

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**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60738-1:2006



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2006 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

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

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

ICS 31.040.30

ISBN 978-2-83221-336-0

**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.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 Units and symbols	16
5 Preferred values	17
5.1 Climatic categories.....	17
5.2 Marking	17
5.3 Spacings	18
6 Quality assessment procedures	18
6.1 General	18
6.2 Primary stage of manufacture	19
6.3 Subcontracting	19
6.4 Structurally similar components	19
6.5 Qualification approval procedures	20
6.6 Rework and repair	27
6.7 Release for delivery	27
6.8 Certified test records of released lots	28
6.9 Delayed delivery.....	28
6.10 Alternative test methods	28
6.11 Manufacture outside the geographical limits of IECQ NSIs	28
6.12 Unchecked parameters.....	28
7 Test and measurement procedures.....	28
7.1 General	28
7.2 Standard conditions for testing	29
7.3 Drying and recovery	29
7.4 Visual examination and check of dimensions	30
7.5 Zero-power resistance.....	30
7.6 Temperature coefficient of resistance	31
7.7 Insulation resistance (for insulated types only)	31
7.8 Voltage proof (for insulated types only)	32
7.9 Resistance/temperature characteristic.....	32
7.10 Dissipation factor at $U_{\max}$ (δ)	33
7.11 Response time by ambient temperature change (t_a)	34
7.12 Response time by power change (t_p).....	34
7.13 Thermal time constant by ambient temperature change (τ_a)	35
7.14 Thermal time constant by cooling (τ_c).....	35
7.15 Robustness of terminations	37
7.16 Solderability	38
7.17 Resistance to soldering heat	39
7.18 Rapid change of temperature	40
7.19 Vibration.....	40
7.20 Bump	40
7.21 Shock.....	41

7.22 Climatic sequence	41
7.23 Damp heat, steady state	42
7.24 Endurance	43
7.25 Tripping current and tripping time	46
7.26 Non-tripping current	47
7.27 Residual current	47
7.28 Surface temperature	47
7.29 Inrush current	48
7.30 Mounting (for surface mount thermistors only)	49
7.31 Shear (adhesion) test	50
7.32 Substrate bending test	50
Annex A (normative) Interpretation of sampling plans and procedures as described in IEC 60410 for use within the IEC quality assessment system for electronic components (IECQ)	51
Annex B (informative) Mounting for electrical measurements (except surface mount types)	52
Annex C (informative) Mounting for temperature measurements	55
Figure 1 – Typical resistance-temperature characteristic and definitions for PTC thermistors (at zero power)	10
Figure 2 – Typical R-TNF characteristic for PTC thermistors in sensor applications	11
Figure 3 – Typical current/voltage characteristic for PTC thermistors	11
Figure 4 – I_{in} against t at U_{dc}	14
Figure 5 – I_{in} against t at U_{rms}	15
Figure 6 – Dissipation factor test circuit	33
Figure 7 – Temperature gradient	34
Figure 8 – Circuit for measurement of thermal time constant by cooling	36
Figure 9 – Circuit for endurance at maximum operating temperature and maximum voltage	45
Figure 10 – Circuit for surface temperature measurement	48
Figure 11 – Measuring circuit	48
Figure B.1 – Example of a preferred mounting method for thermistors without wire terminations	52
Figure B.2 – Example of a preferred mounting method for thermistors with wire terminations	53
Figure B.3 – Example of a preferred mounting method for surface mount thermistors	54
Figure C.1 – Example of a preferred mounting method for temperature measurement on cylindrical heating elements	55
Table 1 – Creepage distances and clearances	18
Table 2 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for current limitation – Assessment level EZ	22
Table 3 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for use as heating elements – Assessment level EZ	23
Table 4 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for inrush current application – Assessment level EZ	24
Table 5 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for use as temperature sensing elements, Assessment level EZ	25

Table 6 – Quality conformance inspection for lot-by-lot inspection	26
Table 7 – Quality conformance inspection for periodic testing	27
Table 8 – Tensile force	37
Table 9 – Number of cycles per climatic category	42

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60738-1:2006

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60738-1 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1998 and constitutes a minor revision. The changes with respect to the previous edition refer to the tables, figures and references.

This bilingual version (2014-01) corresponds to the monolingual English version, published in 2006-04.

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

FDIS	Report on voting
40/1651/FDIS	40/1730/RVD

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

The French version of this standard has not been voted upon.

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

IEC 60738 consists of the following parts, under the general title *Thermistors – Directly heated positive step-function coefficient*:

Part 1: Generic specification

Part 1-1: Blank detail specification – Current limiting application – Assessment level EZ

Part 1-2: Blank detail specification – Heating element application – Assessment level EZ

Part 1-3: Blank detail specification – Inrush current application – Assessment level EZ

Part 1-4: Blank detail specification – Sensing application – Assessment level EZ

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

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

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

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 referenced documents are indispensable for the application 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)*

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1 (1992)

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*
Amendment 1 (1993)
Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*
Amendment 1 (1993)

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

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

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

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*
Amendment 1 (1986)

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test T: Soldering*
Amendment 2 (1987)

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: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-29, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eb and guidance: Bump*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12-hour cycle)*

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

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 having two axial terminations*

IEC 60410, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60617 (all parts) [DB]¹: *Graphical symbols for diagrams*

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

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

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

IEC QC 001002-3, *Rules of Procedure of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Part 3: Approval procedures*

ISO 1000, *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units*

3 Terms and definitions

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

3.1

type

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

They are generally covered by a single detail specification

NOTE Components described in several detail specifications, may, in some cases, be considered as belonging to the same type but they are generally covered by a single detail specification.

¹ "DB" refers to the IEC on-line database.

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, the resistance of which 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

A PTC thermistor will show secondary effects which are to be taken into account

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 Any resistance value of a PTC thermistor is dependent on the value and the mode of the applied voltage (a.c. or d.c.) and, when an a.c. source is used, on the frequency (see 3.8 and 3.9).

3.7

nominal zero-power resistance

R_n

d.c. 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. Zero-power resistance may also be measured using a.c. 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 with increasing frequency

3.10

resistance/temperature characteristics

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 PTC thermistors may 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}).

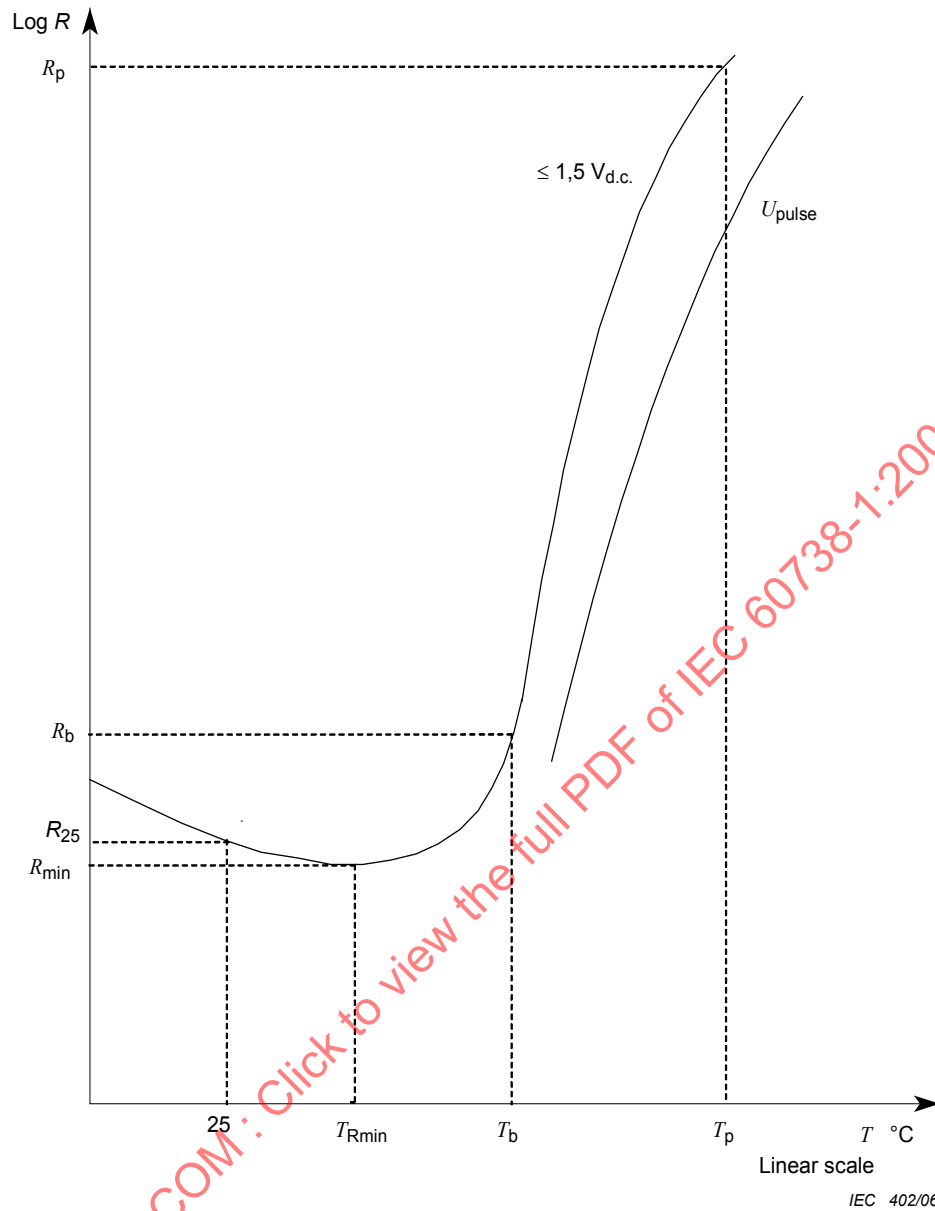


Figure 1 – Typical resistance-temperature characteristic and definitions for PTC thermistors (at zero power)

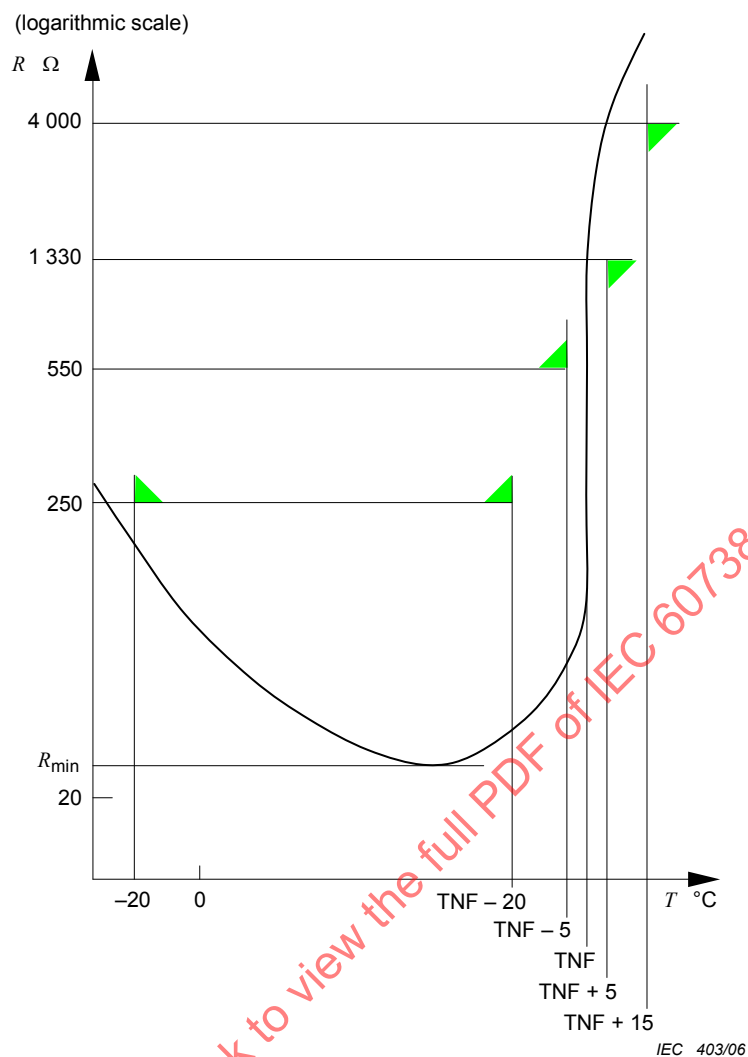
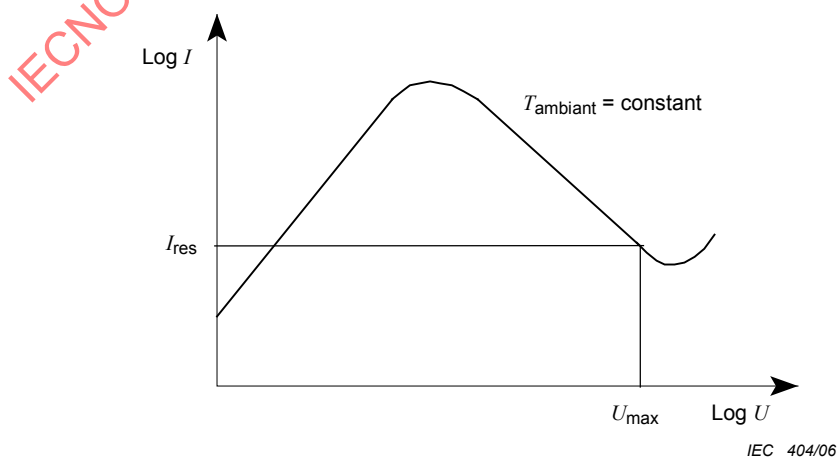


Figure 2 – Typical R-TNF characteristic for PTC thermistors in sensor applications

3.11

current/voltage characteristic

relationship in still air at 25 °C (unless otherwise stated) between the applied voltage (d.c. and/or a.c.) 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 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 Figures 1 and 2)

3.15

resistance at switching temperature

R_b

value of the zero-power resistance corresponding to the switching temperature defined as $R_b = 2 \times R_{min}$. As an alternative 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_{Rmin}

temperature at which R_{min} occurs

3.17

temperature

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

resistance

R_p

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

NOTE 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

It is 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.

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 The detail specification may 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 for which a thermistor has been designed to operate continuously at zero power

3.21

lower category temperature

LCT

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

3.22

maximum voltage

$U_{\max}$

maximum a.c. or d.c. voltage which may be continuously applied to the thermistor without exceeding the maximum overload current

3.23

operating temperature range at maximum voltage

range of ambient temperatures at which the thermistor can operate continuously at the maximum voltage without exceeding the maximum overload current

3.24

isolation voltage (applicable only to insulated thermistors)

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

3.25

maximum overload current

I_{mo}

value of current for the operating temperature range, which shall not be exceeded

NOTE It may be necessary to limit the current through the thermistor by the use of a series resistor R_s .

3.26

residual current

I_{res}

value of current in the thermistor at a specified ambient temperature (preferably 25 °C) under steady-state conditions. The applied voltage is the maximum voltage unless otherwise specified (see Figure 3)

3.27

tripping current

I_t

lowest current which 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

3.28

maximum non-tripping current

$I_{\max nt}$

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

3.29 inrush current

I_{in}
current occurring during the transient period from the moment of switching to the steady-state condition

3.30 peak inrush current

$I_{in p}$
peak inrush current is the maximum value of current during the transient period (see Figure 4)

3.31 minimum peak inrush current

$I_{in p min}$
lowest specified value of the peak of the inrush current

3.32 maximum peak inrush current

$I_{in p max}$
maximum specified value of the peak inrush current

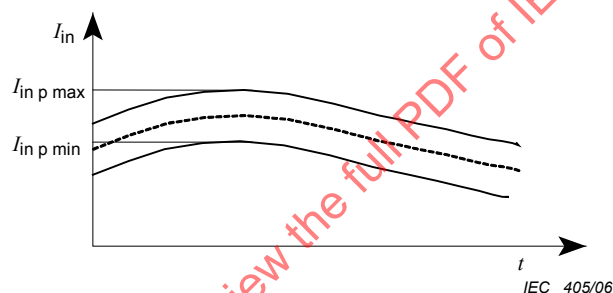


Figure 4 – I_{in} against t at U_{dc}

3.33 peak-to-peak inrush current (for a.c. conditions only)

$I_{in pp}$
value of the inrush current measured between adjacent positive and negative peaks (see Figure 5)

3.34 minimum peak-to-peak inrush current

$I_{in pp min}$
lowest specified value of the peak to peak inrush current

3.35 maximum peak to peak inrush current

$I_{in pp max}$
maximum specified value of the peak to peak inrush current

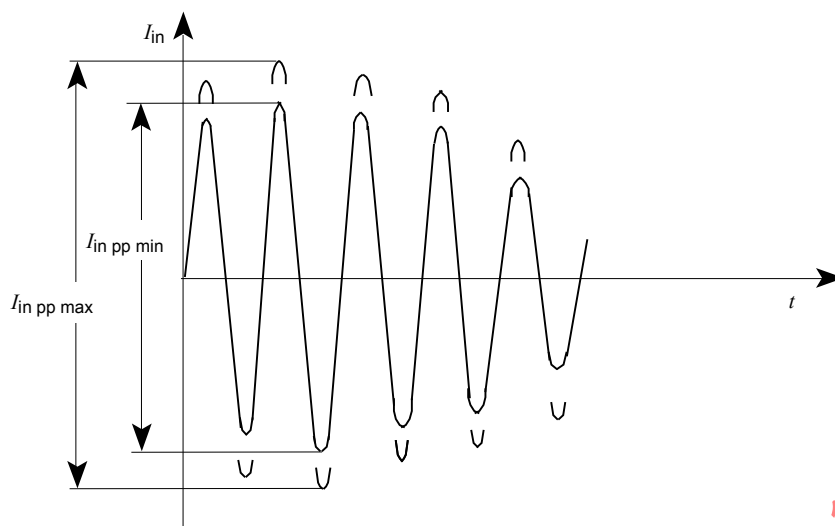


Figure 5 – I_{in} against t at U_{rms}

3.36

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

3.37

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 In the detail specification it should be specified whether the "0-peak value" or the "r.m.s. value" of the voltage should be taken.

3.38

maximum power

$P_{max.}$

maximum power is the power ($U_{max.} \times I_{res}$) which 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 If the power is supplied by an a.c. source then the voltage and current should be measured with true r.m.s. meters.

3.39

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)

3.40

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 "Dissipation factor" and "thermal resistance" are mutually reciprocal.

3.41

heat capacity

C_{th}

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

3.42

response time

- a) response time by ambient temperature change (t_a)

time (in s) required by a thermistor to change its temperature between two defined conditions when subjected to a change in ambient temperature

- b) response time by power change (t_p)

time (in s) required by a thermistor to change its temperature between two defined conditions of power input

3.43

thermal time constant

thermal time constant (ideal) for a thermistor is the product of its heat capacity and its thermal resistance

- a) thermal time constant by ambient temperature change (τ_a)

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

- b) thermal time constant by cooling (τ_c)

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

3.44

insulated thermistors

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

3.45

surface temperature

T_s

temperature under defined conditions at the boundary layer between two media

3.46

final surface temperature

T_{sf}

temperature reached under defined conditions when thermal equilibrium is established

4 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

ISO 1000

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

5 Preferred values

5.1 Climatic categories

The thermistors are classified into climatic categories according to the general rules given in the annex to IEC 60068-1. The detail specification shall prescribe the appropriate category.

5.1.1 Bump test severities

The test severity given in the detail specification shall preferably be the following:

Test Eb (IEC 60068-2-29)

Acceleration: 400 m/s²

Number of bumps: 4 000 total

Thermistors shall be mounted by their normal means, in such a manner that there shall be no parasitic vibration.

5.1.2 Shock test severities

Test severities given in detail specifications shall preferably 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)

NOTE The shock and bump tests are normally specified as alternatives.

5.1.3 Vibration severities

Test severities given in the detail specifications shall preferably be selected from the following:

Test Fc (IEC 60068-2-6)

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

5.2 Marking

5.2.1 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 trade mark.

- c) Date of manufacture.
- d) 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.

5.2.2 Coding

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

5.3 Spacings

5.3.1 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 V _{rms}			
	≤ 32	> 32 and ≤ 50	> 50 and ≤ 300	> 300 and ≤ 600
Sealed or encapsulated	Exception 1	0,4 mm	0,8 mm	0,8 mm
Clean	Exception 1	1,0 mm	1,0 mm	1,0 mm
Normal and dirty	Exception 1	1,0 mm	1,5 mm	1,5 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.

5.3.2 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 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.

6 Quality assessment procedures

6.1 General

When these documents are being used for the purposes of a full quality assessment system such as the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ), compliance with 6.5 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 6.5.1 and 6.5.3b) 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 subclause, the manufacturer shall obtain the approval of his organization in accordance with the provisions of IEC QC 001002-3.

The method for the approval of thermistors of assessed quality given in 6.5 is qualification approval according to the provisions of Clause 3 of IEC QC 001002-3.

6.1.1 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.

6.2 Primary stage of manufacture

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

6.3 Subcontracting

If subcontracting of the primary stage of manufacture and/or subsequent stages is employed it shall be in accordance with 4.2.2 of IEC QC 001002-3.

The blank detail specification may restrict subcontracting in accordance with 4.2.2.2 of IEC QC 001002-3.

6.4 Structurally similar components

Thermistors may be grouped as structurally similar 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.

6.4.1 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.

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

6.4.3 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.

6.4.4 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.

6.5 Qualification approval procedures

6.5.1 Eligibility for qualification approval

The manufacturer shall comply with 3.1.1 of IEC QC 001002-3.

6.5.2 Application for qualification approval

The manufacturer shall comply with 3.1.3 of IEC QC 001002-3.

6.5.3 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 60410 (see Annex A). 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 6.5.4.

The specimens taken to form the sample shall be selected at random from current production or as agreed with the National Supervising Inspectorate (NSI).

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

6.5.4 Qualification approval on the basis of 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 Tables 2 to 5.

- 1 Clause number references are to clauses in this specification.
- 2
 - a) 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.
 - b) 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 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 bump test and the shock test are to be alternatives. The test selected in the detail specification shall be used.
- 13 The detail specification shall specify which of the endurance tests in groups 5, 6 and 7 for Table 2 or Table 5, in groups 5 and 6 for Table 3 or groups 4 and 5 for Table 4, respectively, are appropriate to the construction and application of the thermistor.

**Table 2 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors
for current limitation – Assessment level EZ**

Group No.	Test (see list item 5)	Subclause of this standard	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	7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5 7.8	ND	100 + 5 (see list item 6)	0
1	Temperature coefficient of resistance (if specified)	7.6	D	10 (see list items 7 and 8)	0
1A	Tripping current and tripping time Residual current	7.25 7.27		5 (list item 8)	
1B	Non-tripping current	7.26		5 (list item 8)	
	Solderability (see list items 9 and 10)	7.16			
2A	Resistance to soldering heat (see list items 9 and 10) Robustness of terminations	7.17 7.15		5	
2B	Rapid change of temperature Vibration Bump or shock (see list item 12)	7.18 7.19 7.20 or 7.21		5	
2	Climatic sequence	7.22	D	10	0
3	Thermal time constant by cooling (if specified)	7.14	ND	10	0
4	Dimensions (detail) Dissipation factor at U_{max} (if specified)	7.4.4 7.10	ND	10	0
5	Endurance at room temperature (cycling)(see list item 13)	7.24.1	D	10	0
6	Endurance at upper category temperature (see list item 13)	7.25.2 7.22.2	D	10	0
7	Endurance at max. operating temperature and max. voltage (see list item 13)	7.24.3	D	10	0
8	Cold environmental electrical cycling	7.24.4	D	10	0
9	Thermal runaway	7.24.5	D	10	0
10	Damp heat, steady state	7.23	D	10	0

Table 3 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors for use as heating elements – Assessment level EZ

Group No.	Test (see list item 5)	Subclause of this standard	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	7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5 7.8	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)	7.6 7.28 7.29 7.27 7.16	D	10 (see list item 7)	0
2A	Resistance to soldering heat (see list item 9 and 10) Robustness of terminations	7.17 7.15		5 5	
	2B Rapid change of temperature Vibration (if specified, not for non- insulated types) Bump or shock (see list item 12)	7.18 7.19 7.20 or 7.21			
2	Climatic sequence	7.22	D	10	0
3	Thermal time constant by cooling (if specified)	7.14	ND	10	0
4	Dimensions (detail) Dissipation factor at U_{max} (if specified)	7.4.4 7.10	ND	10	0
5	Endurance at room temperature (cycling)(see list item 13)	7.24.1	D	10	0
6	Endurance at max. operating temperature and max. voltage (see list item 13)	7.24.3	D	10	0
7	Cold environmental electrical cycling	7.24.4	D	10	0
8	Thermal runaway	7.24.5	D	10	0
9	Damp heat, steady state	7.23	D	10	0

**Table 4 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors
for inrush current application – Assessment level EZ**

Group No.	Test (see list item 5)	Subclause of this standard	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	7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5 7.8	ND	80 + 5 (see list item 6)	0
1	Inrush current Residual current Solderability (see list items 9 and 10)	7.29 7.27 7.16	D	10 (see list item 7)	0
	2A Resistance to soldering heat (see list items 9 and 10) Robustness of terminations	7.17 7.15		5	
	2B Rapid change of temperature Vibration Bump or shock (see list item 12)	7.18 7.19 7.20 or 7.21		5	
2	Climatic sequence	7.22	D	10	0
3	Dimensions (detail) (see list item 7)	7.4.4	ND	10	0
4	Endurance at room temperature (cycling) (see list item 13)	7.24.1	D	10	0
5	Endurance at max. operating temperature and max. voltage (see list item 13)	7.24.3	D	10	0
6	Cold environmental electrical cycling	7.24.4	D	10	0
7	Thermal runaway	7.24.5	D	10	0
8	Damp heat, steady state	7.23	D	10	0

**Table 5 – Fixed sample size test schedule for qualification approval of thermistors
for use as temperature sensing elements – Assessment level EZ**

Group No.	Test (see list item 5)	Subclause of this publication	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	7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5 7.8	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)	7.6 7.5 7.9 7.27 7.16	D	10 (see list item 7)	0
	2A Resistance to soldering heat (see list items 9 and 10) Robustness of terminations	7.17 7.15		5	
	2B Rapid change of temperature Vibration (if specified, not for non-insulated types) Bump or shock (see list item 12)	7.18 7.19 7.20 or 7.21		5	
2	Climatic sequence	7.22	D	10	0
3	Response time (if specified) by ambient temperature change t_a or Response time by power change t_p	7.11 or 7.12	ND	10	0
4	Dimensions (detail) Dissipation factor at U_{max} (if specified)	7.4.4 7.10	ND	10	0
5	Endurance at room temperature (cycling) (see list item 13)	7.24.1	D	10	0
6	Endurance at upper category temperature (see list item 13)	7.24.2	D	10	0
7	Endurance at max. operating temperature and max. voltage (see list item 13)	7.24.3	D	10	0
8	Cold environmental thermal cycling	7.24.4	D	10	0
9	Damp heat, steady state	7.23	D	10	0

6.5.5 Granting of qualification approval

Qualification approval shall be granted when the procedures in accordance with 3.1.4 of IEC QC 001002-3 have been completed satisfactorily.

6.5.6 Maintenance of qualification approval

Qualification approval shall be maintained by regular demonstration of compliance with the requirements for Quality Conformance (see 6.5.7).

6.5.7 Quality conformance inspection

6.5.7.1 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 Tables 6 and 7).

Sampling plans and inspection levels shall be selected from those given in IEC 60410.

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 which 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 the National Supervising Inspectorate (NSI).

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

6.5.7.2 Assessment level

The assessment level given in the blank detail specification shall be in accordance with Tables 6 and 7.

Table 6 – Quality conformance inspection for lot-by-lot inspection

Inspection subgroup ^d	Assessment level			
	EZ			
	<i>IL</i> ^a	<i>n</i> ^a	<i>c</i> ^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;
^a *n* is the sample size;
^a *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 Table 2A of IEC 60410.

^d The content of the inspection subgroups is described in Clause 2 of the relevant blank detail specification.

Table 7 – 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.					

6.6 Rework and repair

6.6.1 Rework

Rework, as defined in 4.1.4 of IEC QC 001002-3, 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.

6.6.2 Repair

Thermistors which have been repaired as defined in IEC QC 001002-3 shall not be released under the IECQ system.

6.7 Release for delivery

Thermistors shall be released for delivery according to 3.2.6 and 4.3.2 of IEC QC 001002-3, after the Quality Conformance Inspection prescribed in the detail specification has been carried out.

6.7.1 Release for delivery under qualification approval before the completion of group B tests

When the conditions of IEC 60410 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.

6.8 Certified test records of released lots

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

6.9 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 by the NSI.

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

6.10 Alternative test methods

See 3.2.3.7 of IEC QC 001002-3 with the following details.

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

6.11 Manufacture outside the geographical limits of IECQ NSIs

A manufacturer may have his approval extended to cover part or complete manufacture of thermistors in a factory of his company located in a country which does not have a NSI for the technical area concerned, whether this country is an IECQ member country or not, provided that the requirements of 2.5.1.3 of IEC QC 001002-3 are met.

6.12 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 for any reason it 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 specified.

7 Test and measurement procedures

7.1 General

The blank detail specification shall indicate the tests to be made, 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.

The limits given in all specifications are absolute limits. The principle to take measurement uncertainty into account shall be applied (see IEC QC 001002-3, Annex C).

7.2 Standard conditions for testing

7.2.1 Standard atmospheric conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard atmospheric conditions for testing as given in 5.3 of IEC 60068-1:

- 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 prescribed order.

7.2.2 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.

7.3 Drying and recovery

7.3.1 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.

7.3.2 Recovery

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

7.4 Visual examination and check of dimensions

7.4.1 Visual examination

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

7.4.2 Marking

Marking shall be legible as determined by visual examination.

7.4.3 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.

7.4.4 Dimensions (detail)

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

Also the spacings according to 5.3 shall be checked, except for lot-by-lot inspection and/or periodic testing.

7.5 Zero-power resistance

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

7.5.2 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.

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 α_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.

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

7.6 Temperature coefficient of resistance

7.6.1 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.

7.6.2 The temperature coefficient of resistance shall be within the specified tolerance.

7.7 Insulation resistance (for insulated types only)

7.7.1 The insulation resistance of the protective coating shall be measured.

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

Method 1

- a) 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.
- b) 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 (IEC 60068-2-11).
An electrode is immersed in the solution.

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.

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.

7.7.3 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 together 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.

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

7.8 Voltage proof (for insulated types only)

7.8.1 The thermistors shall be tested as specified below.

7.8.2 As required by the detail specification, one of the test methods given in 7.7.2 shall be used.

7.8.3 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 %.

7.8.4 There shall be no breakdown or flashover.

7.9 Resistance/temperature characteristic

7.9.1 The resistance/temperature characteristic shall be measured in the manner described below.

7.9.2 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.

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

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

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

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

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

Thermistors with other than wire terminations 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.

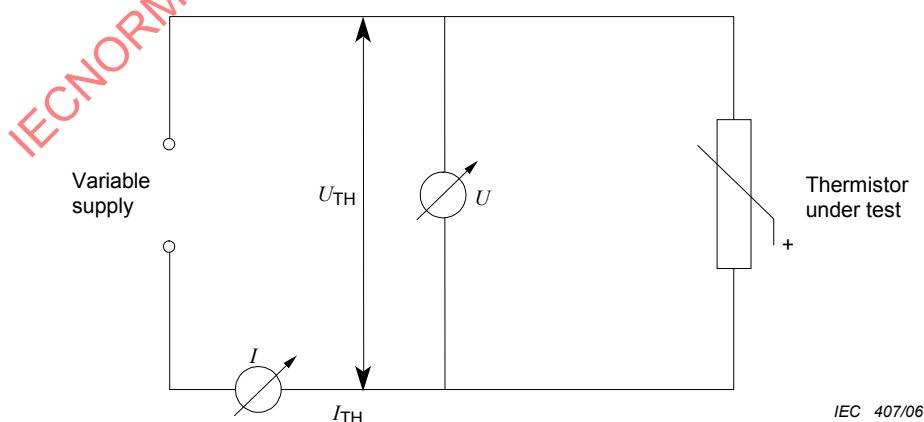
7.10.3 $U_{\max}$ as specified in the detail specification shall be applied gradually ensuring that I_{m0} is not exceeded (see Figure 6).

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

7.10.4 The thermistors shall be immersed in the medium as defined in 7.2 and the maximum d.c. or a.c. peak voltage shall be applied under zero-power conditions (pulses).

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

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



IEC 407/06

Figure 6 – Dissipation factor test circuit

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

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

For d.c.
$$\delta = \frac{U_{dc} \times I_{dc}}{T_3 - 25}$$

For a.c.
$$\delta = \frac{U_{rms} \times I_{rms}}{T_3 - 25}$$

7.11 Response time by ambient temperature change (t_a)

7.11.1 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.

7.11.2 The thermistor shall be immersed in the medium as defined in 7.2 and as specified in the detail specification, with a temperature T_1 , until it has reached thermal equilibrium.

7.11.3 The thermistor shall then be immersed in the medium as defined in 7.2, as specified in the detail specification, with a temperature T_3 ($T_3 > T_2$, T_3 shall be specified in the detail specification). The transfer time from state 1 to state 2 shall not exceed 2 s.

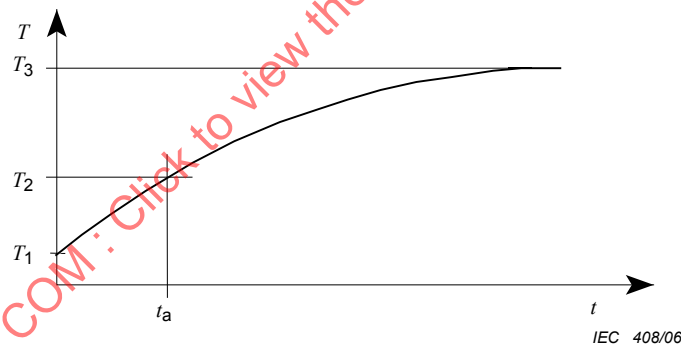


Figure 7 – Temperature gradient

7.11.4 The time elapsing between the moment of immersion as described in 7.11.3 and the moment when the resistance value of the thermistor reaches R_2 is the response time t_a (see Figure 7).

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

7.12 Response time by power change (t_p)

7.12.1 Mounting

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

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

Thermistors with other than wire terminations 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.

7.12.2 Test

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 preset 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 preset value or at the moment stated in the detail specification.

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

7.13 Thermal time constant by ambient temperature change (τ_a)

The method described in 7.11 shall be applied. The thermal time constant by ambient temperature change is by definition equal to 63.2 % of the response time by ambient temperature change (t_a) measured in 7.11.

7.14 Thermal time constant by cooling (τ_c)

7.14.1 Mounting

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

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

Thermistors with other than wire terminations 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.

7.14.2 Test

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.

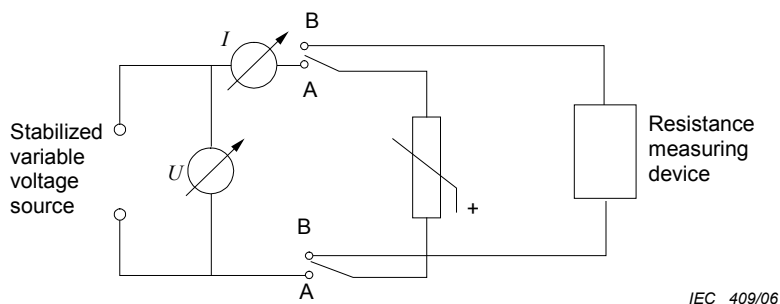


Figure 8 – Circuit for measurement of thermal time constant by cooling

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.

Method A

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 so adjusted that the power dissipated in the thermistor raises its temperature to a value slightly above T_3 (calculated as in 7.10), and the indications of the instruments are stable.

The applied power may then, for example, be calculated as follows:

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

where δ is the value calculated according to 7.10.

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.

Method B

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

Initial measurements: $-R_{T_3}$ and R_b .

With the contacts AA made, the voltage is so adjusted 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, for example, be calculated as follows:

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

where δ is the value calculated according to 7.10.

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 sufficiently low to enable the zero-power resistance of the thermistor to be measured.

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

7.15 Robustness of terminations

- 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 Ua, Ub and Uc of IEC 60068-2-21 as appropriate.
- c) Tests Ub and Uc shall not be applied if the detail specification describes the terminations as rigid.

7.15.1 Test Ua₁ – Tensile

Unless otherwise prescribed 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 8.

Table 8 – Tensile force

Nominal cross-sectional area (S) (see note) mm ²	Corresponding diameter (d) for circular-section wires mm	Force with tolerance of $\pm 10\%$ N
$S \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	1
$0,05 < S \leq 0,1$	$0,25 < d \leq 0,35$	2,5
$0,07 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	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.

7.15.2 Test Ub – Bending (half of the samples) (not applicable to thermistors encapsulated in glass or in envelopes)

Two consecutive bends shall be applied (Method 1).

7.15.3 Test Uc – Torsion (remaining samples)

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

7.15.4 Visual examination

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

7.15.5 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 prescribed in the detail specification.

7.16 Solderability

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

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 Ba 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.

7.16.1 Thermistors with leads

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

When the solder bath method (method 1) is specified, the following requirements apply.

7.16.1.1 Test conditions

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

Immersion time: 2,0 s ± 0,5 s

Depth of immersion (from the seating plane or component body):

- a) all thermistors except those of b) below $2,0^{0}_{-0,5}$ mm, using a thermal insulating screen 1,5 mm ± 0,5 mm thickness;
- b) thermistors indicated by the detail specification as not being designed for use on printed boards: $3,5^{0}_{-0,5}$ mm.

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

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

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

7.16.1.4 Surface mount thermistors shall be tested in accordance with IEC 60068-2-58. The relevant specification shall prescribe 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).

7.16.1.5 Final inspection, measurements and requirements: the surface mount thermistors shall meet the requirements prescribed in the relevant specification.

7.17 Resistance to soldering heat

7.17.1 When prescribed by the relevant specification the thermistors shall be dried using the method of 7.3.1.

The thermistors shall be measured prescribed in the relevant specification.

7.17.2 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: $260\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - depth of immersion from the seating plane: $2,0^{0}_{-0,5}\text{ mm}$, using a thermal insulating screen of $1,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ 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: $350\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - depth of immersion from the component body: $3,5^{0}_{-0,5}\text{ mm}$;
 - 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: $350\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - 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).

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

7.17.4 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.

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

7.18 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 according to 7.3.2 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.

7.19 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 may be such that special mounting fixtures are required in its use. In this case the detail specification shall describe the mounting fixtures and they shall be used in the performance of the vibration, bump and shock tests.

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

The method of measurement shall be prescribed 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.

7.20 Bump

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 7.12.1.

The thermistors shall be subjected to the procedure of Test Eb of IEC 60068-2-29 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.

7.21 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 7.12.1.

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.

7.22 Climatic sequence

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 following order.

7.22.1 Initial measurements

The thermistors shall be dried using Procedure I of 7.3.1.

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

7.22.2 Dry heat

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

7.22.3 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.

7.22.4 Cold

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

7.22.5 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 made at any temperature between 15 °C and 35 °C and the duration of the test shall be 1 h.

7.22.6 Damp heat (cyclic), remaining cycles

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

Table 9 – Number of cycles per climatic category

Categories	Number of cycles
-/-/56	5
-/-/21	1
-/-/10	1
-/-/04	0

After the test the thermistors shall be subjected to recovery according to 7.3.2.

7.22.7 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 according to 7.8 and shall be not less than that specified in the detail specification. The thermistors shall withstand the voltage-proof test as defined in 7.9 without breakdown or flashover.

7.23 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 d.c. 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 according to 7.3.2.

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 according to 7.7 and shall be not less than that specified in the detail specification. The thermistors shall withstand the voltage proof test as defined in 7.8 without breakdown or flashover.

7.24 Endurance

7.24.1 Endurance at room temperature (cycling)

Preconditioning, if required, shall be carried out by subjecting the thermistors to three successive applications of a voltage sufficient 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 (IEC 60068-1). The number of cycles shall be specified in the detail specification and shall preferably 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 so placed that the temperature of any one thermistor shall not appreciably influence the temperature of any other thermistor. There shall be no undue draught on the thermistor.

The thermistors shall be connected to a voltage supply of 95 % to 100 % of the maximum voltage. 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 account of the impedance of the transformer controlling the supply and shall be such that the maximum overload current is obtained at the maximum voltage ($U_{\max}$).

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 7.14). 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 7.14). 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, 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.

7.24.2 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 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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.

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 ± 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.

7.24.3 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 sufficient 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. The temperature shall, unless otherwise specified, remain within $+0/-2$ °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 so placed that the temperature of any one thermistor shall not appreciably influence the temperature of any other thermistor. There shall be no undue draught on the thermistor.

The thermistor shall be connected in the circuit shown in Figure 9 (the series resistor R_s may be omitted if the voltage is applied slowly).

The voltage across the thermistor shall be the maximum voltage.

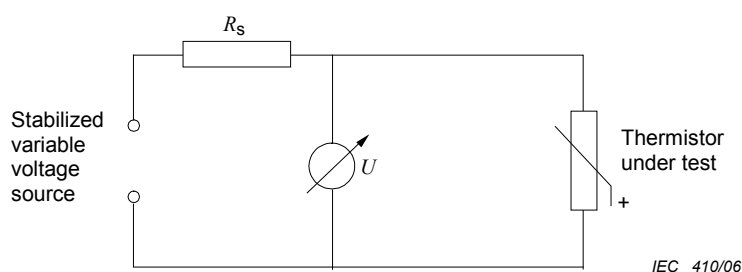
After approximately 168 h and 500 h the thermistor shall, if applicable, be allowed to recover under standard atmospheric conditions of testing for not less than 1 h and not more than 2 h.

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.



IEC 410/06

Figure 9 – Circuit for endurance at maximum operating temperature and maximum voltage

7.24.4 Cold environmental electrical cycling

This test is not required on the thermistor for sensing application.

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 a number of cycles selected from 10, 100 or 1 000 depending on the application and as described in the detail specification at the lowest specified operating temperature as mentioned in the detail specification.

The test conditions shall be as follows.

- a) For current limitation application: $U_{\max}$ and I_t
- b) For heater application: $P_{\text{in p max}}$
- c) For inrush current application: $U_{\max}$ and $I_{\text{in p max}}$
- d) For sensing application: Thermal cycling between 0 °C or the manufacturer's minimum specified ambient temperature 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 temperature 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.

7.24.5 Thermal runaway

This test is not required on the thermistor for sensing application.

Each of the thermistor samples shall be connected to a variable power source. The voltage shall be gradually increased from zero to 150 % of rated voltage ($U_{\max}$) in increments of 10 % of $U_{\max}$ at 2-min intervals. The 150 % voltage shall be maintained for 2 min.

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.

7.25 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 other than wire terminations 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 preset 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 a certain time the thermistors shall reduce the current to a lower level.

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 .

7.26 Non-tripping current

The thermistors shall be connected and enclosed in a chamber as in 7.24.

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 connected to constant current or constant voltage supplies preset to the value given for this test in the detail specification and with voltage limiting at 90 % 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.

7.27 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 other than wire terminations 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 are tripped by increasing the voltage to the maximum voltage 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.

7.28 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 for example Annex C), and connected to a stabilized voltage source and to a time/temperature recorder via a double-pole switch as shown in Figure 10.

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

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 10.

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.

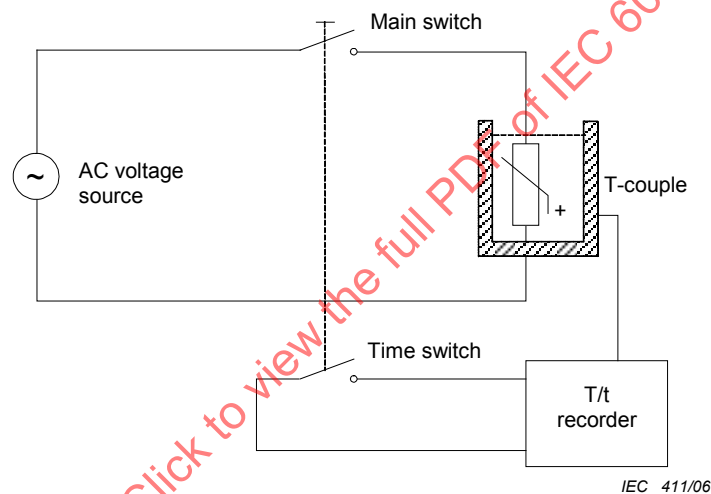
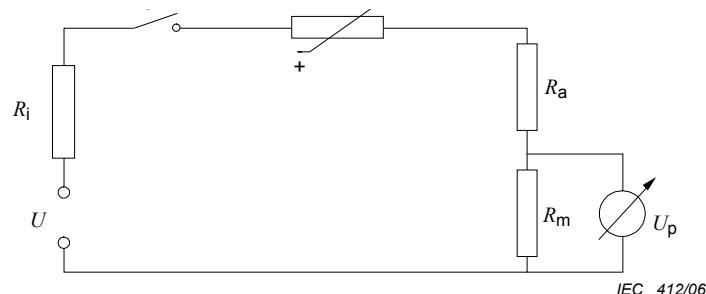


Figure 10 – Circuit for surface temperature measurement

7.29 Inrush current

7.29.1 Measuring circuit



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 11 – Measuring circuit

7.29.2 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. (Account shall be taken of the source impedance.)

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

7.30 Mounting (for surface mount thermistors only)

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

7.30.2 Surface mount thermistors shall be mounted on a suitable substrate, the method of mounting will depend on the thermistor 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.

7.30.3 When the detail specification specifies wave soldering, a suitable glue, details of which may 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 a suitable solvent (see 3.1.2 of IEC 60068-2-45).

7.30.4 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 so as 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.

NOTE 1 Flux should be removed by a suitable solvent (see 3.1.2 of IEC 60068-2-45). All subsequent handling shall be such as to avoid contamination. Care shall be taken to maintain cleanliness in test chambers and during post test measurements.

NOTE 2 The detail specification may require a more restricted temperature range.

NOTE 3 If vapour phase soldering is applied, the same method may be used with the temperatures adapted.

7.31 Shear (adhesion) test

7.31.1 Test conditions

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

7.31.2 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 $10 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$.

7.31.3 Requirements

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

7.32 Substrate bending test

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

7.32.2 The zero power resistance of the surface mount thermistor shall be measured as specified in 7.5 and the relevant specification.

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

7.32.4 The zero-power resistance of the surface mount thermistor shall be measured as specified in 7.32.2 with the board in the bent position. The change of resistance shall not exceed the limits prescribed by the relevant specification.

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

7.32.6 Final inspection and requirements

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

Annex A

(normative)

Interpretation of sampling plans and procedures as described in IEC 60410 for use within the IEC quality assessment system for electronic components (IECQ)

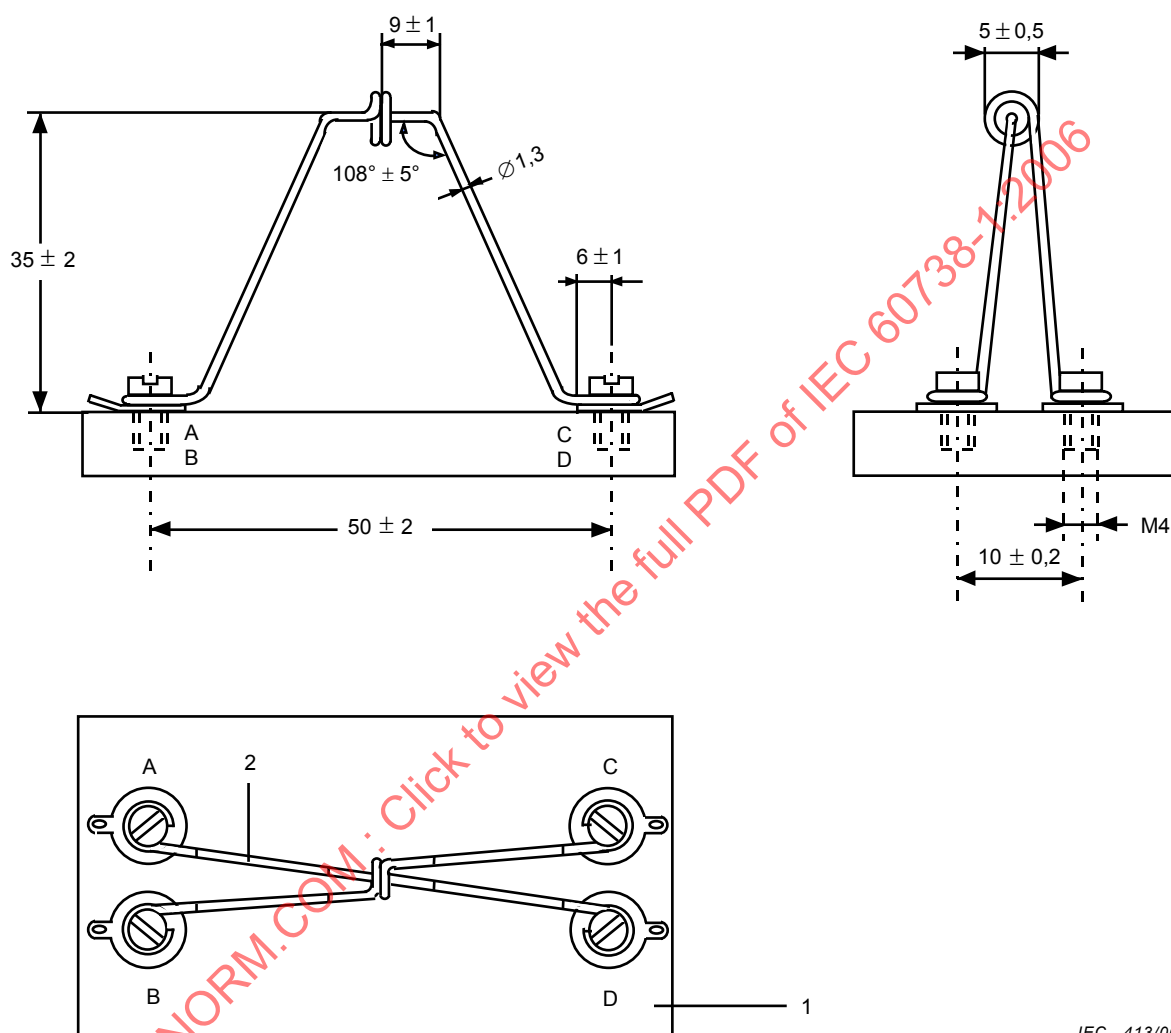
When using IEC 60410 for inspection by attributes, the interpretations of the clauses and subclauses of IEC 60410, as indicated below, apply for the purpose of this standard.

- 1 The responsible authority is the national authorized institution implementing the basic rules and rules of procedure.
- 1.5 The unit of product is the electronic component defined in a detail specification.
- 2 Only the following definitions from this clause are required:
 - a “defect” is any non-conformance of the unit of product to specified requirements;
 - a “defective” is a unit of product which contains one or more non-conformances.
- 3.1 The extent of non-conformance of a product shall be expressed in terms of per cent defective.
- 3.3 Not applicable.
- 4.5 The responsible authority is the IEC technical committee drafting the blank detail specification which forms part of the generic or sectional specification.
- 5.4 The responsible authority is the DMR, acting in accordance with the procedures prescribed in the document describing the inspection department of the approved manufacturer and approved by the national supervising inspectorate.
- 6.2 The responsible authority is the DMR.
- 6.3 Not applicable.
- 6.4 The responsible authority is the DMR.
- 8.1 Normal inspection shall always be used at the start of inspection.
- 8.3.3 d) The responsible authority is the DMR.
- 8.4 The responsible authority is the national supervising inspectorate.
- 9.2. The responsible authority is the IEC technical committee drafting the blank detail specification which forms part of the generic or sectional specification.
- 9.4 (Fourth sentence only) Not applicable.
(Fifth sentence only) The responsible authority is the DMR.
- 10.2 Not applicable.

Annex B (informative)

Mounting for electrical measurements (except surface mount types)

Dimensions in millimetres

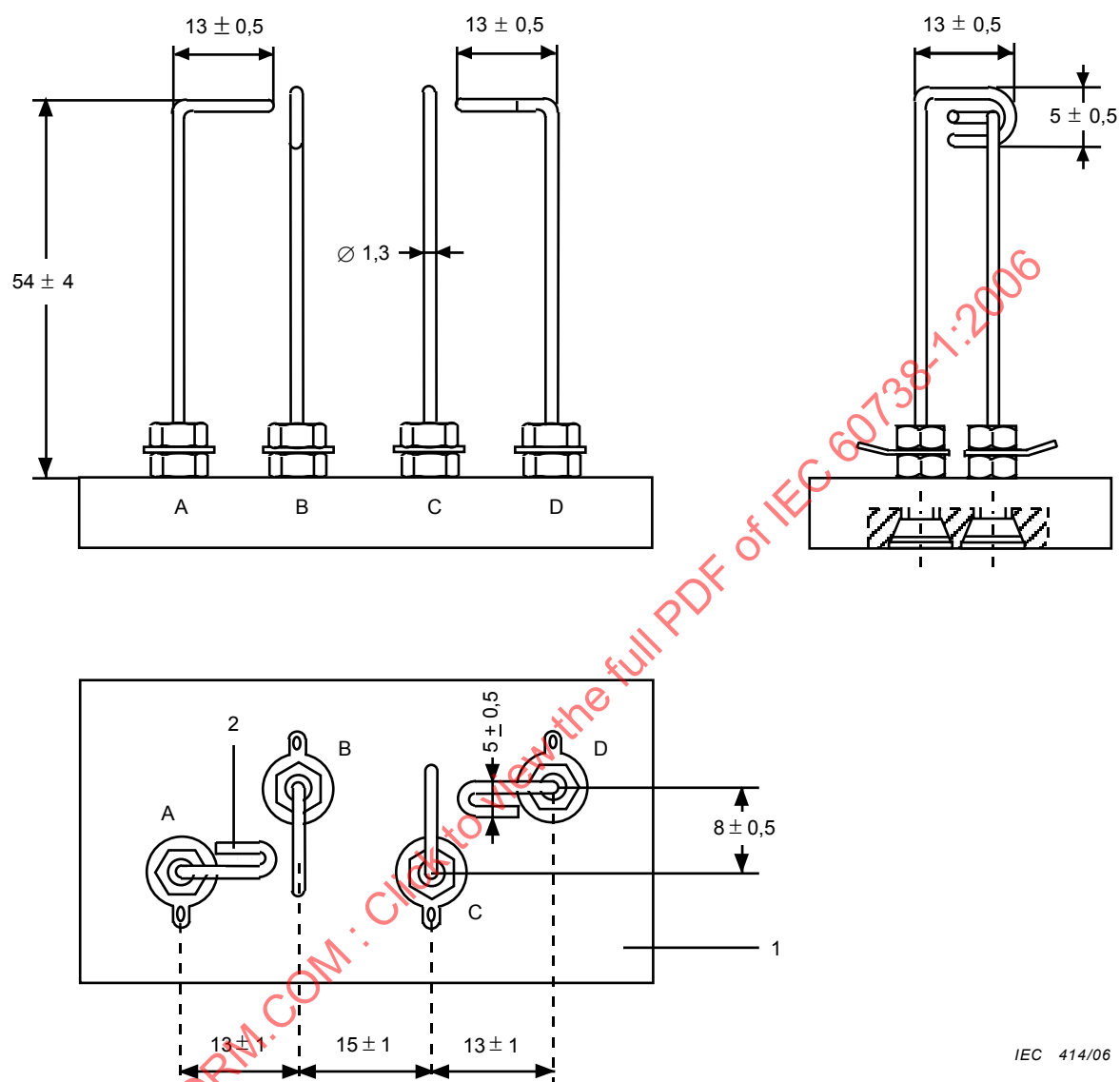


Key

- 1 base made of insulating material
- 2 contacts made of phosphor bronze wire

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

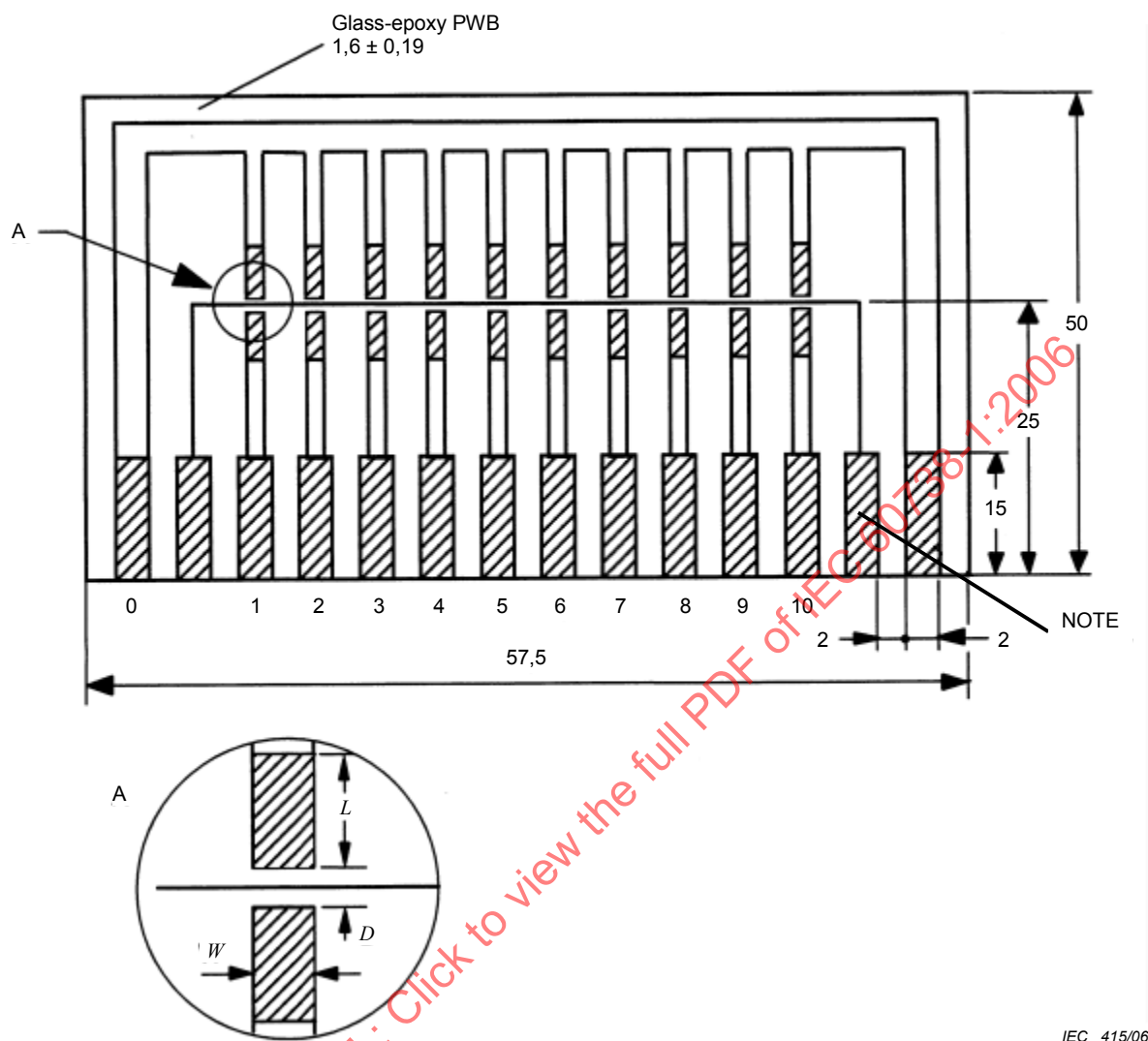
Dimensions in millimetres



IEC 414/06

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

Dimensions in millimetres



NOTE This conductor may be omitted or used as a guard electrode.

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

Annex C (informative)

Mounting for temperature measurements

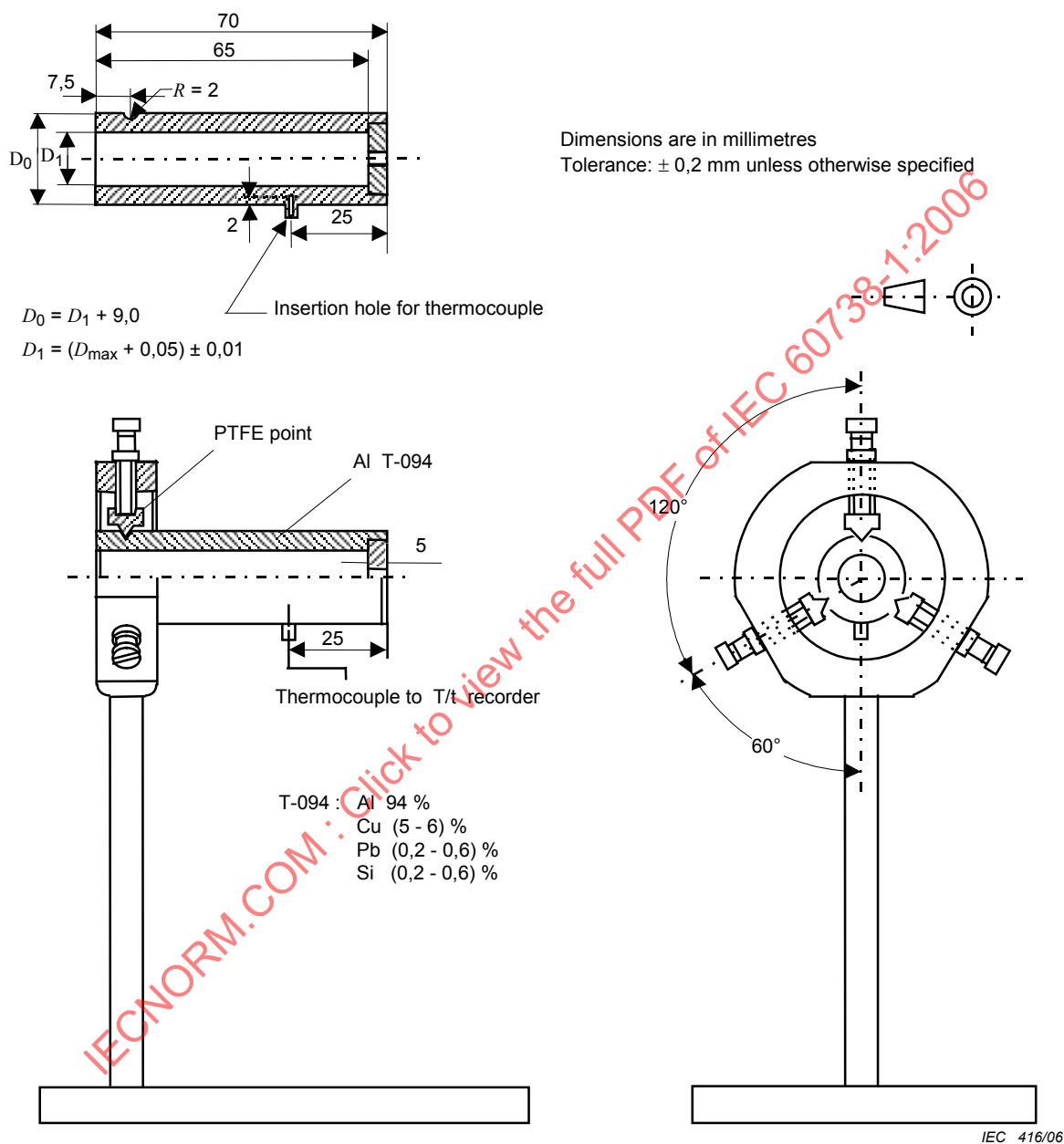


Figure C.1 – Example of a preferred mounting method for temperature measurement on cylindrical heating elements

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	59
1 Domaine d'application	61
2 Références normatives	61
3 Termes et définitions	62
4 Unités et symboles	71
5 Valeurs préférentielles	71
5.1 Catégories climatiques	71
5.2 Marquage	72
5.3 Espacements	72
6 Procédures d'assurance qualité	73
6.1 Généralités	73
6.2 Étape initiale de fabrication	74
6.3 Sous-traitance	74
6.4 Composants de structure semblable	74
6.5 Procédures d'homologation	74
6.6 Reprise et réparation	82
6.7 Acceptation pour livraison	82
6.8 Enregistrements d'essais certifiés de lots acceptés	83
6.9 Livraison différée	83
6.10 Méthodes d'essai de remplacement	83
6.11 Fabrication hors des limites géographiques de l'ONS IECQ	83
6.12 Paramètres non contrôlés	83
7 Procédures d'essai et de mesure	83
7.1 Généralités	83
7.2 Conditions standards des essais	84
7.3 Séchage et reprise	84
7.4 Examen visuel et contrôle des dimensions	85
7.5 Résistance de puissance nulle	85
7.6 Coefficient de température de résistance	86
7.7 Résistance d'isolation (pour types isolés seulement)	86
7.8 Tension de tenue (types isolés seulement)	87
7.9 Caractéristique résistance/température	88
7.10 Facteur de dissipation à $U_{\max}(\delta)$	88
7.11 Temps de réponse par variation de température ambiante (t_a)	89
7.12 Temps de réponse par variation de puissance (t_p)	90
7.13 Constante de temps thermique par variation de température ambiante (τ_a)	90
7.14 Constante de temps thermique par refroidissement (τ_c)	90
7.15 Robustesse des sorties	92
7.16 Brasabilité	93
7.17 Résistance à la chaleur du brasage	94
7.18 Variation rapide de température	95
7.19 Vibrations	95
7.20 Secousses	96
7.21 Chocs	96

7.22	Séquence climatique.....	97
7.23	Chaleur humide, essai continu	98
7.24	Endurance	98
7.25	Courant et temps de déclenchement	102
7.26	Courant de non déclenchement.....	103
7.27	Courant résiduel	103
7.28	Température de surface	103
7.29	Courant d'appel	104
7.30	Montage (pour les thermistances pour montage en surface uniquement)	105
7.31	Essai de cisaillement (adhérence).....	106
7.32	Essai de courbure du substrat.....	106
Annexe A (normative) Interprétation des plans d'échantillonnage et des procédures tels qu'ils sont décrits dans la CEI 60410 et destinés à être utilisés dans le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ)		
		108
Annexe B (informative) Montage pour mesures électriques (sauf les composants de type pour montage en surface)		
		109
Annexe C (informative) Montage pour mesures de la température.....		
		112
Figure 1 – Caractéristique résistance/température typique et définitions pour des thermistances CTP (à puissance nulle)		
		64
Figure 2 – Caractéristique R/TNF typique pour des thermistances CTP dans des applications utilisant des détecteurs		
		65
Figure 3 – Caractéristique courant/tension typique pour des thermistances CTP		
		66
Figure 4 – I_{in} en fonction de t à U_{dc}		
		69
Figure 5 – I_{in} en fonction de t à U_{rms}		
		69
Figure 6 – Circuit d'essai de facteur de dissipation		
		89
Figure 7 – Gradient de température		
		89
Figure 8 – Circuit pour la mesure de la constante de temps thermique par refroidissement		
		91
Figure 9 – Circuit pour l'endurance à la température de fonctionnement maximale et à la tension maximale		
		101
Figure 10 – Circuit pour la mesure de la température de surface		
		104
Figure 11 – Circuit de mesure		
		104
Figure B.1 – Exemple de méthode de montage préférentielle pour thermistances sans fils de sortie		
		109
Figure B.2 – Exemple de méthode de montage préférentielle pour thermistances avec fils de sortie		
		110
Figure B.3 – Exemple de méthode de montage préférentielle pour thermistances pour montage en surface		
		111
Figure C.1 – Exemple de méthode de montage préférentielle pour mesure de la température sur des éléments chauffants cylindriques		
		112
Tableau 1 – Lignes de fuite et distances d'isolement		
		73
Tableau 2 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillon fixe pour l'homologation de thermistances pour la limitation de courant – Niveau d'assurance EZ		
		77
Tableau 3 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillon fixe pour l'homologation de thermistances destinées à être utilisées comme des éléments chauffants – Niveau d'assurance EZ.....		
		78

Tableau 4 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillon fixe pour l'homologation de thermistances pour les applications de courant d'appel – Niveau d'assurance EZ	79
Tableau 5 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillon fixe pour l'homologation de thermistances destinées à être utilisées comme des éléments de détection de la température – Niveau d'assurance EZ	80
Tableau 6 – Contrôle de conformité de la qualité pour l'inspection lot par lot	81
Tableau 7 – Contrôle de conformité de la qualité pour les essais périodiques	82
Tableau 8 – Force de tension.....	93
Tableau 9 – Nombre de cycles par catégorie climatique.....	97

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60738-1:2006

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**THERMISTANCES À COEFFICIENT
DE TEMPÉRATURE POSITIF À CHAUFFAGE DIRECT –****Partie 1: Spécification générique****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale CEI 60738-1 a été établie par le comité d'études 40 de la CEI: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1998 dont elle constitue une révision mineure. Les modifications par rapport à l'édition antérieure portent sur les tableaux, les figures et les références.

La présente version bilingue (2014-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2006-04.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 40/1651/FDIS et 40/1730/RVD.

Le rapport de vote 40/1730/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

La série CEI 60738 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Thermistances à basculement à coefficient de température positif à chauffage direct*:

- Partie 1: Spécification générique
- Partie 1-1: Spécification particulière cadre – Application de la limitation de courant – Niveau d'assurance de la qualité EZ
- Partie 1-2: Spécification particulière cadre – Application de l'élément chauffant – Niveau d'assurance de la qualité EZ
- Partie 1-3: Spécification particulière cadre – Application du courant d'appel – Niveau d'assurance de la qualité EZ
- Partie 1-4: Spécification particulière cadre – Application de la détection – Niveau d'assurance de la qualité EZ

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

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

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

THERMISTANCES À COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE POSITIF À CHAUFFAGE DIRECT –

Partie 1: Spécification générique

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60738 décrit des termes et des méthodes d'essais pour les thermistances à basculement à coefficient de température positif, de type isolés ou non isolés, normalement fabriqués à partir de matériaux semiconducteurs ferroélectriques.

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

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

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

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*

CEI 60062, *Codes de marquage pour résistances et condensateurs*

CEI 60068-1: 1988, *Essais d'environnement –Partie 1: Généralités et guide*
Amendement 1 (1992)

CEI 60068-2-1: 1990, *Essais d'environnement –Partie 2-1: Essais – Essais A: Froid*
Amendement 1 (1993)
Amendement 2 (1994)

CEI 60068-2-2: 1974, *Essais d'environnement –Partie 2-2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*
Amendement 1 (1993)

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

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

CEI 60068-2-13, *Essais d'environnement –Partie 2-13: Essais – Essai M: Basse pression d'air*

CEI 60068-2-14: 1984, *Essais d'environnement –Partie 2-14: Essais – Essai N: Variations de température*
Amendement 1 (1986)

CEI 60068-2-20: 1979, *Essais d'environnement –Partie 2-20: Essais – Essai T: Brasure*
Amendement 2 (1987)

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

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

CEI 60068-2-29, *Essais d'environnement – Partie 2-29: Essais – Essai Eb et guide: Secousses*

CEI 60068-2-30: 2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

CEI 60068-2-45: 1980, *Essais d'environnement – Partie 2-45: Essais – Essai XA et guide - Immersion dans les solvants de nettoyage*

CEI 60068-2-58, *Essais d'environnement – Partie 2-58: Essais – Essais 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)*

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

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

CEI 60410, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

CEI 60617 (toutes les parties)[DB]¹: *Symboles graphiques pour schémas*

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

CEI 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*

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

CEI QC 001002-3, *Règles de procédure du système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ) – Partie 3: Procédures d'homologation*

ISO 1000, *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités*

3 Termes et définitions

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

3.1

type

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

Ces composants sont généralement couverts par une seule spécification particulière

NOTE 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.

¹ "DB" fait référence à la base de données en ligne de la CEI.

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

Une thermistance CTP présentera 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 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 alternative 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. 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 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 sur la Figure 1 représente une caractéristique résistance/température typique dans le cas où une tension d'impulsion est utilisée (U_{pulse}).

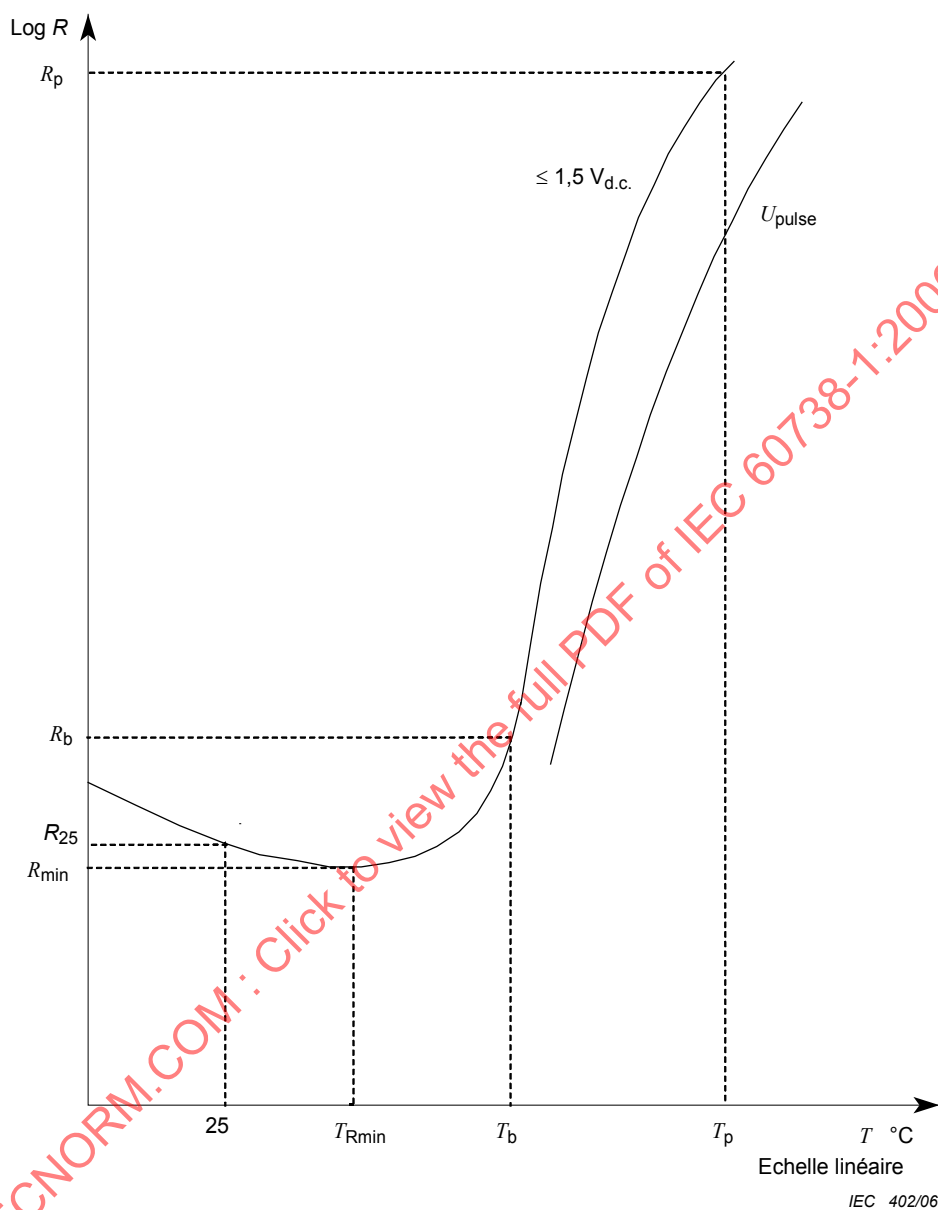


Figure 1 – Caractéristique résistance/température typique et définitions pour des thermistances CTP (à puissance nulle)

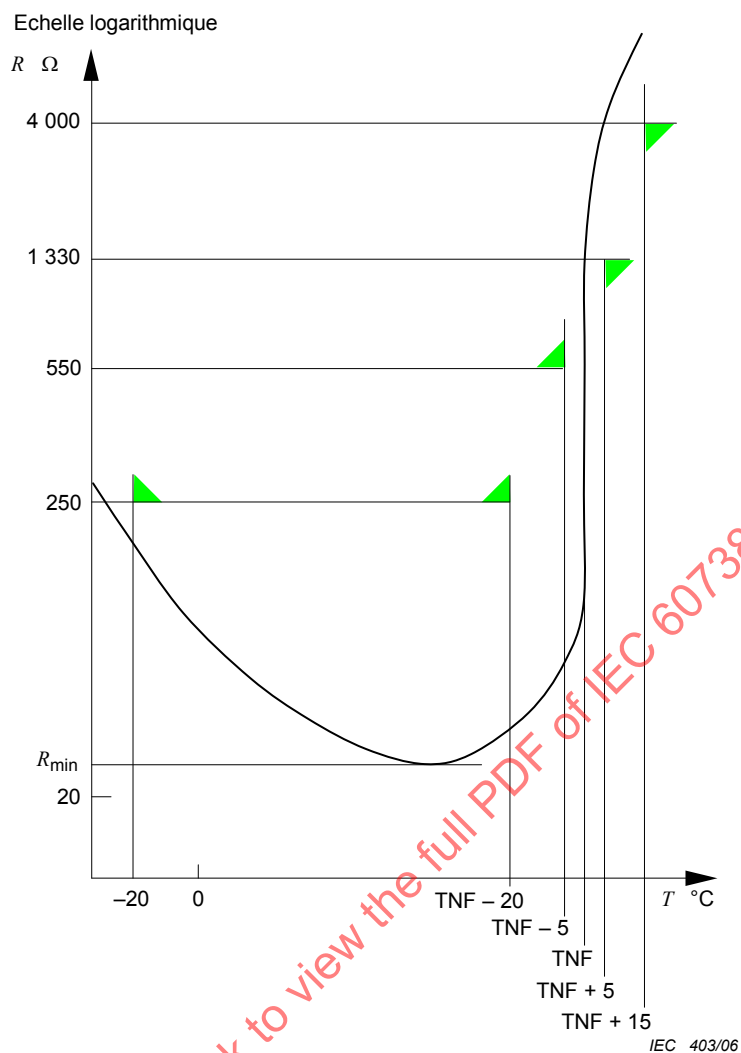
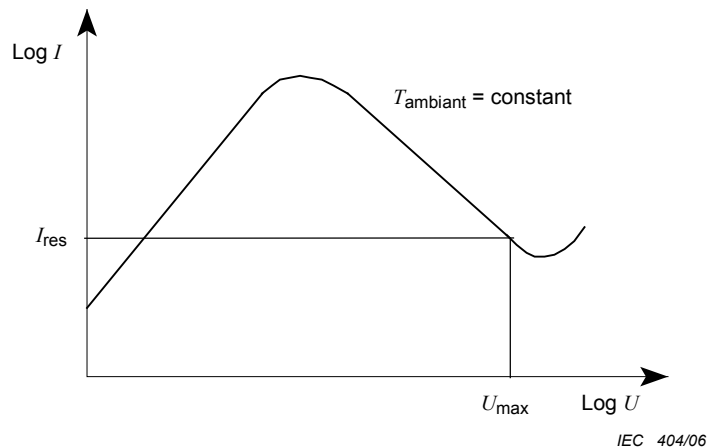


Figure 2 – Caractéristique R/TNF typique pour des thermistances CTP dans des applications utilisant des détecteurs

3.11

caractéristique courant/tension

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



NOTE 1 $U_{\max}$ sera spécifié 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 T_{NF} est exclusivement défini 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 les Figures 1 et 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 $R_b = 2 \times R_{\min}$. En variante, on peut utiliser la définition $R_b = 2 \times R_{25}$. Lorsqu'elle est utilisée, cette définition doit être indiquée explicitement dans la spécification particulière

3.16

température pour la résistance minimale

$T_{R\min}$

température à laquelle on a $R_{\min}$

3.17

température

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** **R_p**

résistance de puissance nulle 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 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 ne peut 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

Ce taux est calculé à partir de la formule suivante:

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

où T_p dépasse T_b de 10 K au minimum.

Les températures T_p et T_b doivent être indiquées, 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 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 pour laquelle une thermistance a été conçue pour fonctionner en continu à puissance nulle

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

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

3.22**tension maximale** **$U_{\max}$**

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

3.23**gamme de températures de fonctionnement à la tension maximale**

gamme de températures ambiantes sur laquelle la thermistance peut fonctionner en continu à la tension maximale sans dépasser le courant de surcharge maximal

3.24**tension d'isolation (uniquement applicable aux thermistances isolées)**

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

3.25

courant de surcharge maximal

I_{mo}

valeur du courant pour la gamme de températures de fonctionnement qui ne doit pas être dépassée

NOTE Il peut s'avérer nécessaire de limiter le courant qui traverse la thermistance en utilisant une résistance série R_s .

3.26

courant résiduel

I_{res}

valeur du courant dans la thermistance à une température ambiante spécifiée (de préférence 25 °C) en régime permanent. La tension appliquée est la tension maximale sauf indication contraire (voir Figure 3)

3.27

courant de déclenchement

I_t

le 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

3.28

courant de non-déclenchement maximal

$I_{max nt}$

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

3.29

courant d'appel

I_{in}

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

3.30

courant d'appel de crête

$I_{in p}$

il s'agit de la valeur maximale du courant pendant la période transitoire (voir Figure 4)

3.31

courant d'appel de crête minimal

$I_{in p min}$

la plus basse valeur spécifiée du courant d'appel de crête

3.32

courant d'appel de crête maximal

$I_{in p max}$

la plus grande valeur spécifiée du courant d'appel de crête

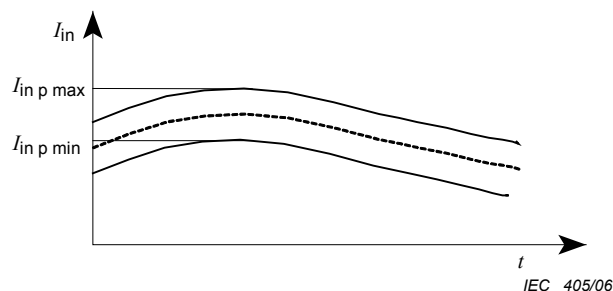


Figure 4 – I_{in} en fonction de t à U_{dc}

3.33

courant d'appel crête à crête (en courant alternatif uniquement)

$I_{in pp}$

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

3.34

courant d'appel crête à crête minimal

$I_{in pp min}$

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

3.35

courant d'appel crête à crête maximal

$I_{in pp max}$

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

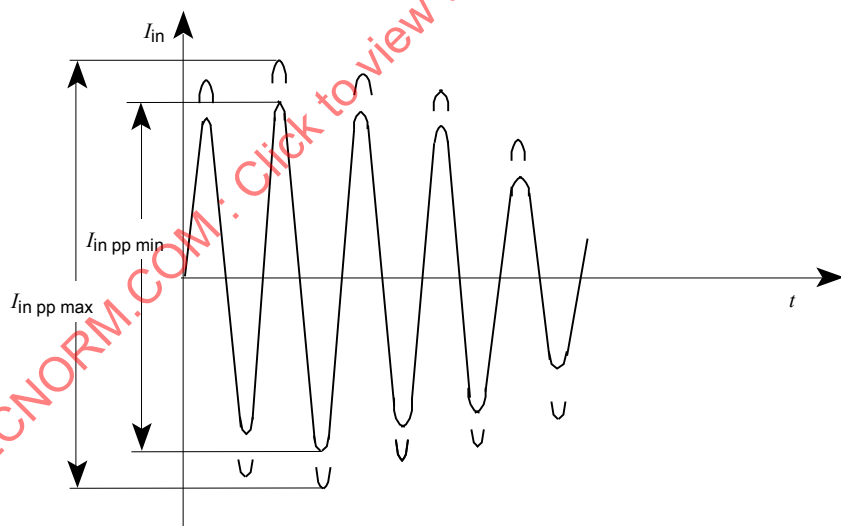


Figure 5 – I_{in} en fonction de t à U_{rms}

3.36

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

3.37

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 Dans la spécification particulière, il convient de spécifier s'il convient de prendre la «valeur crête 0» ou la «valeur efficace».

3.38

puissance maximale

P_{max}

il s'agit de la puissance ($U_{max} \times I_{res}$) qui peut 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 Si la puissance est délivrée par une source de courant alternatif alors il convient de mesurer la tension et le courant à l'aide d'un dispositif de mesure de valeurs efficaces réelles.

3.39

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)

3.40

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 Le facteur de dissipation et la résistance thermique sont mutuellement réciproques.

3.41

capacité calorifique

C_{th}

énergie (en J) nécessaire pour augmenter la température du corps de la thermistance d'un degré

3.42

temps de réponse

- temps de réponse par variation de température ambiante (t_a)
temps (en s) nécessaire pour changer la température d'une thermistance entre deux états définis lorsqu'elle est soumise à une variation de température ambiante
- temps de réponse par variation de puissance (t_p)
temps (en s) nécessaire pour changer la température d'une thermistance entre deux états définis de puissance reçue

3.43

constante de temps thermique

la constante de temps thermique (idéale) pour une thermistance est le produit de sa capacité calorifique par sa résistance thermique

- constante de temps thermique par variation de température ambiante (τ_a)
temps nécessaire à une thermistance pour répondre à 63,2 % d'une variation d'échelon externe à température ambiante
- constante de temps thermique par refroidissement (τ_c)

temps nécessaire pour qu'une thermistance se refroidisse à 63,2 % de son excédant de température, en raison d'un chauffage électrique, à l'air calme

3.44

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

3.45

température de surface

T_s

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

3.46

température de surface finale

T_{sf}

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

4 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:

CEI 60027

CEI 60050

CEI 60617

ISO 1000

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

5 Valeurs préférentielles

5.1 Catégories climatiques

Les thermistances sont classées en catégories climatiques selon les règles générales données dans l'annexe de la CEI 60068-1. La spécification particulière doit prescrire la catégorie appropriée.

5.1.1 Sévérités des essais de secousses

Les sévérités des essais données dans la spécification particulière doivent de préférence être les suivantes:

Essai Eb (CEI 60068-2-29)

Accélération: 400 m/s²

Nombre de secousses: 4000 au total

Les thermistances doivent être montées normalement de telle sorte qu'aucune vibration parasite n'apparaisse.

5.1.2 Sévérités des essais de chocs

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

Essai Ea (CEI 60068-2-27)

Forme des impulsions:	demi-sinusoidale
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).

NOTE Les essais de chocs et de secousses sont normalement spécifiés en tant que variantes.

5.1.3 Sévérités des vibrations

Les sévérités des essais données dans les spécifications particulières doivent être choisies de préférence parmi les éléments suivants:

Essai Fc (CEI 60068-2-6)

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

5.2 Marquage

5.2.1 Généralités

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

- 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.
- Le nom du fabricant et/ou la marque de fabrique.
- La date de fabrication.
- 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.

5.2.2 Codage

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

5.3 Espacements

5.3.1 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 V.c.c ou V _{eff}			
	≤ 32	> 32 et ≤ 50	> 50 et ≤ 300	> 300 et ≤ 600
Scellé ou encapsulé	Exception 1	0,4 mm	0,8 mm	0,8 mm
Propre	Exception 1	1,0 mm	1,0 mm	1,0 mm
Normal et sale	Exception 1	1,0 mm	1,5 mm	1,5 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'on a confirmé que la tension maximale de la thermistance est celle spécifiée dans la spécification particulière.

5.3.2 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 nécessaire par de 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'on a montré qu'il satisfait aux conditions d'utilisation et qu'il est mécaniquement et électriquement équivalent à la barrière ou au séparateur spécifié ci-dessus.

6 Procédures d'assurance qualité

6.1 Généralités

Quand ces documents sont utilisés dans le cadre d'un système d'évaluation de la qualité complète, tel que le Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ), la conformité avec le paragraphe 6.5 est requise.

Quand ces documents sont utilisées hors de tels systèmes d'assurance de la qualité, par exemple pour le contrôle de la conception ou pour les essais de type, les procédures et les exigences de 6.5.1 et 6.5.3b) peuvent être utilisées, mais dans ce cas, les essais et les parties d'essais doivent être appliqués en respectant l'ordre indiqué par les programmes d'essai.

Avant que des thermistances puissent être qualifiées conformément aux procédures de ce paragraphe, le fabricant doit obtenir l'approbation de son organisation conformément aux dispositions de la IEC QC 001002-3.

La méthode d'approbation des thermistances sous assurance de la qualité donnée en 6.5 est l'homologation selon les dispositions de l'Article 3 de la IEC QC 001002-3.

6.1.1 Applicabilité d'homologation

L'homologation s'applique à une gamme standard de thermistances basées sur des processus de production et de conception semblables et conformes à une spécification particulière publiée.

Le programme d'essais définis dans la spécification particulière pour les niveaux de performances et d'évaluation appropriés s'applique directement à la sous-famille de

thermistances à qualifier, comme cela est prescrit en 6.5 et dans la spécification particulière cadre applicable.

6.2 Étape initiale de fabrication

L'étape initiale de fabrication est définie comme le processus initial de mélange des ingrédients.

6.3 Sous-traitance

Si la principale étape de fabrication et/ou les étapes suivantes font appel à de la sous-traitance, celle-ci doit être conforme à 4.2.2 de la IEC QC 001002-3.

La spécification particulière cadre peut limiter la sous-traitance conformément à 4.2.2.2 de la IEC QC 001002-3.

6.4 Composants de structure semblable

Les thermistances de structure semblable peuvent être groupées pour former des lots d'inspection à condition que les exigences suivantes soient satisfaites.

- Elles doivent être produites par un seul fabricant sur un seul site en utilisant essentiellement les mêmes conceptions, matériaux, processus et méthodes.
- L'échantillon prélevé doit être déterminé à partir de l'effectif total du lot des dispositifs groupés.
- De préférence, il convient d'inclure les dispositifs de structure semblable dans une spécification particulière, mais les détails de toutes les revendications de similarité structurelle doivent être déclarés dans les rapports d'essais d'homologation.

6.4.1 Pour les essais électriques, les dispositifs ayant les mêmes caractéristiques électriques peuvent être groupés à condition que l'élément qui détermine les caractéristiques soit similaire pour tous les dispositifs concernés.

6.4.2 Pour les essais d'environnement, les dispositifs ayant le même boîtier, la même structure élémentaire interne et le même traitement de finition peuvent être groupés.

6.4.3 Pour l'inspection visuelle (à l'exception du marquage), les dispositifs peuvent être groupés s'ils ont été fabriqués sur la même ligne de production, s'ils ont les mêmes dimensions, le même boîtier et la même finition externe.

Ce groupement peut également être utilisé pour les essais de robustesse des sorties et les essais de brasage pour lesquels il convient de grouper les dispositifs de structures internes différentes.

6.4.4 Pour les essais d'endurance, les thermistances peuvent être groupées si elles ont été fabriquées sur la même ligne de production, si leur conception est identique et si seules leurs caractéristiques électriques sont différentes. Si on ne peut pas montrer qu'un type du groupe subit des contraintes plus importantes que les autres, alors les essais pour ce type peuvent être acceptés pour les autres membres du groupe.

6.5 Procédures d'homologation

6.5.1 Aptitude à l'homologation

Le fabricant doit être en conformité avec 3.1.1 de la IEC QC 001002-3.

6.5.2 Demande d'homologation

Le fabricant doit être en conformité avec 3.1.3 de la IEC QC 001002-3.

6.5.3 Procédures d'essai pour l'homologation

Une des deux procédures suivantes doit être suivie.

- a) Le fabricant doit prouver la conformité des essais aux exigences des spécifications sur trois lots d'inspection pour une inspection lot par lot, pris dans un intervalle de temps aussi petit que possible, et sur un seul lot pour une inspection périodique. Le processus de fabrication ne doit connaître aucun changement important pendant la période où les lots d'inspection sont pris.

Les échantillons doivent être prélevés dans des lots conformément à la CEI 60410 (voir Annexe A). Une inspection normale doit être utilisée, mais si l'effectif de l'échantillon donne une acceptation basée sur zéro non-conformité, des spécimens supplémentaires doivent être prélevés pour satisfaire aux exigences sur l'effectif de l'échantillon et donner une acceptation sur un élément non conforme.

- b) Le fabricant doit prouver la conformité des essais aux exigences des spécifications sur un des programmes d'essai avec un effectif d'échantillon fixe donné en 6.5.4.

Les spécimens prélevés pour former l'échantillon doivent être choisis de manière aléatoire dans la production en cours ou selon l'accord avec l'organisme national de surveillance (ONS).

Pour les deux procédures, les effectifs des échantillons doivent être d'ordre comparable. Les conditions d'essai et les exigences doivent être les mêmes.

6.5.4 Homologation basée sur la procédure avec un effectif d'échantillon fixe

Les programmes d'essai avec un effectif d'échantillon fixe pour l'homologation donnés ci-après conviennent à l'application prévue de la thermistance à approuver. Les programmes fournissent des informations sur le groupement des essais et sur les critères d'échantillonnage et de réception. Les conditions de l'essai et les exigences de fin d'essai doivent être identiques à celles spécifiées dans la spécification particulière cadre applicable pour les essais lot par lot et périodiques.

Les séries complètes d'essais spécifiés dans le tableau applicable sont nécessaires à l'approbation des thermistances couvertes par une spécification particulière. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

La totalité de l'échantillon doit être soumis aux essais du groupe 0, puis divisé pour les autres groupes.

Les spécimens non conformes trouvés pendant les essais du groupe 0 ne doivent pas être utilisés pour les autres groupes.

On compte «un élément non conforme» lorsqu'une thermistance ne satisfait pas la totalité ou une partie des essais d'un groupe.

L'homologation est accordée lorsque le nombre de non-conformités ne dépasse pas le nombre spécifié d'éléments non conformes admissibles pour chaque groupe ou sous-groupe et le nombre total de non-conformités admissibles.

La liste suivante s'applique à chaque programme d'essai développé dans les Tableaux 2 à 5.

- 1 Les numéros d'article font référence aux articles de la présente spécification.

- 2 a) Lorsque le programme d'essai d'une spécification particulière cadre omet un essai, cet essai peut être omis du programme d'essai avec un effectif d'échantillon fixe correspondant dans la présente spécification.

b) Lorsque d'autres essais sont spécifiés dans une spécification particulière, cet essai doit être inclus dans le programme d'essai avec un effectif d'échantillon fixe correspondant, soit en l'ajoutant à un groupe existant, soit en ajoutant un autre groupe. Dans le premier cas, le nombre de spécimens à soumettre à l'essai ou le critère de réception ne doit pas être modifié. Dans le deuxième cas, le nombre de spécimens à soumettre à l'essai et le critère de réception doivent être comparables à ceux déjà spécifiés.
- 3 Dans ces tableaux,

 n est l'effectif de l'échantillon;

 c est le critère d'acceptation (nombre permis d'éléments non conformes);

D représente un essai destructif;

ND représente un essai non destructif.
- 4 La température à laquelle la résistance de puissance nulle doit être mesurée est la température spécifiée dans la spécification particulière. Cette température doit être indiquée, le cas échéant, dans le programme d'essai.
- 5 Les données sur les conditions d'essai sont définies dans la spécification particulière.
- 6 Les spécimens supplémentaires sont destinés au remplacement en cas d'incident non attribuable au fabricant. Les spécimens peuvent être utilisés pour remplacer des spécimens non conformes résultant d'un essai dans un groupe identifié comme étant «destructif». Lorsqu'un spécimen est utilisé dans ce but, il doit être soumis aux essais, dans le groupe, auxquels l'élément non conforme a déjà été soumis, avant de passer aux autres essais dans le groupe.
- 7 Les spécimens utilisés pour ce groupe peuvent, à la discrétion du fabricant, être utilisés pour tout autre groupe identifié comme «destructif».
- 8 Dix échantillons parmi les échantillons d'essai du groupe 0 doivent être choisis; cinq, ayant la plus faible résistance de puissance nulle de l'échantillon, doivent être utilisés pour le groupe 1A; cinq, ayant la plus forte résistance de puissance nulle de l'échantillon, doivent être utilisés pour le groupe 1B.
- 9 Les essais de résistance à la chaleur du brasage et les essais de brasabilité doivent uniquement être appliqués lorsque la thermistance est dotée de sorties pouvant être brasées.
- 10 Lorsqu'il est indiqué que les sorties sont adaptées aux applications de câblage imprimé, les conditions d'essai appropriées de la CEI 60068 doivent s'appliquer.
- 11 Les thermistances doivent être montées normalement.
- 12 Les essais de secousses et de chocs doivent être des variantes. L'essai sélectionné dans la spécification particulière doit être utilisé.
- 13 La spécification particulière doit spécifier quels essais d'endurance dans les groupes 5, 6 et 7 pour le Tableau 2 ou le Tableau 5, dans les groupes 5 et 6 pour le Tableau 3 ou dans les groupes 4 et 5 pour le Tableau 4, respectivement, sont appropriés à la construction et à l'application de la thermistance.

Tableau 2 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillon fixe pour l'homologation de thermistances pour la limitation de courant – Niveau d'assurance EZ

Groupe N°	Essai (voir élément 5 de la liste)	Paragraphe de cette norme	D ou ND	Nombre de spécimens <i>n</i>	Nombre admissible d'éléments non conformes <i>c</i>
0	Examen visuel Marquage Dimensions (calibrage) Résistance de puissance nulle nominale R_n Tension de tenue	7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5 7.8	ND	100 + 5 (voir élément 6 de la liste)	0
1	Coefficient de température de résistance (si spécifié)	7.6	D	10 (voir éléments 7 et 8 de la liste)	0
1A	Courant et temps de déclenchement Courant résiduel	7.25 7.27		5 (élément 8 de la liste)	
1B	Courant de non-déclenchement	7.26		5 (élément 8 de la liste)	
	Brasabilité (voir éléments 9 et 10 de la liste)	7.16			
2A	Résistance à la chaleur de brasage (voir éléments 9 et 10 de la liste) Robustesse des sorties	7.17 7.15		5	
2B	Variation rapide de température Vibrations Secousses ou chocs (voir élément 12 de la liste)	7.18 7.19 7.20 ou 7.21		5	
2	Séquence climatique	7.22	D	10	0
3	Constante de temps thermique par refroidissement (si spécifiée)	7.14	ND	10	0
4	Dimensions (détail) Facteur de dissipation à U_{max} (si spécifié)	7.4.4 7.10	ND	10	0
5	Endurance à la température de la salle (cycles) (voir élément 13 de la liste)	7.24.1	D	10	0
6	Endurance à la température maximale de catégorie (voir élément 13 de la liste)	7.25.2 7.22.2	D	10	0
7	Endurance à la température de fonctionnement max et à la tension max (voir élément 13 de la liste)	7.24.3	D	10	0
8	Cycles électriques en environnement froid	7.24.4	D	10	0
9	Emballlement thermique	7.24.5	D	10	0
10	Chaleur humide, essai continu	7.23	D	10	0

Tableau 3 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillon fixe pour l'homologation de thermistances destinées à être utilisées comme des éléments chauffants – Niveau d'assurance EZ

Groupe N°	Essai (voir élément 5 de la liste)	Paragraphe de cette norme	D ou ND	Nombre de spécimens <i>n</i>	Nombre admissible d'éléments non conformes <i>c</i>
0	Examen visuel Marquage Dimensions (calibrage) Résistance de puissance nulle nominale R_n Tension de tenue	7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5 7.8	ND	90 + 5 (voir élément 6 de la liste)	0
1	Coefficient de température de résistance (si spécifié) Température de surface (si spécifiée) Puissance d'appel max (si spécifiée) Courant résiduel (si spécifié) Brasabilité (voir éléments 9 et 10 de la liste)	7.6 7.28 7.29 7.27 7.16	D	10 (voir élément 7 de la liste)	0
2A	Résistance à la chaleur de brasage (voir éléments 9 et 10 de la liste) Robustesse des sorties	7.17 7.15		5	
	Variation rapide de température Vibrations (si spécifiées, pas pour les types non isolés) Secousses ou chocs (voir élément 12 de la liste)	7.18 7.19 7.20 ou 7.21		5	
2	Séquence climatique	7.22	D	10	0
3	Constante de temps thermique par refroidissement (si spécifiée)	7.14	ND	10	0
4	Dimensions (détail) Facteur de dissipation à U_{max} (si spécifié)	7.4.4 7.10	ND	10	0
5	Endurance à la température de la salle (cycles) (voir élément 13 de la liste)	7.24.1	D	10	0
6	Endurance à la température de fonctionnement max et à la tension max (voir élément 13 de la liste)	7.24.3	D	10	0
7	Cycles électriques en environnement froid	7.24.4	D	10	0
8	Emballement thermique	7.24.5	D	10	0
9	Chaleur humide, essai continu	7.23	D	10	0

Tableau 4 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillon fixe pour l'homologation de thermistances pour les applications de courant d'appel – Niveau d'assurance EZ

Groupe N°	Essai (voir élément 5 de la liste)	Paragraphe de cette norme	D ou ND	Nombre de spécimens <i>n</i>	Nombre admissible d'éléments non conformes <i>c</i>
0	Examen visuel Marquage Dimensions (calibrage) Résistance de puissance nulle nominale R_n Tension de tenue	7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5 7.8	ND	80 + 5 (voir élément 6 de la liste)	0
1	Courant d'appel Courant résiduel Brasabilité (voir éléments 9 et 10 de la liste)	7.29 7.27 7.16	D	10 (voir élément 7 de la liste)	0
	2A Résistance à la chaleur de brasage (voir éléments 9 et 10 de la liste) Robustesse des sorties	7.17 7.15		5	
	2B Variation rapide de température Vibrations Secousses ou chocs (voir élément 12 de la liste)	7.18 7.19 7.20 ou 7.21		5	
2	Séquence climatique	7.22	D	10	0
3	Dimensions (détail) (voir élément 7 de la liste)	7.4.4	ND	10	0
4	Endurance à la température de la salle (cycles) (voir élément 13 de la liste)	7.24.1	D	10	0
5	Endurance à la température de fonctionnement max et à la tension max (voir élément 13 de la liste)	7.24.3	D	10	0
6	Cycles électriques en environnement froid	7.24.4	D	10	0
7	Emballement thermique	7.24.5	D	10	0
8	Chaleur humide, essai continu	7.23	D	10	0

Tableau 5 – Programme d'essai avec un effectif d'échantillon fixe pour l'homologation de thermistances destinées à être utilisées comme des éléments de détection de la température – Niveau d'assurance EZ

Groupe N°	Essai (voir élément 5 de la liste)	Paragraphe de cette publication	D ou ND	Nombre de spécimens <i>n</i>	Nombre admissible d'éléments non conformes <i>c</i>
0	Examen visuel Marquage Dimensions (calibrage) Résistance de puissance nulle nominale R_n Tension de tenue	7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5 7.8	ND	90 + 5 (voir élément 6 de la liste)	0
1	Coefficient de température de résistance (si spécifié) Résistance de puissance nulle R_T (si spécifiée) Température nominale de fonctionnement T_{NF} Courant résiduel (si spécifié) Brasabilité (voir éléments 9 et 10 de la liste)	7.6 7.5 7.9 7.27 7.16	D	10 (voir élément 7 de la liste)	0
2A	Résistance à la chaleur de brasage (voir éléments 9 et 10 de la liste) Robustesse des sorties	7.17 7.15	D	5	0
	2B Variation rapide de température Vibrations (si spécifiées, pas pour les types non isolés) Secousses ou chocs (voir élément 12 de la liste)	7.18 7.19 7.20 ou 7.21		5	
2	Séquence climatique	7.22	D	10	0
3	Temps de réponse (si spécifié) par variation de température ambiante t_a ou Temps de réponse par variation de puissance t_p	7.11 ou 7.12	ND	10	0
4	Dimensions (détail) Facteur de dissipation à U_{max} (si spécifié)	7.4.4 7.10	ND	10	0
5	Endurance à la température de la salle (cycles) (voir élément 13 de la liste)	7.24.1	D	10	0
6	Endurance à la température maximale de catégorie (voir élément 13 de la liste)	7.24.2	D	10	0
7	Endurance à la température de fonctionnement max et à la tension max (voir élément 13 de la liste)	7.24.3	D	10	0
8	Cycles thermiques en environnement froid	7.24.4	D	10	0
9	Chaleur humide, essai continu	7.23	D	10	0

6.5.5 Accord d'homologation

Une homologation doit être approuvée quand les procédures selon 3.1.4 de la IEC QC 001002-3 ont donné un résultat satisfaisant.

6.5.6 Maintenance d'homologation

L'homologation doit être maintenue par des démonstrations régulières de la conformité aux exigences pour la conformité de la qualité (voir 6.5.7).

6.5.7 Contrôle de conformité de la qualité

6.5.7.1 Les spécifications particulières cadres liées à cette spécification doivent prescrire le programme d'essai pour le contrôle de conformité de la qualité. Ce programme doit également spécifier le groupement, l'échantillonnage et la périodicité des inspections lot par lot et des inspections périodiques (voir Tableaux 6 et 7).

Les plans d'échantillonnage et les niveaux d'inspection doivent être choisis parmi ceux donnés dans la CEI 60410.

Si nécessaire, plusieurs programmes peuvent être spécifiés.

Un lot d'inspection doit être constitué d'un même modèle de thermistances. Il convient que ce lot soit représentatif des valeurs extrêmes de la gamme de résistances et de la gamme de température de commutation produites pendant la période d'inspection.

Les modèles ayant les mêmes dimensions nominales, mais des caractéristiques de température de résistance différentes produits pendant la période peuvent être regroupés, sauf dans le cas de sous-groupes qui incluent un essai sur les coefficients de température de la résistance. Les valeurs extrêmes ou toute valeur critique dans les gammes de résistance et les caractéristiques de température de résistance qui ont été homologuées doivent être inspectées pendant une période approuvée par l'organisme national de surveillance (ONS).

L'échantillon pour les groupes C et D doit être collecté au cours des 13 dernières semaines de la période d'inspection.

6.5.7.2 Niveau d'assurance

Le niveau d'assurance donné dans la spécification particulière cadre doit de préférence être conforme aux Tableaux 6 et 7.

Tableau 6 – Contrôle de conformité de la qualité pour l'inspection lot par lot

Sous-groupe d'inspection ^d	Niveau d'assurance			
	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 est le niveau d'inspection; n est l'effectif de l'échantillon; c est le nombre admissible d'éléments non conformes. ^b Un essai de 100 % doit être suivi d'une autre inspection par échantillonnage afin de contrôler le niveau de qualité après inspection par éléments non conformes par million (ppm). Le niveau d'échantillonnage doit être établi par le fabricant. Pour le calcul des valeurs ppm, tout défaut paramétrique doit être compté comme un élément non conforme. Si un échantillon comporte un ou plusieurs éléments non conformes, le lot doit être rejeté. ^c Nombre à soumettre à un essai: l'effectif de l'échantillon auquel la lettre d'identification a été attribuée directement pour le niveau d'inspection dans le Tableau 2A de la CEI 60410. ^d Le contenu des sous-groupes d'inspection est décrit dans l'Article 2 de la spécification particulière cadre applicable.				

Tableau 7 – Contrôle de conformité de la qualité pour les essais périodiques

Sous-groupe d'inspection ^b	Niveau d'assurance				
	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 est la périodicité en mois; n est l'effectif de l'échantillon; c est le nombre admissible d'éléments non conformes. ^b Le contenu des sous-groupes d'inspection est décrit dans l'Article 2 de la spécification particulière cadre applicable.					

6.6 Reprise et réparation

6.6.1 Reprise

Une reprise telle qu'elle est définie en 4.1.4 de la IEC QC 001002-3, ne doit pas être effectuée si elle est interdite par la spécification applicable. La spécification applicable doit indiquer s'il existe une restriction sur le nombre d'occasions pour lesquelles une reprise peut être effectuée sur un élément spécifique.

Toute reprise doit être effectuée avant la formation du lot d'inspection destiné à l'inspection selon les exigences de la spécification particulière.

De telles procédures de reprise doivent être bien décrites dans la documentation applicable produite par le fabricant et doivent être effectuées sous le contrôle direct du responsable désigné (DMR: Designated Management Representative). Une reprise ne doit pas être sous-traitée.

6.6.2 Réparation

Les thermistances qui ont été réparées comme cela est défini dans la IEC QC 001002-3, ne doivent pas être acceptées par le système IECQ.

6.7 Acceptation pour livraison

Les thermistances doivent être acceptées pour livraison conformément à 3.2.6 et à 4.3.2 de la IEC QC 001002-3, une fois le contrôle de conformité de la qualité prescrit dans la spécification particulière effectué.

6.7.1 Acceptation pour livraison par homologation avant la fin des essais du groupe B

Quand les conditions prescrites dans la CEI 60410 pour passer en inspection réduite ont été satisfaites pour tous les essais du groupe B, le fabricant est autorisé à accepter les composants avant la fin de tels essais.

6.8 Enregistrements d'essais certifiés de lots acceptés

Si un acheteur demande des enregistrements d'essais certifiés, ils doivent être spécifiés dans la spécification particulière.

6.9 Livraison différée

Les thermistances conservées pendant une période supérieure à trois ans (sauf indication contraire dans la spécification applicable) après l'acceptation du lot doivent, avant d'être livrées, être examinées une nouvelle fois comme cela est spécifié dans la spécification applicable.

La procédure du nouvel examen adoptée par le responsable désigné du fabricant doit être approuvée par l'ONS.

Lorsqu'un lot a été inspecté une nouvelle fois de manière satisfaisante, sa qualité est garantie pour la période spécifiée.

6.10 Méthodes d'essai de remplacement

Consulter 3.2.3.7 de la IEC QC 001002-3, avec les détails suivants.

En cas de conflit, seules les méthodes spécifiées doivent être utilisées pour arbitrer les conflits ou servir de référence.

6.11 Fabrication hors des limites géographiques de l'ONS IECQ

Un fabricant peut voir son approbation étendue pour couvrir la fabrication partielle ou complète des thermistance dans une usine de sa société située dans un pays dans lequel il n'y a pas d'ONS pour la zone technique concernée, que ce pays soit un pays membre de l'IECQ ou non, à condition que les exigences de 2.5.1.3 de la IEC QC 001002-3 soient satisfaites.

6.12 Paramètres non contrôlés

Seuls les paramètres d'un composant qui ont été spécifiés dans une spécification particulière et ont été soumis aux essais doivent respecter les limites spécifiées.

On ne peut pas supposer qu'un paramètre non spécifié ne change pas d'un composant à l'autre. S'il convient pour n'importe quelle raison de contrôler d'autres paramètres, alors une nouvelle spécification plus étendue doit être utilisée.

Les autres méthodes d'essai doivent être complètement décrites, et les limites, les plans d'échantillonnage et les niveaux d'inspection appropriés doivent être spécifiés.

7 Procédures d'essai et de mesure

7.1 Généralités

La spécification particulière cadre doit préciser les essais à effectuer, les mesures à réaliser 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.

Les limites citées dans toutes les spécifications sont absolues. Le principe consistant à tenir compte de l'incertitude de mesure doit être appliqué (voir la IEC QC 001002-3, Annexe C).

7.2 Conditions standards des essais

7.2.1 Conditions atmosphériques standards des essais

Sauf indication contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques standards des essais, conformément à 5.3 de la CEI 60068-1:

- 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.

7.2.2 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.

7.3 Séchage et reprise

7.3.1 Séchage

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

Procédure I

Pour 24 h $\pm$ 4 h dans une étuve à une température de 55 °C $\pm$ 2 °C et à une humidité relative ne dépassant pas 20 %.

Procédure II

Pour 36 h $\pm$ 4 h dans une étuve à 100 °C $\pm$ 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.

7.3.2 Reprise

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

7.4 Examen visuel et contrôle des dimensions

7.4.1 Examen visuel

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

7.4.2 Marquage

Le marquage doit être lisible à l'examen visuel.

7.4.3 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 la CEI 60294 et à la CEI 60717.

7.4.4 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 5.3, doivent être contrôlés, sauf pour l'inspection lot par lot et/ou les essais périodiques.

7.5 Résistance de puissance nulle

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

7.5.2 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.

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-chauffage des dispositifs (état de puissance nulle). Si la tension entraîne un réchauffement 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.

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

7.6 Coefficient de température de résistance

7.6.1 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.

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

7.7 Résistance d'isolation (pour types isolés seulement)

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

7.7.2 Conformément aux instructions données dans la spécification particulière, une des méthodes d'essai suivante doit être utilisée.

Méthode 1

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

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

Une électrode est placée dans les balles métalliques.

- b) 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 (CEI 60068-2-11).

Une électrode est immergée dans la solution.

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.

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 axiale: tout positionnement excentré du point de sortie des bornes par rapport au corps doit être ignoré.

7.7.3 La résistance d'isolation doit être mesurée avec une tension continue de $100\text{ V} \pm 15\text{ V}$ 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.

7.7.4 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.

7.8 Tension de tenue (types isolés seulement)

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

7.8.2 Si la spécification particulière l'exige, une des méthodes d'essai données en 7.7.2 doit être utilisée.

7.8.3 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 $60\text{ s} \pm 5\text{ s}$ 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 d'une seconde à condition que la tension d'essai soit augmentée de 10 %.

7.8.4 Aucun claquage ni contournement électrique ne doit être constaté.

7.9 Caractéristique résistance/température

7.9.1 La caractéristique résistance/température doit être mesurée de la manière décrite ci-dessous.

7.9.2 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.

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

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

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

7.10.2 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.

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

Les thermistances dont les sorties ne sont pas des fils doivent être montées et connectées comme cela est 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 stationnaire 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.

7.10.3 La tension $U_{\max}$ telle qu'elle est spécifiée dans la spécification particulière doit être appliquée progressivement pour garantir que le courant I_{mo} ne soit pas dépassé (voir Figure 6).

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

7.10.4 Les thermistances doivent être immergées dans le milieu comme défini en 7.2 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 notée (T_3).

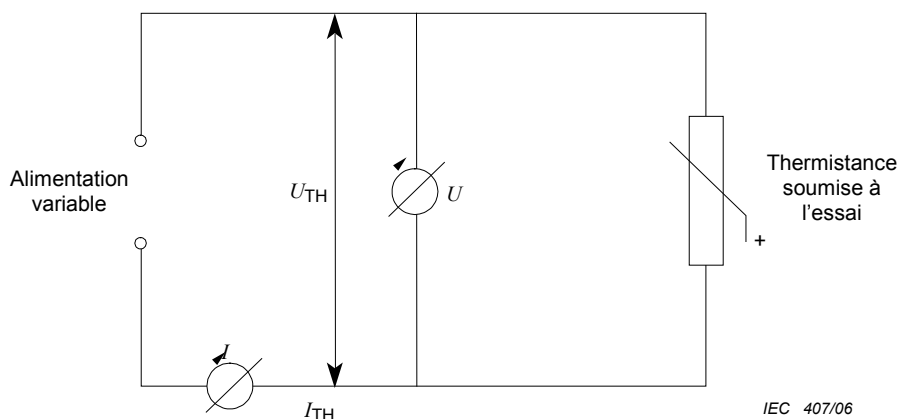


Figure 6 – Circuit d'essai de facteur de dissipation

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

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

En continu
$$\delta = \frac{U_{dc} \times I_{dc}}{T_3 - 25}$$

En alternatif
$$\delta = \frac{U_{rms} \times I_{rms}}{T_3 - 25}$$

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

7.11.1 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.

7.11.2 La thermistance doit être immergée dans le milieu comme défini en 7.2 et comme spécifié dans la spécification particulière, avec une température T_1 , jusqu'à ce qu'elle ait atteint l'équilibre.

7.11.3 La thermistance doit alors être immergée dans le milieu comme défini en 7.2 comme spécifié dans la spécification particulière, avec une température T_3 ($T_3 > T_2$, T_3 doit être spécifiée dans la spécification particulière). Le temps de transfert de l'état 1 à l'état 2 ne doit pas dépasser 2 s.

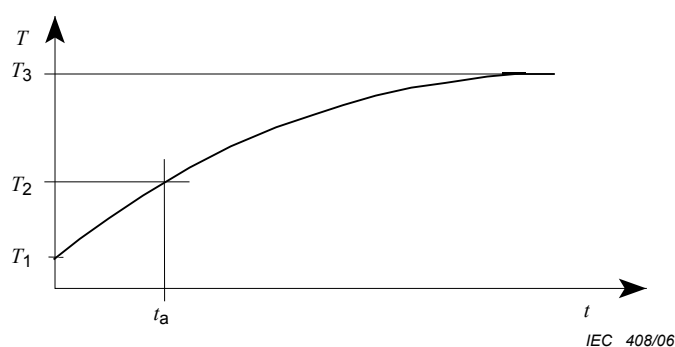


Figure 7 – Gradient de température

7.11.4 Le temps écoulé entre le moment de l'immersion comme décrit dans en 11.3 7 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).

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

7.12 Temps de réponse par variation de puissance (t_p)

7.12.1 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.

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

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

Quand les sorties sont isolées, des mesures sont effectuées à leurs points d'extrémité, indépendamment de leurs longueurs.

7.12.2 Essai

Les thermistances doivent être enfermées dans une chambre de telle manière que la température des autres thermistances et la proximité des parois n'affecte 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 stationnaire.

Chaque thermistance est connectée à une alimentation en courant continu distincte prérégulée 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 prérégulée ou à l'instant indiqué dans la spécification particulière.

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

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

La méthode décrite en 7.11 doit être appliquée. La constante de temps thermique par variation de température ambiante est par définition égale à 63,2 % du temps de réponse par variation de température ambiant (t_a) mesuré en 7.11.

7.14 Constante de temps thermique par refroidissement (τ_c)

7.14.1 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.

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