26	6.12	In accordance with the change of clause numbers
7.27	6.13	In accordance with the change of clause numbers
7.28	6.14	In accordance with the change of clause numbers
7.29	6.15	In accordance with the change of clause numbers
7.30	5.4	In accordance with the change of clause numbers
7.31	7.5	In accordance with the change of clause numbers
7.32	7.6	In accordance with the change of clause numbers
Annex A	None	This item has been deleted in accordance with the withdrawal of the IEC 60410 standard.
Annex B	Annex A	In accordance with the change of clause numbers
Annex C	Annex B	In accordance with the change of clause numbers
None	Annex X	Newly added

Bibliography

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

IECQ 03-3:2018, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ System) – Rules of Procedure – Part 3: IECQ Approved Component Products, Related Materials & Assemblies Scheme*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60738-1:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	71
1 Domaine d'application	73
2 Références normatives	73
3 Termes et définitions	74
4 Exigences générales	84
4.1 Unités et symboles.....	84
4.2 Valeurs préférentielles	84
4.2.1 Catégories climatiques	84
4.2.2 Espacements.....	84
4.3 Marquage	85
4.3.1 Généralités.....	85
4.3.2 Codage.....	85
5 Dispositions générales pour les mesures et méthodes d'essai	85
5.1 Généralités	85
5.2 Conditions normales pour les essais	85
5.2.1 Conditions atmosphériques normales pour les essais	85
5.2.2 Erreur de mesure.....	86
5.3 Séchage et reprise.....	86
5.3.1 Séchage	86
5.3.2 Reprise.....	86
5.3.3 Sévérités des essais de chocs.....	86
5.3.4 Sévérités des vibrations.....	87
5.4 Montage (pour les thermistances pour montage en surface uniquement)	87
5.4.1 Généralités.....	87
5.4.2 Circuit imprimé et zone de report.....	87
5.4.3 Méthode de brasage à la vague.....	87
5.4.4 Méthode de brasage par refusion	88
6 Essais électriques et mesures	88
6.1 Résistance de puissance nulle	88
6.1.1 Généralités.....	88
6.1.2 Procédures de mesure.....	88
6.1.3 Exigences.....	89
6.2 Coefficient de température de résistance	89
6.2.1 Généralités.....	89
6.2.2 Exigences.....	89
6.3 Résistance d'isolation (pour types isolés seulement)	89
6.3.1 Généralités.....	89
6.3.2 Méthodes d'essai.....	89
6.3.3 Tension appliquée	90
6.3.4 Exigences.....	90
6.4 Tension de tenue (types isolés seulement)	90
6.4.1 Généralités.....	90
6.4.2 Méthodes d'essai.....	91
6.4.3 Tension d'essai	91
6.4.4 Exigences.....	91
6.5 Caractéristique résistance/température	91

6.5.1	Méthodes d'essai.....	91
6.5.2	Exigences.....	91
6.6	Facteur de dissipation à $U_{\max}(\delta)$	91
6.6.1	Généralités.....	91
6.6.2	Préconditionnement.....	91
6.6.3	Circuit d'essai.....	92
6.6.4	Méthodes d'essai.....	92
6.6.5	Exigences.....	92
6.7	Temps de réponse par variation de température ambiante (t_a).....	93
6.7.1	Généralités.....	93
6.7.2	Préconditionnement.....	93
6.7.3	Procédures d'essai.....	93
6.7.4	Procédures de mesure.....	93
6.7.5	Exigences.....	93
6.8	Temps de réponse par variation de puissance (t_p).....	93
6.8.1	Montage.....	93
6.8.2	Méthodes d'essai.....	94
6.9	Constante de temps thermique par variation de température ambiante (τ_a).....	94
6.10	Constante de temps thermique par refroidissement (τ_c).....	94
6.10.1	Montage.....	94
6.10.2	Méthodes d'essai.....	94
6.10.3	Exigences.....	96
6.11	Courant et temps de déclenchement.....	96
6.12	Courant de non-déclenchement.....	97
6.13	Courant résiduel.....	97
6.14	Température de surface.....	97
6.15	Courant d'appel.....	99
6.15.1	Circuit de mesure.....	99
6.15.2	Méthode de mesure.....	99
6.16	Energie par décharge.....	100
6.16.1	Circuit de mesure.....	100
6.16.2	Méthode de mesure.....	100
7	Essais mécaniques et mesures.....	101
7.1	Examen visuel et contrôle des dimensions.....	101
7.1.1	Examen visuel.....	101
7.1.2	Marquage.....	101
7.1.3	Dimensions (calibrage).....	101
7.1.4	Dimensions (détail).....	101
7.2	Robustesse des sorties.....	101
7.2.1	Généralités.....	101
7.2.2	Essai U_{a1} – Traction.....	101
7.2.3	Essai U_b – Flexion.....	102
7.2.4	Essai U_c – Torsion.....	102
7.2.5	Examen visuel.....	102
7.2.6	Mesures et exigences finales.....	102
7.3	Vibrations.....	102
7.4	Chocs.....	103
7.5	Essai de cisaillement (adhérence).....	103

7.5.1	Conditions d'essai	103
7.5.2	Méthodes d'essai.....	103
7.5.3	Exigences.....	103
7.6	Essai de pliage du substrat.....	104
7.6.1	Montage	104
7.6.2	Mesures initiales.....	104
7.6.3	Procédures d'essai	104
7.6.4	Mesures	104
7.6.5	Exigences.....	104
7.6.6	Inspection et exigences finales	104
8	Essais d'environnement et climatiques	104
8.1	Variation rapide de température.....	104
8.2	Séquence climatique.....	105
8.2.1	Généralités	105
8.2.2	Mesures initiales.....	105
8.2.3	Chaleur sèche	105
8.2.4	Chaleur humide (cyclique), premier cycle	105
8.2.5	Froid.....	105
8.2.6	Basse pression atmosphérique	105
8.2.7	Chaleur humide (cyclique), cycles restants.....	105
8.2.8	Mesures finales	106
8.3	Chaleur humide, essai continu	106
8.4	Endurance	106
8.4.1	Endurance à la température ambiante (cycles)	106
8.4.2	Endurance à la température maximale de catégorie.....	108
8.4.3	Endurance à la température de fonctionnement maximale et à la tension maximale	108
8.4.4	Cycles électriques en environnement froid.....	109
8.4.5	Emballement thermique	110
9	Essai relatif à l'assemblage des composants	111
9.1	Brasabilité.....	111
9.1.1	Généralités.....	111
9.1.2	Thermistances avec conducteurs.....	111
9.1.3	Thermistances pour montage en surface	112
9.2	Résistance à la chaleur du brasage	112
9.2.1	Généralités	112
9.2.2	Conditions d'essai	112
9.2.3	Période de reprise	112
9.2.4	Exigences pour toutes les thermistances, sauf celles pour montage en surface	113
9.2.5	Exigences pour les thermistances pour montage en surface	113
10	Procédures d'assurance qualité.....	113
Annexe A (informative)	Montage pour mesures électriques.....	114
A.1	Montage pour thermistances sans fils de sortie.....	114
A.2	Montage pour thermistances avec fils de sortie.....	114
A.3	Montage pour thermistances pour montage en surface	115
Annexe B (informative)	Montage pour mesures de la température.....	117
Annexe Q (normative)	Procédures d'assurance qualité	118
Q.1	Généralités	118

Q.2	Applicabilité d'homologation.....	118
Q.3	Etape initiale de fabrication.....	118
Q.4	Sous-traitance	118
Q.5	Composants de structure semblable	118
Q.5.1	Généralités	118
Q.5.2	Pour les essais électriques	119
Q.5.3	Pour les essais d'environnement	119
Q.5.4	Pour l'inspection visuelle	119
Q.5.5	Pour les essais d'endurance	119
Q.6	Procédures d'homologation.....	119
Q.6.1	Aptitude à l'homologation	119
Q.6.2	Demande d'homologation	119
Q.6.3	Procédures d'essai pour l'homologation.....	119
Q.6.4	Homologation basée sur la procédure avec un effectif d'échantillons fixe	120
Q.6.5	Accord d'homologation	125
Q.6.6	Maintenance d'homologation	126
Q.6.7	Contrôle de conformité de la qualité	126
Q.7	Reprise et réparation	128
Q.7.1	Reprise.....	128
Q.7.2	Réparation.....	128
Q.8	Acceptation pour livraison	128
Q.8.1	Généralités	128
Q.8.2	Acceptation pour livraison par homologation avant la fin des essais du groupe B.....	128
Q.9	Enregistrements d'essais certifiés de lots acceptés.....	128
Q.10	Livraison différée	128
Q.11	Méthodes d'essai de remplacement	129
Q.12	Fabrication hors des limites géographiques	129
Q.13	Paramètres non contrôlés	129
Annexe X (informative)	Références croisées à l'IEC 60738-1:2009	130
Bibliographie.....		132
Figure 1	Caractéristique résistance/température typique et définitions pour des thermistances CTP (à puissance nulle)	76
Figure 2	Caractéristique R/TNF typique pour des thermistances CTP dans des applications utilisant des détecteurs	77
Figure 3	Caractéristique courant/tension typique pour des thermistances CTP	78
Figure 4	I_{in} en fonction de t à $U_{c.c.}$	81
Figure 5	I_{in} fonction de t à U_{eff}	82
Figure 6	Circuit d'essai de facteur de dissipation	92
Figure 7	Gradient de température	93
Figure 8	Circuit pour la mesure de la constante de temps thermique par refroidissement.....	95
Figure 9	Circuit pour la mesure de la température de surface	98
Figure 10	Circuit de mesure	99
Figure 11	Circuit de mesure	100

Figure 12 – Circuit pour l'endurance à la température de fonctionnement maximale et à la tension maximale	109
Figure A.1 – Exemple de méthode de montage préférentielle pour thermistances sans fils de sortie	114
Figure A.2 – Exemple de méthode de montage préférentielle pour thermistances avec fils de sortie	115
Figure A.3 – Exemple de méthode de montage préférentielle pour thermistances pour montage en surface	116
Figure B.1 – Exemple de méthode de montage préférentielle pour mesure de la température sur des éléments chauffants cylindriques	117
Tableau 1 – Lignes de fuite et distances d'isolement	84
Tableau 2 – Sévérités des essais de vibrations.....	87
Tableau 3 – Force de traction	102
Tableau 4 – Nombre de cycles par catégorie climatique.....	105
Tableau A.1 – Dimensions recommandées des pastilles	116
Tableau Q.1 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillons fixe pour l'homologation de thermistances pour la limitation de courant – Niveau d'assurance EZ	122
Tableau Q.2 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillons fixe pour l'homologation de thermistances destinées à être utilisées comme des éléments chauffants – Niveau d'assurance EZ	123
Tableau Q.3 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillons fixe pour l'homologation de thermistances pour les applications de courant d'appel – Niveau d'assurance EZ.....	124
Tableau Q.4 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillons fixe pour l'homologation de thermistances destinées à être utilisées comme des éléments de détection de la température – Niveau d'assurance EZ.....	125
Tableau Q.5 – Contrôle de conformité de la qualité pour l'inspection lot par lot.....	127
Tableau Q.6 – Contrôle de conformité de la qualité pour les essais périodiques	127
Tableau X.1 – Références croisées à l'édition précédente	130

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**THERMISTANCES – COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE POSITIF
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 de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60738-1 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 2006 et l'Amendement 1:2009. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) restructuration complète pour être conforme aux Directives ISO/IEC; catégorisation et réorganisation des méthodes d'essai dans ces catégories,
- b) révision de certaines formulations, figures et références.

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

Projet	Rapport de vote
40/2969/FDIS	40/2977/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 60738, publiées sous le titre général *Thermistances – Coefficient de température positif 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/standardsdev/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.

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

THERMISTANCES – COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE POSITIF À CHAUFFAGE DIRECT –

Partie 1: Spécification générique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60738 décrit des termes et des méthodes d'essai pour les thermistances à basculement à coefficient de température positif, de type isolées ou non isolées, normalement fabriquées à partir de matériaux semiconducteurs ferroélectriques.

Elle établit des termes normaux, des procédures de contrôle et des méthodes d'essai destinés aux spécifications particulières pour l'homologation et pour les systèmes d'assurance de la qualité des composants électroniques.

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 60027 (toutes les parties), *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV)* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

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

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

IEC 60068-2-1:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2:2007, *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 60068-2-13, *Essais d'environnement – Partie 2-13: Essais – Essai M: Basse pression atmosphérique*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*
Amendement 1 (1986)

IEC 60068-2-20, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essais 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, *Essais d'environnement – Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de montage incorporés*

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

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

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 60068-2-78, *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 60617, *Symboles graphiques pour schémas* (disponible à l'adresse <http://std.iec.ch/iec60617>)

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

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 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*

IEC 61760-1, *Technique du montage en surface – Partie 1: Méthode normalisée pour la spécification des composants montés en surface (CMS)*

ISO 80000-1, *Grandeurs et unités – Partie 1: Généralités*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document et de spécifications subordonnées, 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 <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1

type

groupe de composants ayant des caractéristiques de conception semblables et dont les techniques de fabrication similaires permettent de les regrouper pour l'homologation ou pour le contrôle de conformité de la qualité

Note 1 à l'article: Un type est généralement couvert par une seule spécification particulière.

Note 2 à l'article: Les composants décrits dans plusieurs spécifications particulières peuvent, dans certains cas, être considérés comme appartenant au même type, mais ils sont généralement couverts par une seule 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 qui présente un changement significatif de sa résistance électrique pour un changement de la température du corps

3.4

thermistances à coefficient de température positif

thermistance dont la résistance augmente avec l'accroissement de température dans la portion utile de sa caractéristique

3.5

thermistances à basculement à coefficient de température positif

CTP

thermistance qui présente une augmentation rapide de sa résistance lorsque la température atteint une valeur spécifique

Note 1 à l'article: Une thermistance CTP présente des effets secondaires à prendre en compte.

3.6

résistance de puissance nulle

R_T

valeur de la résistance d'une thermistance CTP, à une température donnée, 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

Note 1 à l'article: La valeur de la résistance d'une thermistance CTP dépend de la valeur et du mode de tension appliquée (alternative ou continue) et si une source de tension en courant alternatif est utilisée, elle dépend de la fréquence (voir 3.8 et 3.9).

3.7

résistance de puissance nulle nominale

R_n

valeur de la résistance en courant continu d'une thermistance mesurée à une température spécifiée, de préférence à 25 °C, dont la puissance dissipée est suffisamment basse pour que toute autre diminution de la puissance n'entraîne qu'une variation négligeable de la résistance

Note 1 à l'article: Une résistance de puissance nulle peut également être mesurée en courant alternatif si la spécification particulière l'exige.

3.8

influence de la tension

effet secondaire entraînant une diminution de la résistance lorsque la tension aux bornes de la thermistance, mesurée pour une température constante du corps, augmente

3.9

influence de la fréquence

effet secondaire entraînant une diminution importante du coefficient de température positif de la thermistance lorsque la fréquence augmente

3.10

caractéristique résistance/température

relation entre la résistance de puissance nulle d'une thermistance et la température de l'élément thermosensible lorsque celle-ci est mesurée dans des conditions de référence spécifiées (voir Figure 1)

Note 1 à l'article: Les thermistances CTP peuvent avoir plusieurs caractéristiques résistance/température spécifiées. La résistance de puissance nulle d'une caractéristique résistance/température peut être mesurée à l'aide d'une tension d'impulsion (U_{pulse}) supérieure à 1,5 V, qui est spécifiée dans la spécification particulière. La courbe de droite à la Figure 1 représente une caractéristique résistance/température typique dans le cas où une tension d'impulsion est utilisée (U_{pulse}).

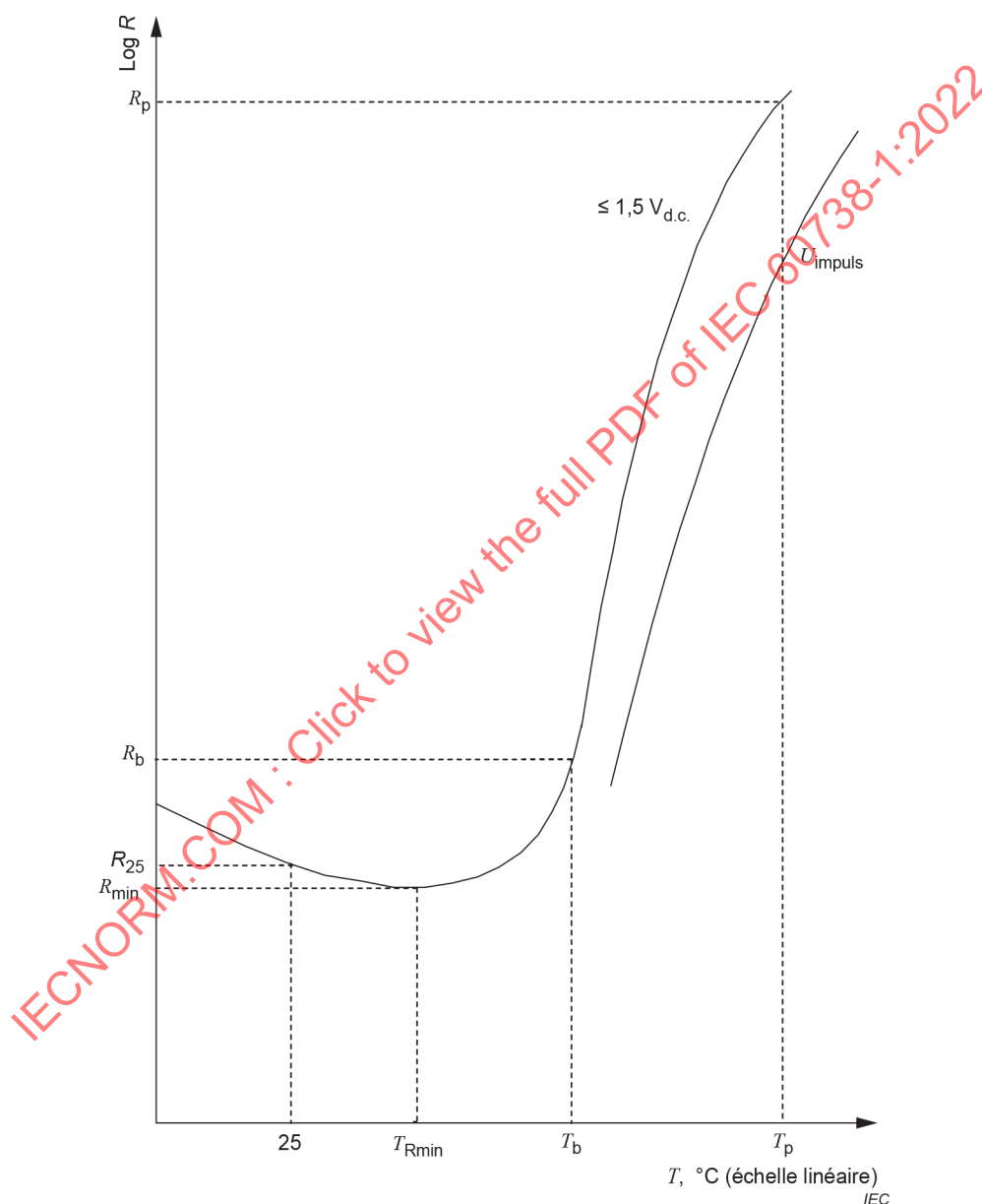


Figure 1 – Caractéristique résistance/température typique et définitions pour des thermistances CTP (à puissance nulle)

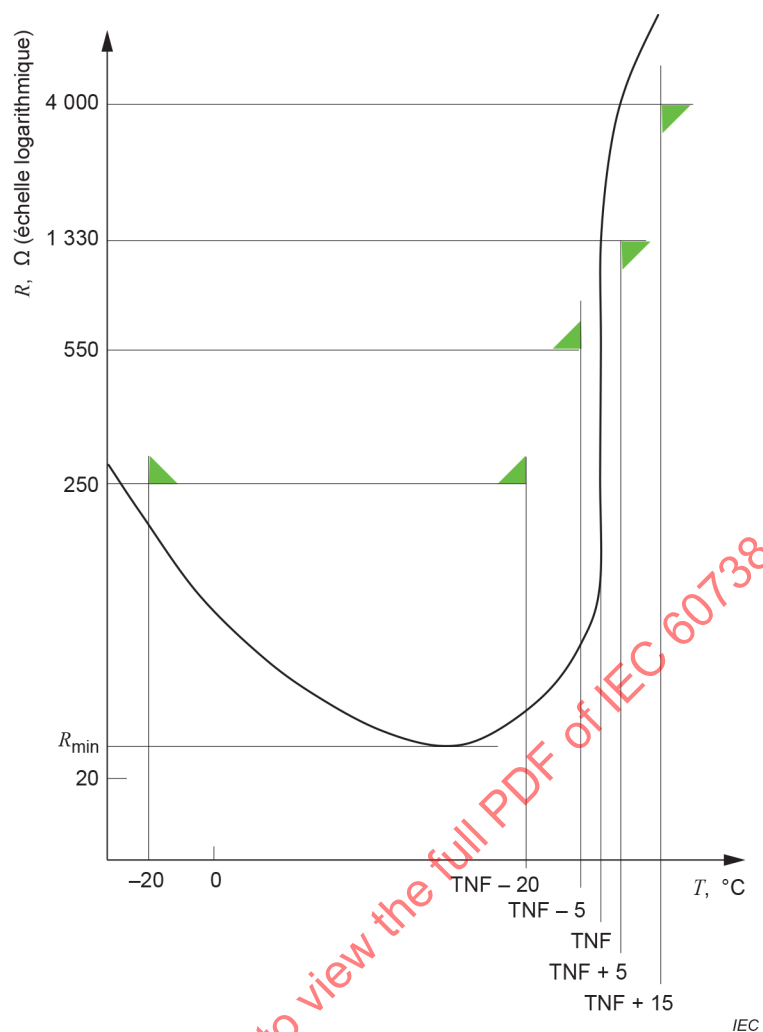
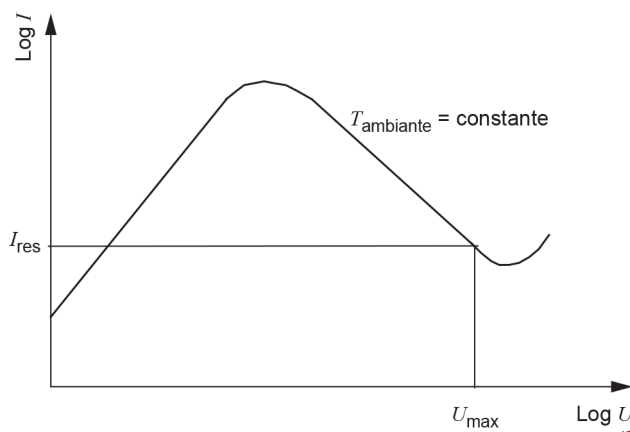


Figure 2 – Caractéristique R/TNF typique pour des thermistances CTP dans des applications utilisant des détecteurs

3.11

caractéristique courant/tension

relation en air calme à 25 °C (sauf indication contraire) entre la tension appliquée (continue ou alternative) aux bornes de la thermistance et le courant en régime permanent (voir Figure 3)



NOTE 1 $U_{\max}$ est spécifiée par le fabricant.

NOTE 2 La tension de claquage est la valeur au-delà de laquelle la thermistance ne serait plus en mesure d'assurer la tenue en tension correctement.

Figure 3 – Caractéristique courant/tension typique pour des thermistances CTP

3.12

température nominale de fonctionnement

T_{NF}

température nominale au niveau de la partie raide de la caractéristique résistance/température de fonctionnement du système commandé par la thermistance

Note 1 à l'article: T_{NF} est exclusivement définie pour des résistances CTP dans des applications utilisant des détecteurs.

3.13

température de commutation

T_b

température à laquelle débute la fonction de basculement

3.14

résistance minimale

$R_{\min}$

valeur minimale de la caractéristique résistance de puissance nulle/température (voir Figure 1 et Figure 2)

3.15

résistance à la température de commutation

R_b

valeur de la résistance de puissance nulle correspondant à la température de commutation définie par $R_b = 2 \times R_{\min}$

Note 1 à l'article: En variante, la définition $R_b = 2 \times R_{25}$ peut être utilisée. Lorsqu'elle est utilisée, cette définition doit être indiquée explicitement dans la spécification particulière.

3.16**température pour la résistance minimale** T_{Rmin} température à laquelle se produit R_{min} **3.17****température pour la résistance de puissance pulsée** T_p température supérieure à T_b , dans la partie CTP de la caractéristique résistance/température pour laquelle une valeur minimale, R_p , de la résistance de puissance nulle est spécifiée**3.18****résistance de puissance pulsée** R_p résistance à la température T_p mesurée à la tension maximale ou à une tension spécifiée dans la spécification particulière et donnée comme valeur minimale

Note 1 à l'article: Il convient d'effectuer la mesure dans des conditions telles qu'une variation de la résistance due à la génération interne de chaleur soit négligeable par rapport à l'erreur de mesure totale. Il convient que la tension appliquée et les caractéristiques des impulsions utilisées soient données dans la spécification particulière. Lorsque la tension maximale est appliquée, le courant maximal de surcharge peut ne pas être dépassé.

3.19**coefficient de température moyen de la résistance à une tension déclarée** α_R

taux de variation de la résistance en fonction de la température exprimée en %/K, calculé à l'aide de la formule:

$$\alpha_R = \frac{100}{(T_p - T_b)} \times \ln \frac{R_p}{R_b}$$

où T_p dépasse T_b de 10 K au minimum

Note 1 à l'article: Les températures T_p et T_b sont à indiquer, le cas échéant, et il convient d'avoir les mêmes conditions de mesure pour R_b et R_p , sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Note 2 à l'article: La spécification particulière peut spécifier la mesure du coefficient de température de la résistance sur une petite gamme de températures dans laquelle sa valeur est un maximum, et en utilisant une méthode d'essai appropriée.

3.20**température maximale de catégorie****UCT**

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

3.21**température minimale de catégorie****LCT**

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

3.22**tension maximale** U_{max}

tension maximale (alternative ou continue) qui peut être appliquée en continu à la thermistance sans dépasser le courant de surcharge maximal d'appel

3.23**température maximale de fonctionnement** T_{A-max}

température ambiante maximale à laquelle la thermistance peut fonctionner en continu à la tension maximale sans dépasser le courant de surcharge maximal

3.24**température minimale de fonctionnement** T_{A-min}

température ambiante minimale à laquelle la thermistance peut fonctionner en continu à la tension maximale sans dépasser le courant de surcharge minimal

3.25**tension d'isolation**

tension maximale qui peut être appliquée dans des conditions de fonctionnement continu entre n'importe quelles bornes de la thermistance et toute surface conductrice

Note 1 à l'article: La tension d'isolation est uniquement applicable aux thermistances isolées.

3.26**courant de surcharge maximal** I_{mo}

valeur du courant (en courant alternatif ou en courant continu) pour la gamme de températures de fonctionnement qui ne doit pas être dépassée dans des conditions spécifiées de température ambiante et de tension

Note 1 à l'article: Il peut s'avérer nécessaire de limiter le courant qui traverse la thermistance en utilisant une résistance R_s .

3.27**courant résiduel** I_{res}

valeur du courant (alternatif ou continu) dans la thermistance à une température ambiante spécifiée (de préférence 25 °C) en régime permanent

Note 1 à l'article: La tension appliquée est la tension maximale, sauf indication contraire (voir Figure 3).

3.28**courant de déclenchement** I_t

plus petit courant qui provoque le déclenchement de la thermistance dans un état de résistance élevée à une température spécifiée (de préférence 25 °C) et pendant une période de temps à spécifier dans la spécification particulière

3.29**courant de non-déclenchement** I_{nt}

courant maximal à une température ambiante spécifiée (de préférence 25 °C) que la thermistance conduit indéfiniment dans son état de résistance faible

3.30**courant d'appel** I_{in}

courant apparaissant pendant la période transitoire, entre l'instant de la commutation et le régime permanent

3.31**courant d'appel de crête** $I_{in\ p}$

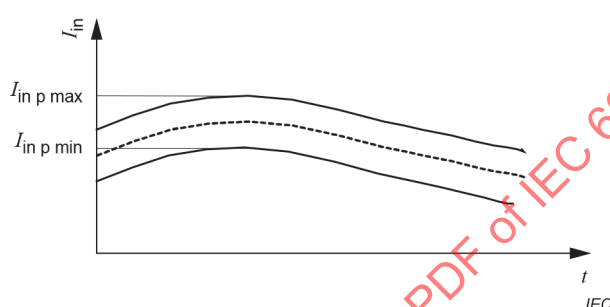
valeur maximale du courant pendant la période transitoire (voir Figure 4)

3.32**courant d'appel de crête minimal** $I_{in\ p\ min}$

plus basse valeur spécifiée du courant d'appel de crête

3.33**courant d'appel de crête maximal** $I_{in\ p\ max}$

plus grande valeur spécifiée du courant d'appel de crête

**Figure 4 – I_{in} en fonction de t à $U_{c.c.}$** **3.34****courant d'appel crête à crête** $I_{in\ pp}$

valeur du courant d'appel mesuré entre une crête positive et une crête négative adjacentes (voir Figure 5)

Note 1 à l'article: Le courant d'appel crête à crête s'applique uniquement en courant alternatif.

3.35**courant d'appel crête à crête minimal** $I_{in\ pp\ min}$

plus basse valeur spécifiée du courant d'appel crête à crête

3.36**courant d'appel crête à crête maximal** $I_{in\ pp\ max}$

plus grande valeur spécifiée du courant d'appel crête à crête

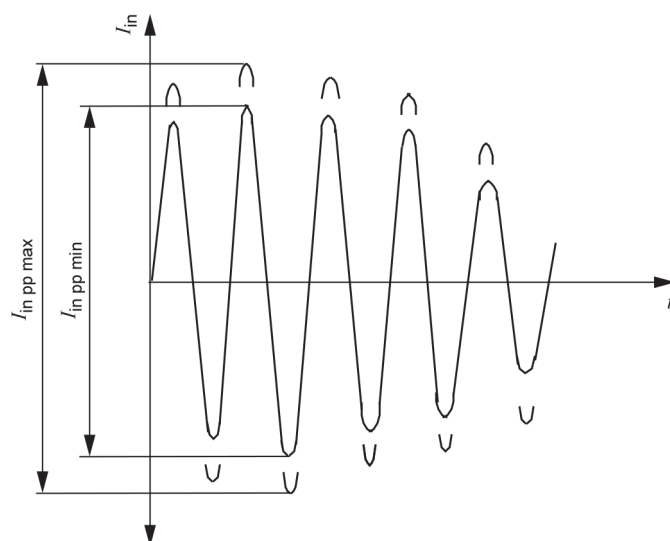


Figure 5 – I_{in} fonction de t à U_{eff}

3.37

puissance d'appel de crête

$P_{in p}$

puissance de crête ($U \times I_{in p}$) mesurée pour la valeur crête maximale du courant qui apparaît pendant la période transitoire, entre l'instant de la commutation et le régime permanent, mesurée dans des conditions spécifiées de température ambiante, de tension et de circuit

3.38

puissance d'appel de crête maximale

$P_{in p max}$

puissance de crête maximale qui peut apparaître pendant la période transitoire avant que la thermistance n'atteigne son régime permanent

Note 1 à l'article: Dans la spécification particulière, il convient de spécifier s'il convient de prendre la "valeur crête 0" ou la "valeur efficace".

3.39

puissance maximale

P_{max}

puissance ($U_{max} \times I_{res}$) pouvant être dissipée en continu par la thermistance lorsque la tension maximale est appliquée dans des conditions spécifiées de température ambiante, de circuit et de dissipation thermique lorsque l'équilibre thermique est obtenu

Note 1 à l'article: Si la puissance est délivrée par une source de courant alternatif, il convient de mesurer la tension et le courant à l'aide d'un dispositif de mesure de valeurs efficaces réelles en courant alternatif.

3.40

énergie maximale

$E_{max.}$

énergie (en J) [$C_{th.} \times (T_b - T_{amb})$] pouvant être absorbée par la thermistance pendant une brève période transitoire sans auto-échauffement au-dessus de sa température de commutation (T_b)

Note 1 à l'article: L'énergie maximale est appliquée dans des conditions spécifiées de tension, de temps, de température du circuit et ambiante (de préférence 25 °C).

Note 2 à l'article: L'énergie ($C \times U_{max}^2/2$) est fournie en déchargeant complètement un condensateur, de capacité connue, C , chargé à la tension U_{max} de la CTP, dans celle-ci.

3.41**facteur de dissipation** δ

rapport (en W/K) entre la variation de puissance dissipée dans la thermistance et la variation de température du corps résultante dans des conditions ambiantes spécifiées (température, milieu)

3.42**résistance thermique** R_{th}

rapport (en K/W) entre la différence de température entre la température de la thermistance et la température ambiante et la puissance dissipée dans la thermistance dans des conditions ambiantes spécifiées (température, milieu)

Note 1 à l'article: Le facteur de dissipation et la résistance thermique sont mutuellement réciproques.

3.43**capacité calorifique** C_{th}

énergie (en J) nécessaire pour augmenter la température du corps de la thermistance de 1 K

3.44**temps de réponse** t_a

<variation de température ambiante> temps, en s, exigé pour changer la température d'une thermistance entre deux états définis lorsqu'elle est soumise à une variation de température ambiante

3.45**temps de réponse** t_p

<variation de puissance> temps, en s, exigé pour changer la température d'une thermistance entre deux états définis de puissance reçue

3.46**constante de temps thermique** τ_a

<constante par variation de température ambiante> temps exigé par une thermistance pour répondre à 63,2 % d'une variation d'échelon externe à température ambiante

Note 1 à l'article: La constante de temps thermique (idéale) pour une thermistance est le produit de sa capacité calorifique par sa résistance thermique.

3.47**constante de temps thermique** τ_c

<constante par refroidissement> temps exigé pour qu'une thermistance se refroidisse à 63,2 % de son excédant de température, en raison d'un chauffage électrique, à l'air calme

Note 1 à l'article: La constante de temps thermique (idéale) pour une thermistance est le produit de sa capacité calorifique par sa résistance thermique.

3.48**thermistances isolées**

thermistances capables de satisfaire aux exigences des essais de résistance d'isolation et de tension de tenue lorsque cela est spécifié dans le programme d'essai

3.49

température de surface

T_s

température dans des conditions définies au niveau de la couche frontière entre deux milieux

3.50

température de surface finale

T_{sf}

température atteinte dans des conditions définies lorsque l'équilibre thermique est établi

4 Exigences générales

4.1 Unités et symboles

Les unités, les symboles graphiques, les symboles littéraux et la terminologie doivent, dans la mesure du possible, être tirés des publications suivantes:

- IEC 60027;
- IEC 60050;
- IEC 60617;
- IEC 80000-1.

Si d'autres éléments sont exigés, ils doivent être conformes aux principes des documents énoncés ci-dessus.

4.2 Valeurs préférentielles

4.2.1 Catégories climatiques

Les thermistances sont classées en catégories climatiques selon les règles générales données dans l'IEC 60068-1:2013, Annexe A. La spécification particulière doit indiquer la catégorie appropriée.

4.2.2 Espacements

Les espacements entre les parties de polarités opposées d'une thermistance ne doivent pas être inférieurs aux valeurs applicables spécifiées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Lignes de fuite et distances d'isolement

Environnement	Tension de fonctionnement continue ou alternative (en V)					
	≤ 32	> 32 et ≤ 50	> 50 et ≤ 300	> 300 et ≤ 600	> 600 et ≤ 800	> 800 et ≤ 1000
Scellé ou encapsulé	Exception 1	0,4 mm	0,8 mm	0,8 mm	1,0 mm	1,5 mm
Propre	Exception 1	1,0 mm	1,0 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm
Normal et sale	Exception 1	1,0 mm	1,5 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm

Ces données s'appliquent aux lignes de fuite et aux distances d'isolement.

Exception 1: pour les lignes de fuite et les distances d'isolement des thermistances CTP dont la tension nominale de fonctionnement est inférieure à 32 V, cette valeur est conforme aux exigences lorsqu'il est confirmé que la tension maximale de la thermistance est celle spécifiée dans la spécification particulière.

Une barrière isolante ou un séparateur isolant utilisé pour l'espacement ne doit pas être inférieur à 0,71 mm.

Exception 2: une barrière ou un séparateur utilisé conjointement avec au moins 50 % de l'espacement exigé dans l'air ne doit pas être inférieur à 0,33 mm d'épaisseur.

Exception 3: une barrière ou un séparateur dont l'épaisseur est inférieure à celle spécifiée ci-dessus est conforme aux exigences lorsqu'il est établi après examen qu'il satisfait aux conditions d'utilisation et qu'il est mécaniquement et électriquement équivalent à la barrière ou au séparateur spécifié ci-dessus.

4.3 Marquage

4.3.1 Généralités

Les informations suivantes, présentées dans l'ordre de priorité, doivent être clairement marquées sur la thermistance, si celle-ci offre suffisamment de place:

- a) les valeurs des caractéristiques principales adaptées à l'application de la thermistance à spécifier dans la spécification particulière. Lorsque ces valeurs sont codées (y compris des codes de couleur), les détails doivent être indiqués dans la spécification particulière ou dans la désignation du type;
- b) nom du fabricant et/ou marque commerciale;
- c) la date de fabrication;
- d) le numéro de la spécification particulière et le modèle.

L'emballage contenant la ou les thermistances doit comporter un marquage clair indiquant toutes les informations présentées ci-dessus.

Tout autre marquage doit être appliqué sans qu'il porte à confusion.

4.3.2 Codage

Quand un codage est utilisé pour la date de fabrication, la méthode doit être choisie parmi celles données dans l'IEC 60062.

5 Dispositions générales pour les mesures et méthodes d'essai

5.1 Généralités

La spécification particulière-cadre doit préciser les essais à effectuer, les mesures à effectuer avant et après à chaque essai ou sous-groupe d'essais, et la séquence à laquelle les essais doivent être effectués. Les essais doivent être effectués dans l'ordre indiqué. Les conditions de mesure doivent être les mêmes pour les mesures initiales et finales.

Si les spécifications nationales d'un système d'évaluation de la qualité incluent des méthodes différentes de celles spécifiées dans les spécifications ci-dessus, elles doivent être décrites de façon détaillée.

5.2 Conditions normales pour les essais

5.2.1 Conditions atmosphériques normales pour les essais

Sauf indication contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales pour les essais, conformément à 4.3 de l'IEC 60068-1:2013:

- température comprise entre 15 °C et 35 °C;
- humidité relative comprise entre 25 % et 75 %;

- pression atmosphérique comprise entre 86 kPa et 106 kPa.

Tout essai nécessitant un contrôle précis de la température doit être effectué avec la thermistance immergée dans un milieu non réducteur, non corrosif, non conducteur et bien mélangé, à la température de l'essai. Les thermistances doivent atteindre l'équilibre thermique avant que les résultats ne soient enregistrés.

Lorsque des mesures sont effectuées à une température différente de la température spécifiée, les résultats doivent, si nécessaire, être corrigés pour la température spécifiée. La température ambiante pendant les mesures doit être indiquée dans le rapport d'essai.

Pendant les mesures, la thermistance ne doit pas être exposée aux courants d'air, aux rayons directs du soleil ni à tout autre élément pouvant être à l'origine d'erreurs.

Les essais doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

5.2.2 Erreur de mesure

L'erreur de mesure totale de la puissance dissipée, de la tolérance sur la température et de la tolérance sur l'équipement de mesure ne doit pas dépasser 10 % de la tolérance de la spécification particulière.

5.3 Séchage et reprise

5.3.1 Séchage

Lorsque la spécification indique un séchage, la thermistance doit être conditionnée avant d'effectuer la mesure en suivant la procédure I ou la procédure II comme cela est indiqué dans la spécification particulière.

Procédure I

Pendant (24 ± 4) h dans une étuve à une température de (55 ± 2) °C et à une humidité relative ne dépassant pas 20 %.

Procédure II

Pendant (36 ± 4) h dans une étuve à (100 ± 5) °C.

La thermistance doit alors être refroidie dans un dessiccateur en utilisant un déshydratant approprié, par exemple de l'alumine active 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

Lorsqu'une reprise est exigée, la thermistance doit être stockée dans les conditions atmosphériques normales de l'essai pendant 1 h à 2 h.

5.3.3 Sévérités des essais de chocs

Les sévérités des essais données dans les spécifications particulières doivent être les suivantes:

Essai Ea (IEC 60068-2-27)

Forme des impulsions:	demi-sinusoïdale
Accélération:	500 m/s ²
Durée des impulsions:	11 ms

Sévérité: Trois chocs successifs dans chaque direction d'axe par spécimen. Pour chaque axe les spécimens utilisés sont différents (six chocs au total par spécimen).

5.3.4 Sévérités des vibrations

Les sévérités des essais données dans les spécifications particulières doivent être choisies dans le Tableau 2:

Essai Fc (IEC 60068-2-6)

Tableau 2 – Sévérités des essais de vibrations

Fréquence Hz	Nombre total de cycles de balayage
10 à 55	3 × 24
10 à 500	3 × 10
10 à 2 000	3 × 8

5.4 Montage (pour les thermistances pour montage en surface uniquement)

5.4.1 Généralités

Un exemple de montage pour des thermistances pour montage en surface est représenté à la Figure A.3.

5.4.2 Circuit imprimé et zone de report

Les thermistances pour montage en surface doivent être montées sur un substrat approprié. La méthode de montage dépend de la construction de la thermistance. Le substrat est normalement une carte imprimée stratifiée tissée de verre avec de la résine époxyde de 1,6 mm d'épaisseur (comme cela est défini dans l'IEC 61249-2-7 IEC-EP-GC-CU) ou un substrat en alumine de 0,635 mm et ne doit pas affecter les résultats des essais ou des mesures. La spécification particulière doit indiquer le matériau à utiliser pour les mesures électriques.

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 pour montage en surface. Les détails doivent être spécifiés dans la spécification particulière.

Si une autre méthode de montage est utilisée, il convient de décrire clairement la méthode dans la spécification particulière.

5.4.3 Méthode de brasage à la vague

Quand la spécification particulière spécifie le brasage à la vague, une colle appropriée, dont les détails peuvent être spécifiés dans la spécification particulière, doit être utilisée pour fixer le composant au substrat avant de procéder au brasage.

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.

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.

Le substrat avec les thermistances pour montage en surface doit avoir subi un traitement thermique dans une étuve à 100 °C pendant 15 min.

Le substrat doit être brasé dans un appareil de brasure à la vague. L'appareil doit être ajusté pour que sa température de préchauffage soit comprise entre 80 °C et 130 °C, comporter un bain de brasage à (260 ± 5) °C et présenter un temps de brasage de $(5 \pm 0,5)$ s.

L'opération de brasage doit être répétée une deuxième fois (deux cycles au total).

Le substrat doit être nettoyé pendant 3 min dans de l'alcool isopropylique (voir IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993, 3.1.2).

5.4.4 Méthode de brasage par refusion

Quand la spécification particulière spécifie un brasage par fusion, 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 alors être placée sur les plages de connexion métallisées du substrat d'essai afin d'établir le contact entre la thermistance et les plages de connexions du substrat;
- c) le substrat doit alors 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 refusionne pour former une connexion brasée homogène, mais pendant moins de 10 s. La spécification particulière peut exiger une gamme de températures plus restreinte.

Il convient d'éliminer le flux avec de l'alcool propylique (voir l'IEC 60068-2-45:1980/AMD1:1993, 3.1.2). Les manipulations suivantes doivent éviter toute contamination. Les chambres d'essai, comme les lieux dans lesquels s'effectuent les mesures après les essais, doivent être propres.

Si une brasure en phase vapeur est appliquée, la même méthode peut être utilisée avec des températures adaptées.

6 Essais électriques et mesures

6.1 Résistance de puissance nulle

6.1.1 Généralités

La résistance de puissance nulle doit être mesurée à la température donnée dans la spécification particulière.

6.1.2 Procédures de mesure

Les thermistances doivent être montées normalement dans des pinces résistant à la corrosion sur une plaque de montage faite de polytétrafluoroéthylène (PTFE) ou d'un matériau isolant équivalent. Un exemple de montage pour des thermistances est représenté à l'Annexe A.

Les thermistances doivent alors être immergées dans un milieu non réducteur et non corrosif dont la température doit être contrôlée conformément à la méthode d'essai applicable.

Toutes les mesures doivent être faites sans auto-échauffement des dispositifs (état de puissance nulle). Si la tension entraîne un auto-échauffement du dispositif, une tension pulsatoire doit être appliquée. La valeur et les caractéristiques de la tension pulsatoire doivent être spécifiées dans la spécification particulière.

La méthode de mesure doit être telle que:

- a) pour des températures inférieures ou égales à T_{Rmin} :
 - 1) pour une mesure de la résistance absolue, l'erreur ne dépasse pas 10 % de la tolérance sur la résistance;
 - 2) pour des mesures de variation de la résistance, l'erreur ne dépasse pas 10 % de la variation de résistance maximale spécifiée;
- b) pour des températures supérieures à T_{Rmin} :
 - 1) pour des mesures de résistance absolue:
 - i) lorsque les tolérances sont spécifiées sur la valeur de la résistance, l'erreur ne doit pas dépasser 10 % de la tolérance spécifiée;
 - ii) lorsqu'une valeur minimale de résistance est spécifiée, l'erreur ne doit pas dépasser $0,5 \alpha_R$ (%) de la valeur minimale spécifiée;
 - 2) pour les mesures de variation de la résistance:
 - i) lorsque les tolérances sont spécifiées sur la valeur de la résistance, l'erreur ne doit pas dépasser 10 % de la tolérance spécifiée;
 - ii) lorsqu'une valeur minimale de résistance est spécifiée, l'erreur ne doit pas dépasser $0,5 \alpha_R$ (%) de la valeur mesurée.

Lorsqu'une tension d'impulsion est utilisée, les caractéristiques des impulsions doivent être données dans la spécification particulière.

NOTE α_R est le coefficient de température moyen.

6.1.3 Exigences

La résistance de puissance nulle ne doit pas sortir des limites données dans la spécification particulière.

6.2 Coefficient de température de résistance

6.2.1 Généralités

Calculer le coefficient de température à une tension spécifiée en utilisant des valeurs de résistance R_p et R_b mesurées pour n'importe quelle paire de températures à spécifier dans la spécification particulière et en utilisant la formule spécifiée en 3.19.

6.2.2 Exigences

Le coefficient de température de la résistance ne doit pas dépasser les tolérances spécifiées.

6.3 Résistance d'isolation (pour types isolés seulement)

6.3.1 Généralités

La résistance d'isolation de la couche protectrice doit être mesurée.

6.3.2 Méthodes d'essai

Conformément aux instructions données dans la spécification particulière, utiliser une des méthodes d'essai suivantes:

a) Méthode 1

- 1) Les parties non isolées de la thermistance doivent être enroulées dans un bon matériau isolant.

La thermistance est placée dans un récipient contenant des billes métalliques d'un diamètre de $(1,6 \pm 0,2)$ mm, de sorte que seule la partie isolée soit immergée (le métal des billes doit être tel qu'il ne développe pas de surface résistive).

Une électrode est placée dans les balles métalliques.

- 2) La thermistance doit être placée dans une solution saline, de telle sorte que seule la partie isolée soit immergée.

La solution doit être de la même concentration que pour l'essai en brouillard salin (IEC 60068-2-11).

Une électrode est immergée dans la solution.

b) Méthode 2

Une feuille métallique doit être étroitement enroulée autour du corps de la thermistance.

Pour les types sans sortie axiale, un espace de 1 mm à 1,5 mm doit être laissé entre le bord de la feuille et chaque borne. Pour les types ayant des sorties 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 borne. Les extrémités de la feuille métallique ne doivent pas être repliées sur les extrémités de la thermistance.

c) Méthode 3

La thermistance doit être maintenue dans le creux d'un bloc en V de 90°, métallique, dont la taille est telle que le corps de la thermistance ne dépasse pas les extrémités du bloc.

La force de maintien doit garantir un bon contact entre la thermistance et le bloc.

La thermistance 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 borne la plus éloignée de l'axe de la thermistance soit la plus proche d'une des faces du bloc;
- pour les thermistances rectangulaires: la thermistance doit être placée dans le bloc de telle sorte que la borne la plus proche du bord de la thermistance soit la plus proche d'une des faces du bloc;

pour les thermistances cylindriques et rectangulaires avec sorties axiales: tout positionnement excentré du point de sortie des bornes par rapport au corps doit être ignoré.

6.3.3 Tension appliquée

La résistance d'isolation doit être mesurée avec une tension continue de (100 ± 15) V entre les deux sorties de la thermistance raccordées l'une à l'autre et qui constituent un pôle et les balles métalliques, la feuille métallique ou le bloc en V 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'isolation étant lue à la fin de cette période.

6.3.4 Exigences

Lorsque les thermistances sont mesurées comme spécifié, la résistance d'isolation ne doit pas être inférieure à la valeur appropriée spécifiée dans la spécification particulière.

6.4 Tension de tenue (types isolés seulement)

6.4.1 Généralités

Les thermistances doivent être soumises aux essais comme spécifié ci-dessous.

6.4.2 Méthodes d'essai

Si la spécification particulière l'exige, une des méthodes d'essai données en 6.3.2 doit être utilisée.

6.4.3 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, la tension appliquée doit être comme suit:

Une tension alternative, de fréquence comprise entre 40 Hz et 60 Hz et de valeur crête égale à 1,4 fois la tension d'isolation spécifiée 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 balles métalliques, la feuille métallique ou le bloc en V qui constituent l'autre pôle.

La tension doit augmenter progressivement selon une pente de 100 V/s. La durée de l'essai peut être réduite de 1 s à condition que la tension d'essai soit augmentée de 10 %.

6.4.4 Exigences

Aucun claquage ni contournement électrique ne doit être constaté.

6.5 Caractéristique résistance/température

6.5.1 Méthodes d'essai

Des mesures de résistance doivent être faites conformément à la méthode spécifiée en 7.5, mais aux températures et tensions indiquées dans la spécification particulière.

6.5.2 Exigences

La caractéristique résistance/température ne doit pas dépasser les limites spécifiées dans la spécification particulière.

6.6 Facteur de dissipation à $U_{\max}$ (δ)

6.6.1 Généralités

Le facteur de dissipation de la thermistance CTP doit être déterminé à la tension maximale sauf indication contraire dans la spécification.

6.6.2 Préconditionnement

Les thermistances avec des fils de sortie doivent être attachées et connectées par des pinces à la distance du corps donnée dans la spécification particulière.

Les longueurs préférentielles doivent être choisies dans les séries 1 mm, 2 mm, 5 mm et leurs multiples décimaux.

Les thermistances dont les bornes ne sont pas des fils doivent être montées et connectées comme décrit dans la spécification particulière.

Les pinces portant les thermistances doivent alors être placées dans une chambre de volume au moins 1 000 fois plus grand que celui des thermistances en essai. Les fils doivent être placés de telle sorte qu'aucune thermistance ne se trouve à moins de 75 mm d'une autre thermistance ou des parois de la chambre.

L'air dans la chambre doit être immobile et doit être à une température de $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$. Les thermistances doivent être connectées dans le circuit représenté ci-dessous.

6.6.3 Circuit d'essai

La tension U_{max} telle qu'elle est spécifiée dans la spécification particulière doit être appliquée progressivement pour s'assurer que le courant I_{mo} n'est pas dépassé (voir Figure 6).

Après stabilisation à la tension maximale (U_{max}), le courant traversant la thermistance doit être mesuré et consigné. Pour un courant alternatif, la valeur crête et la valeur efficace du courant doivent être consignés.

6.6.4 Méthodes d'essai

Les thermistances doivent être immergées dans le milieu comme défini en 5.2 et la tension de crête continue ou alternative maximale doit être appliquée dans des conditions de puissance nulle (impulsions).

La température du milieu doit être augmentée jusqu'à ce que le courant continu ou le courant alternatif de crête atteigne la valeur enregistrée dans les conditions précédentes.

La température ($^\circ\text{C}$) atteinte doit être consignée (T_3).

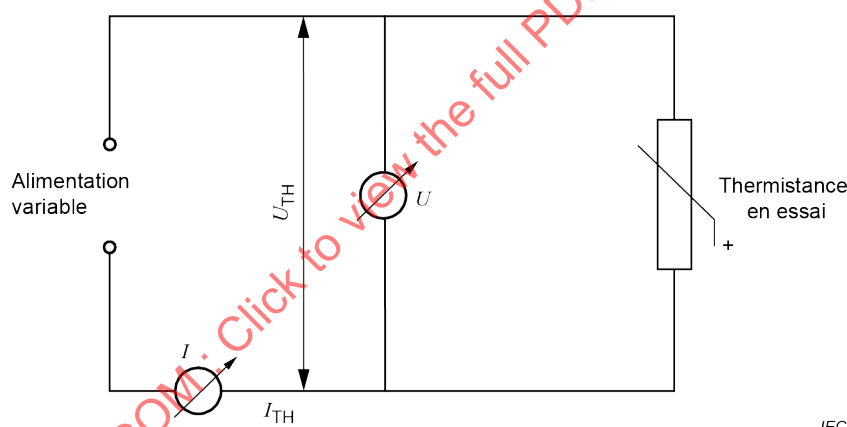


Figure 6 – Circuit d'essai de facteur de dissipation

6.6.5 Exigences

Le facteur de dissipation (δ) doit être calculé en utilisant la formule suivante:

$$\delta = \frac{U_{\text{TH}} \times I_{\text{TH}}}{T_3 - 25}$$

En courant continu:
$$\delta = \frac{U_{\text{c.c.}} \times I_{\text{c.c.}}}{T_3 - 25}$$

En courant alternatif:
$$\delta = \frac{U_{\text{eff}} \times I_{\text{eff}}}{T_3 - 25}$$

6.7 Temps de réponse par variation de température ambiante (t_a)

6.7.1 Généralités

Les résistances R_1 et R_2 de la thermistance aux températures T_1 et T_2 doivent être enregistrées en utilisant la méthode spécifiée dans la spécification particulière.

6.7.2 Préconditionnement

La thermistance doit être immergée dans le milieu défini en 5.2 et spécifié dans la spécification particulière, avec une température T_1 , jusqu'à ce qu'elle ait atteint l'équilibre thermique.

6.7.3 Procédures d'essai

La thermistance doit alors être immergée dans le milieu défini en 5.2 et spécifié dans la spécification particulière, avec une température T_3 ($T_3 > T_2$, T_3 et T_2 doivent être spécifiées dans la spécification particulière). Le temps de transfert du milieu à T_1 vers le milieu à T_3 ne doit pas dépasser 2 s.

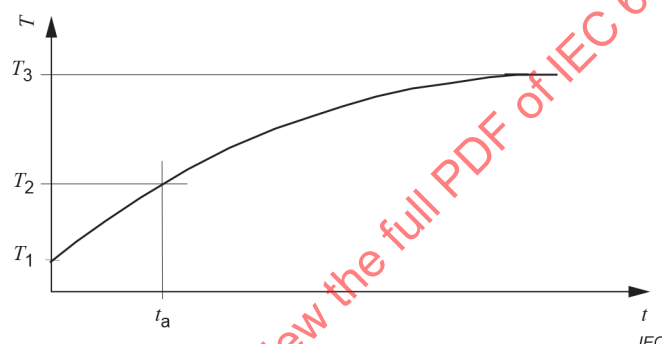


Figure 7 – Gradient de température

6.7.4 Procédures de mesure

Le temps écoulé entre le moment de l'immersion décrite en 6.7.3 et le moment où la valeur de la résistance de la thermistance atteint R_2 est le temps de réponse t_a (voir Figure 7).

6.7.5 Exigences

Le temps de réponse ne doit pas sortir des limites données dans la spécification particulière.

6.8 Temps de réponse par variation de puissance (t_p)

6.8.1 Montage

Les thermistances avec des fils de sortie doivent être attachées et connectées par des pinces à la distance du corps donnée dans la spécification particulière.

Les longueurs préférentielles doivent être choisies dans les séries 1 mm, 2 mm, 5 mm et leurs multiples décimaux.

Les thermistances dont les bornes ne sont pas des fils doivent être montées et connectées comme décrit dans la spécification particulière.

Quand les bornes sont isolées, des mesures sont effectuées à leurs points d'extrémité, indépendamment de leur longueur.

6.8.2 Méthodes d'essai

Les thermistances doivent être enfermées dans une chambre de telle manière que la température des autres thermistances et la proximité des parois n'affectent pas matériellement les résultats de l'essai.

La température de la chambre est ajustée sur la valeur indiquée pour cet essai dans la spécification particulière et l'air peut devenir immobile.

Chaque thermistance est connectée à une alimentation en courant continu distincte prééglée à la valeur donnée pour cet essai dans la spécification particulière et avec une tension limitée à 50 % de $U_{\max}$.

Le temps de réponse doit être mesuré quand le courant atteint la moitié de sa valeur prééglée ou à l'instant indiqué dans la spécification particulière.

Le temps de réponse ne doit pas sortir des limites données dans la spécification particulière.

6.9 Constante de temps thermique par variation de température ambiante (τ_a)

La méthode décrite en 6.7 doit être appliquée, pour laquelle la température T_2 doit être déterminée comme étant $T_2 = T_1 + (T_3 - T_1) \times 0,632$. La constante de temps thermique par variation de température ambiante est par définition égale au temps de réponse couvrant 63,2 % de la différence de température par variation de température ambiante (τ_a) mesurée en 6.7.

6.10 Constante de temps thermique par refroidissement (τ_c)

6.10.1 Montage

Les thermistances avec des fils de sortie doivent être attachées et connectées par des pinces à la distance du corps donnée dans la spécification particulière.

Les longueurs préférentielles doivent être choisies dans les séries 1 mm, 2 mm, 5 mm et leurs multiples décimaux.

Les thermistances dont les bornes ne sont pas des fils doivent être montées et connectées comme décrit dans la spécification particulière.

Quand les bornes sont isolées, des mesures sont effectuées à leurs points d'extrémité, indépendamment de leur longueur.

6.10.2 Méthodes d'essai

Les thermistances sont introduites dans de l'air calme, à la température T_0 [$T_0 = (25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$] dans une chambre d'essai dont le volume est au moins 1 000 fois celui des thermistances en essai, de telle sorte qu'aucune thermistance ne se trouve à moins de 75 mm d'une autre thermistance ou de la paroi de l'enceinte.

Avant l'introduction dans la chambre d'essai, les thermistances sont insérées dans le circuit représenté à la Figure 8.

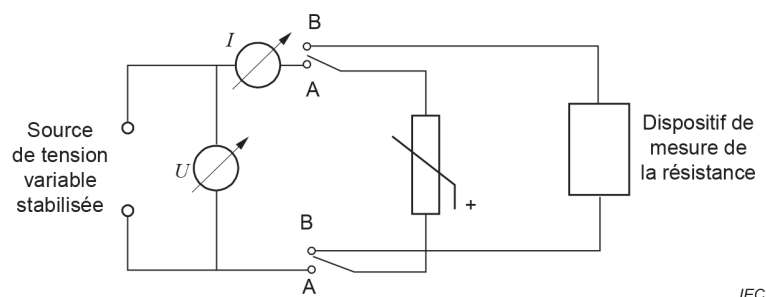


Figure 8 – Circuit pour la mesure de la constante de temps thermique par refroidissement

Le voltmètre haute impédance et l'ampèremètre doivent effectuer les mesures avec une exactitude de 1 %. L'équipement de mesure de la résistance doit effectuer les mesures avec une exactitude de 0,1 % ou moins.

Selon les cas déterminés ci-dessous, la méthode A ou la méthode B doit être utilisée.

a) Méthode 1

Applicable lorsque $(T_3 - T_b) > 0,632 (T_3 - T_0)$.

Mesures initiales: $-R_{T_3}$ et R_{T_2} avec $T_2 = T_3 - 0,632 (T_3 - T_0)$.

Avec les contacts AA fermés, la tension est ajustée de telle sorte que la puissance dissipée dans la thermistance augmente sa température à une valeur légèrement supérieure à la température T_3 (calculée comme en 6.6), et que les indications des instruments soient stables.

La puissance appliquée peut alors être calculée comme suit:

$$P = U \times I = 1,1 (T_3 - T_0) \times \delta$$

où δ est la valeur calculée conformément à 6.6.

La thermistance est alors commutée sur la position BB, la mesure du temps commençant dès que la résistance a repris la valeur R_{T_3} et que l'équipement de mesure de résistance est équilibré.

La mesure du temps doit être arrêtée quand l'équipement de mesure de résistance indique une valeur de R_{T_2} .

Le temps écoulé est noté. Dans ce cas, il représente la constante de temps thermique.

b) Méthode 2

Applicable lorsque $T_3 - T_b \leq 0,632 (T_3 - T_0)$.

Mesures initiales: $-R_{T_3}$ et R_b .

Avec les contacts AA fermés, la tension est ajustée de telle sorte que la puissance dissipée dans la thermistance augmente sa température à une valeur légèrement supérieure à la température T_3 , et que les indications des instruments soient stables.

La puissance appliquée peut alors être calculée comme suit:

$$P = U \times I = 1,1 (T_3 - T_0) \times \delta$$

où δ est la valeur calculée conformément à 6.6.

La thermistance est alors commutée sur la position BB, la mesure du temps commençant dès que la résistance a repris la valeur R_{T_3} et que l'équipement de mesure de résistance est équilibré.

La mesure du temps est arrêtée quand l'équipement de mesure de résistance indique une valeur de R_b . Le temps écoulé (t) est noté, et la constante de temps thermique est alors calculée comme suit:

$$\tau_c = t / \ln [(T_3 - T_0) / (T_b - T_0)]$$

Pour les thermistances dont la constante de temps est basse, il convient de prévoir une commutation automatique entre les deux mesures de résistance, ainsi que pour mesurer l'intervalle de temps entre les deux équilibres.

La puissance appliquée à la thermistance par l'intermédiaire du dispositif de mesure de résistance doit être inférieure ou égale à la puissance appliquée lors de la mesure de la résistance de puissance nulle de la thermistance.

6.10.3 Exigences

La constante de temps thermique doit correspondre à la valeur donnée dans la spécification particulière, en tenant compte de la tolérance.

6.11 Courant et temps de déclenchement

Les thermistances avec des fils de sortie doivent être attachées et connectées par des pinces à la distance du corps donnée dans la spécification particulière.

Les thermistances dont les bornes ne sont pas des fils doivent être montées et connectées comme décrit dans la spécification particulière.

Les thermistances doivent être enfermées dans une chambre de telle manière que la température des autres thermistances et la proximité des parois n'affectent pas matériellement les résultats de l'essai.

La température de la chambre est ajustée sur la valeur indiquée pour cet essai dans la spécification particulière et l'air peut devenir immobile.

Chaque thermistance doit être connectée à une alimentation en courant continu préréglée à la valeur I_t dans la spécification particulière. La tension de l'alimentation en courant doit être inférieure à 50 % de $U_{\max}$ ou la tension spécifiée dans la spécification particulière.

Après application du courant, les thermistances doivent déclencher et réduire le courant à un niveau inférieur à I_t .

Lorsqu'il est spécifié dans la spécification particulière, le temps de déclenchement doit être mesuré. Il est défini comme le temps entre le début de l'essai et le moment auquel le courant vaut 50 % de la valeur I_t spécifiée.

6.12 Courant de non-déclenchement

Les thermistances doivent être connectées et enfermées dans une chambre comme décrit en 8.4.

La température de la chambre est ajustée sur la valeur indiquée pour cet essai dans la spécification particulière et l'air de la chambre doit être immobile avant d'effectuer les mesures.

Les thermistances sont connectées à des alimentations en courant continu ou en tension continue préréglées à la valeur donnée pour cet essai dans la spécification particulière et avec une tension limitée à 30 % de $U_{\max}$.

La tension aux bornes de chaque thermistance est mesurée après le temps donné dans la spécification particulière et la valeur est enregistrée.

La thermistance ne doit pas passer dans l'état déclenché.

6.13 Courant résiduel

Les thermistances avec des fils de sortie doivent être attachées et connectées par des pinces à la distance du corps donnée dans la spécification particulière.

Les thermistances dont les bornes ne sont pas des fils doivent être montées et connectées comme décrit dans la spécification particulière.

Les thermistances doivent être enfermées dans une chambre de telle manière que la température des autres thermistances et la proximité des parois n'affectent pas matériellement les résultats de l'essai.

La température de la chambre est ajustée sur la valeur indiquée pour cet essai dans la spécification particulière et l'air de la chambre doit être immobile avant d'effectuer les mesures.

Les thermistances sont déclenchées en augmentant la tension jusqu'à la tension maximale (en courant alternatif ou en courant continu), sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Les thermistances peuvent se stabiliser pendant une période de temps donnée dans la spécification particulière.

Le courant ne doit pas sortir des limites données dans la spécification particulière.

6.14 Température de surface

La température de surface de la thermistance doit être déterminée à la tension maximale sauf indication contraire dans la spécification particulière.

L'élément chauffant isolé doit être monté comme cela est spécifié dans la spécification particulière (voir par exemple Annexe B) et connecté à une source de tension stabilisée et à un enregistreur de température en fonction du temps par l'intermédiaire d'un commutateur à deux pôles comme cela est représenté à la Figure 9.

La précision de l'enregistreur doit être supérieure à 1,5 K.

Pour les produits tels que les petits dispositifs CTP où le thermocouple modifie la dissipation de chaleur et affecte la mesure de la température de surface, les mesures peuvent également être effectuées à l'aide de méthodes de rayonnement IR dans des conditions où la distance de mesure et l'émissivité sont bien définies.

Le montage d'essai doit être enfermé dans une chambre et placé de sorte qu'il ne soit pas à moins de 75 mm d'aucune autre thermistance ou des parois de la chambre.

L'air dans la chambre doit être immobile et à une température de $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$. La thermistance doit être connectée au circuit représenté à la Figure 9.

A l'aide du commutateur à deux pôles, la tension maximale est appliquée à la thermistance et simultanément l'enregistreur est mis en marche.

Aux heures ou aux températures à spécifier dans la spécification particulière, l'heure ou la température doit être notée et ne pas sortir des limites spécifiées dans la spécification particulière.

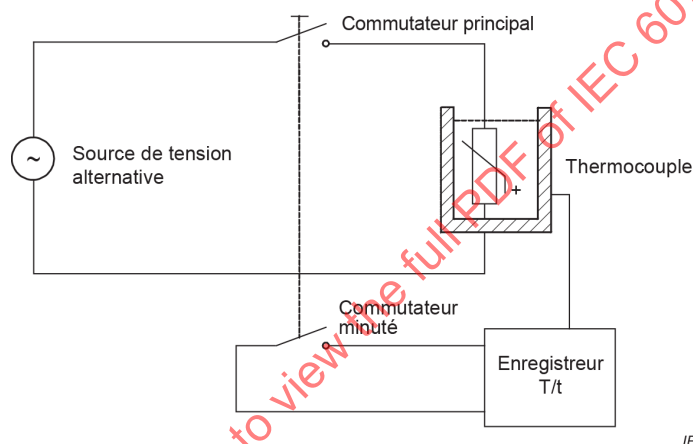
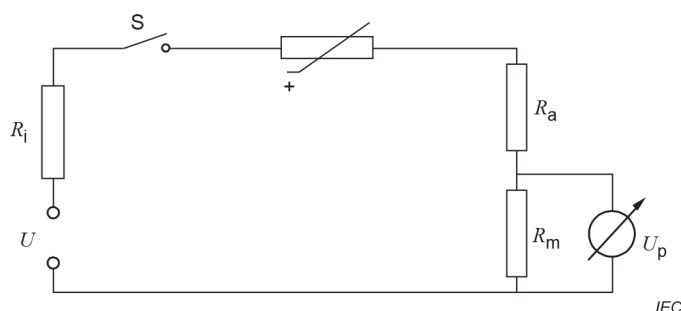


Figure 9 – Circuit pour la mesure de la température de surface

6.15 Courant d'appel

6.15.1 Circuit de mesure

La thermistance doit être connectée au circuit représenté à la Figure 10.



Légende

- U source de tension variable stabilisée
- R_i résistance interne
- S commutateur courant fort
- R_a résistance série
- R_m résistance de mesure
- U_p voltmètre de crête (calage et maintien)

Figure 10 – Circuit de mesure

6.15.2 Méthode de mesure

La thermistance doit être montée normalement avec une résistance série comme cela est décrit dans la spécification particulière.

La résistance de mesure du courant doit faire partie de la résistance série totale, R_s , de telle sorte que $R_s = R_a + R_m + R_i$ ne sorte pas des limites données dans la spécification particulière.

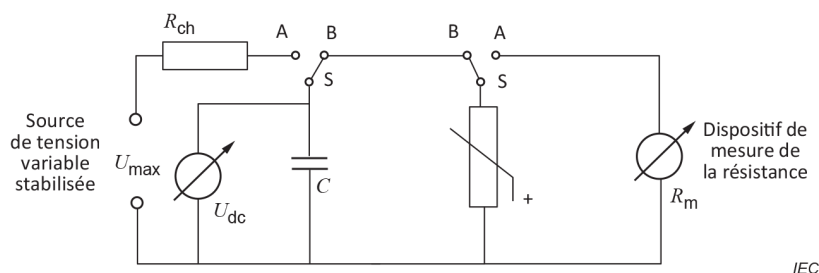
La tension et la température ambiante doivent être spécifiées dans la spécification particulière.

La source de tension stabilisée doit maintenir cette tension de sortie avec une variation maximale de 1 % pendant la mesure (l'impédance de la source doit être prise en compte).

Le courant d'appel doit être mesuré à une exactitude meilleure que 3 % avec un voltmètre de crête à blocage et maintien ou avec un oscilloscope à mémoire.

6.16 Énergie par décharge

6.16.1 Circuit de mesure



Légende

$U_{\max}$	source de tension variable stabilisée (continue)
C	condensateur
S	commutateur courant fort
R_m	résistance de mesure
R_{ch}	résistance de charge
$U_{c.c.}$	voltmètre à courant continu

Figure 11 – Circuit de mesure

6.16.2 Méthode de mesure

Les thermistances sont introduites dans de l'air calme, à la température T_0 [$T_0 = (25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$] dans une chambre d'essai dont le volume est au moins 1 000 fois celui des thermistances en essai, de telle sorte qu'aucune thermistance ne se trouve à moins de 75 mm d'une autre thermistance ou de la paroi de l'enceinte. Les thermistances doivent être montées normalement.

Avant l'introduction dans la chambre d'essai, les thermistances sont insérées dans le circuit représenté à la Figure 11.

Le commutateur étant en position AA, le condensateur est chargé par l'intermédiaire de la résistance de charge, R_{ch} , jusqu'au niveau maximal de tension continue spécifié de la CTP. La résistance CTP (R_{CTP}) est mesurée par R_m . Il est nécessaire de choisir le condensateur C de telle sorte que l'énergie chargée soit égale à l'énergie maximale spécifiée de la CTP ($E_{\max} = C \times U_{\max}^2 / 2$).

L'énergie maximale, la tension maximale en courant continu et la température ambiante doivent être spécifiées dans la spécification particulière.

Lorsque le condensateur C est chargé à $U_{\max}$, placer le commutateur S en position BB et enregistrer la tension $U_{c.c.}$ au moyen d'un oscilloscope à mémoire à une exactitude meilleure que 3 %. Mesurer le temps nécessaire pour atteindre 13,5% de la tension $U_{\max}$ appliquée. Il convient que le temps de décharge jusqu'à 13,5 % de $U_{\max}$ soit inférieur ou égal à $2 \times 2 \times R_{CTP} \times C$ s. 13,5 % de $U_{\max}$ représente 2 fois RC où R maximale est représentée par 2 fois R_{CTP} mesurée par R_m au début de l'essai.

7 Essais mécaniques et mesures

7.1 Examen visuel et contrôle des dimensions

7.1.1 Examen visuel

Un examen visuel du composant doit montrer que l'état, la qualité et la finition sont satisfaisants.

7.1.2 Marquage

Le marquage doit être lisible à l'examen visuel.

7.1.3 Dimensions (calibrage)

Les dimensions indiquées dans la spécification particulière, appropriées au calibrage, doivent être vérifiées, et elles doivent être conformes aux valeurs prescrites dans la spécification particulière.

Le cas échéant, les mesures doivent être effectuées conformément à l'IEC 60294 et à l'IEC 60717.

7.1.4 Dimensions (détail)

Toutes les dimensions prescrites dans la spécification particulière doivent être vérifiées et être conformes aux valeurs prescrites.

En outre, les espacements, conformément à 4.2.2, doivent être contrôlés, sauf pour l'inspection lot par lot et/ou les essais périodiques.

7.2 Robustesse des sorties

7.2.1 Généralités

- Le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés et enregistrés.
- Les thermistances doivent être soumises à la procédure des essais U_a , 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.

7.2.2 Essai U_{a1} – Traction

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, la force appliquée pendant 10 s doit être:

- pour tous les types de bornes, sauf les fils de sortie: 20 N,
- pour les fils de sortie: voir Tableau 3.

Tableau 3 – Force de traction

Section nominale (<i>S</i>) (voir note) mm ²	Diamètre correspondant (<i>d</i>) pour les fils de section circulaire mm	Force respectant les tolérances de ± 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
$0,07 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	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

NOTE Pour les fils de section circulaire, les barrettes ou les broches: la section nominale est égale à la valeur calculée à partir de la ou des dimensions nominales données dans la spécification applicable. Pour les fils à âme divisée, la section nominale est obtenue en prenant la somme des sections des différents brins du conducteur spécifié dans la spécification applicable.

7.2.3 Essai Ub – Flexion

Concerne la moitié des échantillons. Cet essai ne s'applique pas aux thermistances encapsulées dans du verre ou dans une enveloppe.

Deux pliages successifs doivent être appliqués (méthode 1).

7.2.4 Essai Uc – Torsion

Concerne les échantillons restants (ceux qui ne sont pas utilisés pour l'essai de 7.2.3).

Deux rotations de 180° doivent être appliquées (sévérité 2).

7.2.5 Examen visuel

Après chacun de ces essais, les thermistances doivent être examinées visuellement. Aucun dégât visible ne doit être constaté.

7.2.6 Mesures et exigences finales

Après l'essai, le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés et doivent être conformes aux exigences indiquées dans la spécification particulière.

7.3 Vibrations

Le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

Les thermistances 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 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 pour effectuer les essais de vibrations et de chocs.

Les thermistances 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.

Lorsque cela est spécifié dans la spécification particulière, pendant les 30 dernières minutes de l'essai de vibrations, une mesure électrique doit être effectuée dans chaque direction du mouvement pour vérifier l'absence de contact intermittent, de circuit ouvert et de court-circuit.

La méthode de mesure doit être indiquée dans la spécification particulière.

La durée de la mesure doit être le temps nécessaire pour un balayage de la gamme de fréquences d'une fréquence extrême à l'autre.

Après l'essai, les thermistances doivent être examinées visuellement. Aucun dégât visible ne doit être constaté.

Le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés en suivant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur mesurée initialement ne doit pas dépasser la limite spécifiée dans la spécification particulière.

7.4 Chocs

Le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

Le montage doit être comme spécifié en 6.8.1.

Les thermistances doivent être soumises à la procédure de l'essai Ea de l'IEC 60068-2-27, en utilisant le degré de sévérité approprié spécifié dans la spécification particulière.

Après l'essai, les thermistances doivent être examinées visuellement. Aucun dégât visible ne doit être constaté.

Le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés en suivant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur mesurée initialement ne doit pas dépasser la limite spécifiée dans la spécification particulière.

7.5 Essai de cisaillement (adhérence)

7.5.1 Conditions d'essai

Les thermistances pour montage en surface doivent être montées comme cela est décrit dans l'IEC 60068-2-21, Essai U.

7.5.2 Méthodes d'essai

Les thermistances doivent être soumises à l'essai Ue3 de l'IEC 60068-2-21 en utilisant 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 période de temps de (10 ± 1) s.

7.5.3 Exigences

Les thermistances pour montage en surface doivent être examinées visuellement lorsqu'elles sont montées. Aucun dégât visible ne doit être constaté.

7.6 Essai de pliage du substrat

7.6.1 Montage

La thermistance pour montage en surface doit être montée sur une carte de circuit en tissu de verre époxyde, comme cela est décrit dans l'IEC 60068-2-21.

7.6.2 Mesures initiales

La résistance de puissance nulle de la thermistance pour montage en surface doit être mesurée comme cela est spécifié en 6.1 et dans la spécification pertinente.

7.6.3 Procédures d'essai

La thermistance doit être soumise à l'essai Ue de l'IEC 60068-2-21, en respectant les conditions indiquées dans la spécification applicable pour la déviation D et le nombre de pliages.

7.6.4 Mesures

La résistance de puissance nulle de la thermistance pour montage en surface doit être mesurée comme cela est spécifié en 7.6.2 avec la carte pliée. La variation de la résistance ne doit pas dépasser les limites indiquées dans la spécification applicable.

7.6.5 Exigences

La carte imprimée doit se redresser depuis la position courbée, puis être retirée du gabarit d'essai.

7.6.6 Inspection et exigences finales

Les thermistances pour montage en surface doivent être examinées visuellement et aucun dégât visible ne doit être constaté.

8 Essais d'environnement et climatiques

8.1 Variation rapide de température

Cet essai est applicable uniquement aux thermistances ayant une différence entre les températures maximale et minimale de catégorie de plus de 95 °C.

Le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

Les thermistances doivent être soumises à l'essai Na de l'IEC 60068-2-14 pendant 5 cycles. La durée d'exposition à chaque température extrême est de 30 min.

Les thermistances doivent être examinées visuellement. Aucun dégât visible ne doit être constaté.

Après une reprise selon 5.3.2, le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur mesurée initialement ne doit pas dépasser la limite spécifiée dans la spécification particulière.

8.2 Séquence climatique

8.2.1 Généralités

Dans la séquence climatique, un intervalle de trois jours au maximum est autorisé entre n'importe lesquels de ces essais, sauf entre l'essai de chaleur humide, l'essai cyclique, l'essai de premier cycle et l'essai froid sec. Dans ce cas, l'essai froid doit être effectué juste après la période de reprise spécifiée pour l'essai de chaleur humide.

L'essai et les mesures doivent être effectués dans l'ordre indiqué de 8.2.2 à 8.2.8.

8.2.2 Mesures initiales

Les thermistances doivent être séchées en suivant la procédure I de 5.3.1.

Le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

8.2.3 Chaleur sèche

Les thermistances doivent être soumises à la procédure de l'essai Ba de l'IEC 60068-2-2:2007, pendant 16 h, en utilisant le degré de sévérité approprié.

8.2.4 Chaleur humide (cyclique), premier cycle

Les thermistances des catégories -/-/56, -/-/21, -/-/10 et -/-/04 doivent être soumises à l'essai Db de l'IEC 60068-2-30 pour un cycle de 24 h.

Après la reprise, les thermistances doivent être immédiatement soumises à l'essai froid.

8.2.5 Froid

Les thermistances doivent être soumises à la procédure de l'essai Aa de l'IEC 60068-2-1:2007, pendant 2 h, en utilisant le degré de sévérité approprié.

8.2.6 Basse pression atmosphérique

Les thermistances doivent être soumises à la procédure de l'essai M de l'IEC 60068-2-13, en utilisant le degré de sévérité approprié.

L'essai doit être effectué à n'importe quelle température comprise entre 15 °C et 35 °C et il doit durer 1 h.

8.2.7 Chaleur humide (cyclique), cycles restants

Les thermistances doivent être soumises à la procédure de l'essai Db de l'IEC 60068-2-30, pour le nombre de cycles indiqué dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Nombre de cycles par catégorie climatique

Catégories	Nombre de cycles
-/-/56	5
-/-/21	1

Après l'essai, les thermistances doivent se rétablir conformément à 5.3.2.

8.2.8 Mesures finales

Les thermistances doivent être examinées visuellement. Aucun dégât ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés en suivant la méthode spécifiée. La variation de la valeur par rapport à la valeur mesurée initialement ne doit pas dépasser la limite spécifiée dans la spécification particulière.

Pour les types isolés, la résistance d'isolation doit être mesurée selon 6.4 et sa valeur ne doit pas être inférieure à celle spécifiée dans la spécification particulière. Les thermistances doivent supporter l'essai de tension de tenue comme cela est défini en 6.5 sans claquage ni contournement.

8.3 Chaleur humide, essai continu

Le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés en utilisant la méthode spécifiée et ils doivent être enregistrés.

Les thermistances non isolées doivent être soumises à la procédure de l'essai Ca de l'IEC 60068-2-78, en utilisant le degré de sévérité approprié.

Pour les types isolés, la même procédure doit être appliquée, mais, si cela est spécifié dans la spécification particulière appropriée, une tension continue de 1/20 de la tension (prise aux bornes de la résistance série R5) correspondant à la dissipation maximale peut être appliquée à la thermistance pendant l'essai.

A la fin de cette période, les thermistances doivent être retirées de la chambre et doivent alors se rétablir conformément à 5.3.2.

Les thermistances doivent être examinées visuellement. Aucun dégât ne doit être constaté et le marquage doit être lisible.

Le ou les paramètres appropriés donnés dans la spécification particulière doivent être mesurés en suivant la méthode spécifiée.

La variation de la valeur par rapport à la valeur mesurée initialement ne doit pas dépasser celle spécifiée dans la spécification particulière.

Pour les types isolés, la résistance d'isolation doit être mesurée selon 6.3 et sa valeur ne doit pas être inférieure à celle spécifiée dans la spécification particulière. Les thermistances doivent supporter l'essai de tension de tenue comme cela est défini en 6.4 sans claquage ni contournement.

8.4 Endurance

8.4.1 Endurance à la température ambiante (cycles)

L'essai n'est pas exigé sur les thermistances destinées à des applications de détection avec réchauffement exclusivement passif.

Les thermistances avec réchauffement exclusivement passif doivent subir des cycles thermiques entre la température ambiante minimale spécifiée par le fabricant et la température nominale maximale dans les conditions électriques nominales maximales.