

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fixed resistors for use in electronic equipment –
Part 8: Sectional specification: Fixed surface mount resistors**

**Résistances fixes utilisées dans les équipements électroniques –
Partie 8: Spécification intermédiaire: Résistances fixes pour montage en surface**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fixed resistors for use in electronic equipment –
Part 8: Sectional specification: Fixed surface mount resistors**

**Résistances fixes utilisées dans les équipements électroniques –
Partie 8: Spécification intermédiaire: Résistances fixes pour montage en surface**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.040.10

ISBN 978-2-8322-7437-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	8
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms, definitions, product technologies and product classification	12
3.1 Terms and definitions.....	12
3.2 Product technologies	12
3.3 Product classification.....	13
4 Preferred characteristics.....	13
4.1 General.....	13
4.2 Style and dimensions.....	13
4.2.1 Preferred styles and outline dimensions for rectangular (RR) resistors	13
4.2.2 Preferred styles and outline dimensions for transverse (RT) resistors	14
4.2.3 Preferred styles and outline dimensions for cylindrical (RC) resistors	15
4.2.4 Preferred styles and outline dimensions for wire-wound (RW) resistors	16
4.3 Preferred climatic categories.....	17
4.4 Resistance.....	17
4.5 Tolerances on resistance	17
4.6 Rated dissipation P_{70}	17
4.7 Limiting element voltage $U_{\max}$	18
4.8 Insulation voltage U_{ins}	18
4.9 Insulation resistance R_{ins}	18
5 Tests and test severities.....	18
5.1 General provisions for tests invoked by this document.....	18
5.2 Preparation of specimens.....	19
5.2.1 Drying.....	19
5.2.2 Mounting of components on test boards.....	19
5.3 Tests	25
5.3.1 Resistance	25
5.3.2 Temperature coefficient of resistance	25
5.3.3 Temperature rise	26
5.3.4 Endurance at the rated temperature 70 °C.....	26
5.3.5 Endurance at a maximum temperature: UCT.....	26
5.3.6 Short-term overload	27
5.3.7 Single-pulse high-voltage overload test	27
5.3.8 Periodic-pulse high-voltage overload test	28
5.3.9 Electrostatic discharge (ESD) test	29
5.3.10 Visual examination	29
5.3.11 Gauging of dimensions	29
5.3.12 Detail dimensions	30
5.3.13 Shear (adhesion) test	30
5.3.14 Substrate bending test.....	30
5.3.15 Shock	31
5.3.16 Vibration	31
5.3.17 Rapid change of temperature.....	31
5.3.18 Rapid change of temperature, ≥ 100 cycles	31
5.3.19 Climatic sequence	31

5.3.20	Damp heat, steady state	32
5.3.21	Solderability, with lead-free solder	33
5.3.22	Solderability, with SnPb solder	33
5.3.23	Resistance to soldering heat.....	34
5.3.24	Solvent resistance	34
5.3.25	Insulation resistance.....	34
5.3.26	Voltage proof.....	34
5.3.27	Flammability test	35
5.4	Optional and/or additional tests.....	35
5.4.1	Single-pulse high-voltage overload test	35
5.4.2	Periodic-pulse overload test	35
5.4.3	Operation at low temperature.....	36
5.4.4	Damp heat, steady state, accelerated	36
6	Performance requirements.....	37
6.1	General.....	37
6.2	Limits for change of resistance at tests	37
6.3	Temperature coefficient of resistance	40
6.4	Temperature rise	40
6.5	Visual examination.....	41
6.5.1	General visual criteria.....	41
6.5.2	Visual criteria after tests	41
6.5.3	Visual criteria for the packaging.....	41
6.6	Solderability.....	41
6.7	Insulation resistance	42
6.8	Flammability	42
7	Marking, packaging and ordering information.....	42
7.1	Marking of the component.....	42
7.2	Packaging.....	42
7.3	Marking of the packaging	42
7.4	Ordering information	42
8	Detail specifications.....	43
8.1	General.....	43
8.2	Information to be specified in a detail specification	43
8.2.1	Outline drawing or illustration	43
8.2.2	Style and dimensions.....	43
8.2.3	Climatic category	43
8.2.4	Resistance range.....	44
8.2.5	Tolerances on resistance.....	44
8.2.6	Rated dissipation P_{70}	44
8.2.7	Limiting element voltage $U_{\max}$	44
8.2.8	Insulation voltage U_{ins}	44
8.2.9	Insulation resistance R_{ins}	44
8.2.10	Test severities	44
8.2.11	Limits of resistance change after testing	44
8.2.12	Temperature coefficient of resistance	44
8.2.13	Marking	45
8.2.14	Ordering information.....	45
8.2.15	Mounting	45

8.2.16	Storage.....	45
8.2.17	Transportation	45
8.2.18	Additional information	45
8.2.19	Quality assessment procedures	45
8.2.20	0 Ω Resistors.....	45
9	Quality assessment procedures	45
9.1	General.....	45
9.2	Definitions.....	46
9.2.1	Primary stage of manufacture	46
9.2.2	Structurally similar components	46
9.2.3	Assessment level EZ	46
9.3	Formation of inspection lots	46
9.4	Approved component (IECQ AC) procedures	47
9.5	Qualification approval (QA) procedures.....	47
9.5.1	General	47
9.5.2	Qualification approval	47
9.5.3	Quality conformance inspection	48
9.6	Capability certification (IECQ AC-C) procedures	48
9.7	Technology certification (IECQ-AC-TC) procedures.....	48
9.8	Periodical evaluation of termination plating	48
9.9	Delayed delivery	48
9.10	Certified test records.....	48
9.11	Certificate of conformity (CoC).....	48
Annex A	(normative) Symbols and abbreviated terms	60
A.1	Symbols.....	60
A.2	Abbreviated terms.....	62
Annex B	(normative) Visual examination criteria	63
B.1	General.....	63
B.2	Criteria for general visual examination of body of specimens	63
B.3	Criteria for general visual examination of electrode of specimen	64
B.4	Criteria for general visual examination of marking of specimen	64
B.5	Criteria for packaging.....	65
Annex C	(informative) Workmanship requirements for the assembly of SMD resistors	66
C.1	General.....	66
C.2	Out of alignment from solder pad	66
C.3	Formation of fillet.....	67
C.3.1	Function of the fillet	67
C.3.2	Rectangular (RR) and transverse (RT) resistors	67
C.3.3	Cylindrical (RC) resistors	68
C.4	Thickness of solder paste between the pad and electrode.....	69
C.5	Solder ball	70
Annex D	(normative) 0 Ω resistors (jumpers).....	71
D.1	General.....	71
D.2	Preferred characteristics	71
D.3	Tests and test severities	71
D.4	Performance requirements.....	72
D.5	Marking, packaging and ordering information	73
D.6	Detail specification.....	73

D.7	Quality assessment procedures	73
Annex E (informative)	Guidance on the application of optional and/or additional tests.....	74
E.1	General.....	74
E.2	Single-pulse high-voltage overload test.....	74
E.3	Periodic-pulse overload test.....	75
E.4	Operation at low temperature	75
E.5	Damp heat, steady state, accelerated	76
Annex F (informative)	Temperature rise of recommended test boards in the endurance test at the rated temperature 70 °C	78
F.1	General.....	78
F.2	Position of the indicated resistor temperature in the endurance test at the rated temperature 70 °C.....	78
F.2.1	Simulation model	78
F.2.2	Simulation result.....	81
F.2.3	Position suitable for determining the resistor temperature at endurance at the rated temperature 70 °C	82
F.3	Applied power of each recommended test board and temperature rise at endurance test at the rated temperature 70 °C.....	82
F.3.1	Precautions	82
F.3.2	Data of temperature rise for RR resistors (simulation).....	83
F.3.3	Data of temperature rise for RT resistors (Simulation)	87
F.3.4	Data of temperature rise for RC resistors (Simulation)	90
F.4	Ideal number of specimens to mount on each test board	91
F.4.1	General	91
F.4.2	Variation of temperature within the test board.....	91
Annex G (informative)	Reason for selecting test boards with extremely wide patterns for high rated dissipation resistors	94
G.1	General.....	94
G.2	Simulation example of recommended test board for RT3263M made to be equivalent to the usage condition	94
G.3	Temperature rise when there is no efficient cooling system.....	96
G.4	Dimensions of recommended test board when further raise of rated dissipation is required	97
Annex X (informative)	Cross-references to the prior edition of this document.....	100
Bibliography		103
Figure 1	Shape and dimension of rectangular (RR) resistors.....	13
Figure 2	Shape and dimension of transverse (RT) resistors	14
Figure 3	Shape and dimension of cylindrical (RC) resistors.....	15
Figure 4	Shape and dimension of wire-wound (RW) resistors.....	16
Figure 5	Derating curve based on ambient temperature	18
Figure 6	Basic appearance of recommended test board	20
Figure 7	Basic layout for mechanical, environmental and electrical tests, Kelvin (4 point) connections.....	21
Figure 8	Attachment of the sense line for Kelvin (4-point) connections for specimens with nominal resistance lower than 100 mΩ	21
Figure 9	Basic layout for mechanical, environmental and electrical tests.....	25
Figure F.1	Simulation model	80
Figure F.2	Simulation result	82

Figure F.3 – Load reduction curve with terminal part temperature as x -axis	83
Figure F.4 – RR0402M relationship between power and temperature at 70 °C	84
Figure F.5 – RR0603M relationship between power and temperature at 70 °C	84
Figure F.6 – RR1005M relationship between power and temperature at 70 °C	84
Figure F.7 – RR1608M relationship between power and temperature at 70 °C	85
Figure F.8 – RR2012M relationship between power and temperature at 70 °C	85
Figure F.9 – RR3216M relationship between power and temperature at 70 °C	85
Figure F.10 – RR3225M relationship between power and temperature at 70 °C	86
Figure F.11 – RR4532M relationship between power and temperature at 70 °C	86
Figure F.12 – RR5025M relationship between power and temperature at 70 °C	86
Figure F.13 – RR6332M relationship between power and temperature at 70 °C	87
Figure F.14 – RT0510M relationship between power and temperature at 70 °C	87
Figure F.15 – RT0816M relationship between power and temperature at 70 °C	88
Figure F.16 – RT1220M relationship between power and temperature at 70 °C	88
Figure F.17 – RT1632M relationship between power and temperature at 70 °C	88
Figure F.18 – RT3245M relationship between power and temperature at 70 °C	89
Figure F.19 – RT2550M relationship between power and temperature at 70 °C	89
Figure F.20 – RT3263M relationship between power and temperature at 70 °C	89
Figure F.21 – RC1610M relationship between power and temperature at 70 °C	90
Figure F.22 – RC2012M, RC2211M relationship between power and temperature at 70 °C	90
Figure F.23 – RC3514M, RC3715M relationship between power and temperature at 70 °C	91
Figure F.24 – RC5922M, RC6123M relationship between power and temperature at 70 °C	91
Figure F.25 – Recommended test board for RR3216M mounted with 19 specimens	92
Figure F.26 – Temperature variation depending on the number of specimens mounted	92
Figure G.1 – Simulation model of recommended test board	95
Figure G.2 – Simulation model of circuit board with high heat dissipation capability	96
Figure G.3 – Simulation model of circuit board with low heat dissipation capability	97
Figure G.4 – Dimensions of recommended test board in Table G.1	98
Table 1 – Preferred styles of rectangular (RR) resistors	14
Table 2 – Preferred styles of transverse (RT) resistors	15
Table 3 – Preferred styles of cylindrical (RC) resistors	16
Table 4 – Preferred styles of wire-wound (RW) resistors	16
Table 5 – Test board dimensions for RR resistors	22
Table 6 – Test board dimensions for RT resistors	23
Table 7 – Test board dimensions for RC resistors	24
Table 8 – Preferred aggravated overload conditions	29
Table 9 – Shear test force	30
Table 10 – Limits for the change of resistance at tests	39
Table 11 – Permitted change of resistance due to the variation of temperature	40
Table 12 – Test schedule for the qualification approval	49

Table 13 – Test schedule for the quality conformance inspections	55
Table B.1 – Visual examination criteria of body of specimen	63
Table B.2 – Visual examination criteria of electrode of specimen	64
Table B.3 – Visual examination criteria of marking of specimen	65
Table C.1 – Acceptable and non-acceptable mounting alignment	66
Table C.2 – Fillet of RR and RT resistors	68
Table C.3 – Fillet of RC resistors	69
Table C.4 – Thickness of solder paste between the pad and electrode	70
Table C.5 – Solder ball	70
Table E.1 – Implementation of the single-pulse high-voltage overload test	74
Table E.2 – Implementation of the periodic-pulse overload test	75
Table E.3 – Implementation of the operation at low temperature test	76
Table E.4 – Implementation of the test damp heat, steady state, accelerated	77
Table F.1 – Simulation model dimensions	80
Table F.2 – Physical property values used in simulation	81
Table G.1 – Dimensions of recommended test boards for raising the rated dissipation	99
Table X.1 – Cross references to clauses	100
Table X.2 – Cross references to figures	102
Table X.3 – Cross references to tables	102

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED RESISTORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 8: Sectional specification: Fixed surface mount resistors**

FOREWORD

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

IEC 60115-8 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2009. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) definitions of product technologies and product classification levels of the generic specification, IEC 60115 1:2020, have been adopted;
- b) new style of transverse (RT) resistors has been added in 3.1.5 and 4.2.2 to cover resistors with wide terminals, which have become common in market;
- c) recommended test boards in 5.2.2 have been revised to fit the demands from the market for higher rated dissipation in resistors;

- d) test boards have been revised so that they can be set vertically instead of horizontally during specified tests to optimize the temperature rise stability, area and spacing inside the test chamber;
- e) 'Periodic-pulse high-voltage overload test' of IEC 60115-1:2020, 8.3 has been added to the default test method in 5.3.8, however, the legacy test 'periodic-pulse overload test' of IEC 60115-1:2020, 8.4 is still maintained for historical products;
- f) revised solderability test of IEC 60115-1:2020, 11.1 has been adopted in 5.3.21 and 5.3.22;
- g) combined solvent resistance test of IEC 60115-1:2020, 11.3 has been adopted in 5.3.24;
- h) 'Single-pulse high-voltage overload test' of IEC 60115-1:2020, 8.2, applied with the pulse shape 10/700 in 5.3.7, is complemented with the optional alternative provided by the pulse shape 1,2/50 in 5.4.1;
- i) climatic tests for 'operation at low temperature' of IEC 60115-1:2020, 10.2, and for 'damp heat, steady state, accelerated' of IEC 60115-1:2020, 10.5, have been adopted as optional tests in 5.4.3 and 5.4.4, respectively;
- j) new guidance is provided in 6.2 on the presentation of stability requirements with their permissible absolute and relative deviations;
- k) acceptance criteria for the visual examination have been added in 6.5 and in Annex B;
- l) visual examination for the primary and proximity packaging has been added in 6.5.3 and in 7.2;
- m) periodical evaluation of termination plating has been added as a new topic of quality assessment in 9.8;
- n) revised test clause numbering of IEC 60115-1:2020 has been applied;
- o) normative Annex A has been moved from Annex B of the old version to stay in line with other sectional specifications;
- p) normative Annex B has been added to show the criteria for general visual examinations;
- q) informative Annex C has been added to summarize workmanship requirements for the assembly;
- r) normative Annex D has been moved from Annex A of the old version to stay in line with other sectional specifications;
- s) informative Annex E has been added to show guidance for optional and/or additional tests;
- t) informative Annex F has been added to show typical temperature rise of recommended test boards in the endurance test at the rated temperature 70 °C;
- u) informative Annex G has been added to explain why some recommended test boards have extremely wide copper patterns;
- v) informative Annex X has been added to show the cross reference for the prior revision of this document.

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

Draft	Report on voting
40/2973/CDV	40/3031/RVC

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

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

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

A list of all parts in the IEC 60115 series, published under the general title *Fixed resistors for use in electronic equipment*, can be found on the IEC website.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023

FIXED RESISTORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 8: Sectional specification: Fixed surface mount resistors

1 Scope

This part of IEC 60115 is applicable to fixed surface mount resistors for use in electronic equipment.

These resistors are typically described according to types (different geometric shapes) and styles (different dimensions) and product technology. These resistors have metallized terminations and are primarily intended to be mounted directly onto a circuit board.

The object of this document is to specify preferred ratings and characteristics and to select from IEC 60115-1, the appropriate quality assessment procedures, tests and measuring methods and to give general performance requirements for this type of resistor.

2 Normative references

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

IEC 60062:2016, *Marking codes for resistors and capacitors*

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

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-58:2015, *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 60115-1:2020, *Fixed resistors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 60286-3, *Packaging of components for automatic handling – Part 3: Packaging of surface mount components on continuous tapes*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

IEC 61760-1:2020, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)*

IEC 60294:2012, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component with axial terminations*

3 Terms, definitions, product technologies and product classification

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60115-1:2020, 3.1 and the following apply.

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

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

3.1.1

cylindrical (RC) resistor

physical design of a component with metallic terminations to both sides along the longitudinal axis of the cylindrical component body

Note 1 to entry: This series of products is generally called MELF. However, MELF resistors are different and not related to MELF diodes.

3.1.2

load reduction curve

curve that shows the maximum allowable dissipation at terminal part temperatures between the upper and lower category temperatures

3.1.3

rectangular (RR) resistor

physical design of a component with metallic terminations to both sides along the longitudinal axis of the rectangular component body

3.1.4

terminal part temperature

θ_t

temperature that is measured on the terminal part, or the connection part of the resistor that is generally soldered to the printed circuit board

3.1.5

transverse (RT) resistor

physical design of a component with metallic terminations to both sides along the lateral axis of the rectangular component body

3.1.6

wire-wound (RW) resistor

component designed to use wire-wound elements inside the component body whose physical design can vary depending on the required specification

3.2 Product technologies

The definitions of product technologies intend to provide the reader with a guidance on the variety of technologies used for the making of resistors, and to aid their identification

For the purposes of this document, the following product technologies as described in IEC 60115-1:2020, 3.2 apply:

- metal film technology,
- metal glaze technology,
- carbon film technology,

- wire-wound technology,
- metal foil technology,
- metal strip technology.

3.3 Product classification

The introduction of a product classification permits the user to select performance requirements according to the conditions of the intended end-use application.

For the purposes of this document, the following product classification levels as defined in IEC 60115-1:2020, 3.4 apply:

- Level G – General electronic equipment,
- Level P – High-performance electronic equipment,
- Level R – High-performance and high-reliable electronic equipment.

4 Preferred characteristics

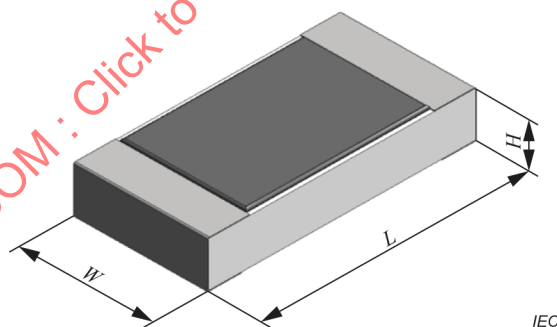
4.1 General

The values given in detail specifications shall be selected from the values given in 4.2 to 4.9.

4.2 Style and dimensions

4.2.1 Preferred styles and outline dimensions for rectangular (RR) resistors

The shape and dimensions of rectangular resistors is shown in Figure 1, with preferred styles and their respective dimensions given in Table 1. Style designators of rectangular resistors begin with RR.



IEC

Figure 1 – Shape and dimension of rectangular (RR) resistors

Table 1 – Preferred styles of rectangular (RR) resistors

Style		Dimensions		
Metric	Imperial ^a	Length <i>L</i> mm	Width <i>W</i> mm	Height <i>H</i> mm
RR0402M	RR01005	0,4 ± 0,02	0,2 ± 0,02	0,13 ± 0,02
RR0603M	RR0201	0,6 ± 0,05	0,3 ± 0,05	0,23 ± 0,05
RR1005M	RR0402	1,0 ^{+0,1} _{-0,05}	0,5 ^{+0,1} _{-0,05}	0,35 ± 0,15
RR1608M	RR0603	1,6 ± 0,1	0,8 ± 0,15	0,45 ± 0,1
RR2012M	RR0805	2,0 ± 0,2	1,25 ± 0,15	0,5 ± 0,15
RR3216M	RR1206	3,2 ^{+0,2} _{-0,3}	1,6 ± 0,15	0,55 ± 0,15
RR3225M	RR1210	3,2 ± 0,2	2,5 ± 0,2	0,55 ^{+0,25} _{-0,2}
RR4532M	RR1812	4,6 ± 0,2	3,2 ± 0,2	0,55 ± 0,2
RR5025M	RR2010	5,0 ± 0,2	2,5 ± 0,2	0,55 ± 0,2
RR6332M	RR2512	6,3 ± 0,2	3,2 ± 0,2	0,55 ± 0,2

NOTE 1 RR3245M in the previous edition of this document is moved to Table 2, the new style being RT3245M.

NOTE 2 Thickness *T* was used in the prior edition but is changed to height *H* for harmonization.

^a Historical style codes, for information only.

The detail specification shall present a realistic outline illustration of the resistors covered therein, which shall contain all relevant dimensions.

4.2.2 Preferred styles and outline dimensions for transverse (RT) resistors

The shape and dimensions of transverse resistors is shown in Figure 2, with preferred styles and their respective dimensions given in Table 2. Style designators of transverse resistors begin with RT.

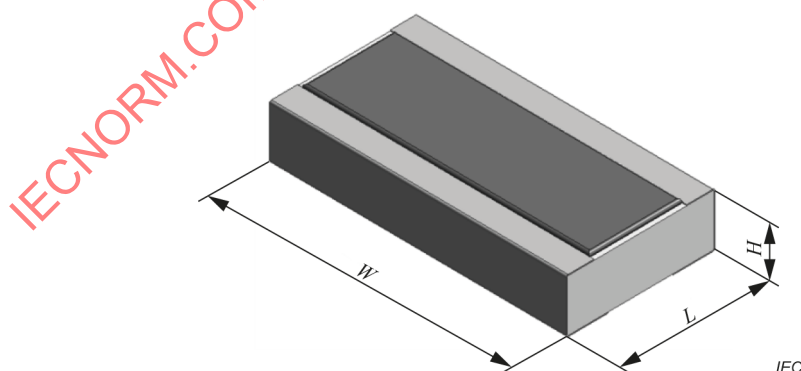
**Figure 2 – Shape and dimension of transverse (RT) resistors**

Table 2 – Preferred styles of transverse (RT) resistors

Style		Dimensions		
Metric	Imperial ^a	Length <i>L</i> mm	Width <i>W</i> mm	Height <i>H</i> mm
RT0510M	RT0204	0,5 ± 0,05	1,0 ± 0,05	0,35 ± 0,05
RT0816M	RT0306	0,8 ± 0,15	1,6 ± 0,15	0,45 ± 0,1
RT1016M	RT0406	1,0 ± 0,15	1,5 ± 0,15	0,35 ± 0,1
RT1220M	RT0508	1,25 ± 0,15	2,0 ± 0,15	0,55 ± 0,15
RT1632M	RT0612	1,6 ± 0,2	3,2 ± 0,3	0,5 ± 0,2
RT2550M	RT1020	2,5 ± 0,2	5,0 ± 0,2	0,55 ± 0,2
RT3245M	RT1218	3,2 ± 0,25	4,6 ± 0,2	0,55 ± 0,2
RT3263M	RT1225	3,2 ± 0,25	6,3 ± 0,3	0,6 ± 0,25

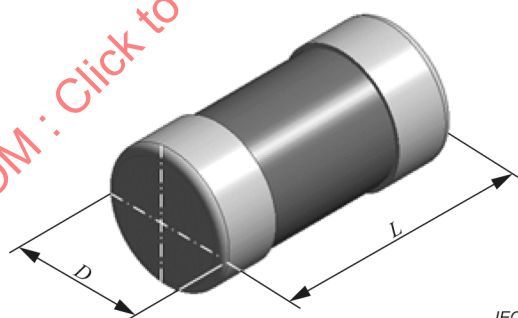
^a Historical style codes, for information only.

The detail specification shall present a realistic outline illustration of the resistors covered therein, which shall contain all relevant dimensions.

NOTE RR3245M and RR1218 which were in edition 2 of this document (IEC 60115-8:2009) have been revised to RT3245M and RT1218, since the new name for transverse (RT) resistors have been standardized.

4.2.3 Preferred styles and outline dimensions for cylindrical (RC) resistors

The shape and dimensions of cylindrical resistors is shown in Figure 3, with preferred styles and their respective dimensions given in Table 3. Style designators of cylindrical resistors begin with RC.



IEC

Figure 3 – Shape and dimension of cylindrical (RC) resistors

Table 3 – Preferred styles of cylindrical (RC) resistors

Style	Dimensions	
Metric	Length L mm	Diameter D mm
RC1610M	$1,6^{+0,10}_{-0,05}$	$1,0^{+0,15}_{-0,05}$
RC2012M	$2,0 \pm 0,1$	$1,25^{+0,2}_{-0,1}$
RC2211M	$2,2^{0}_{-0,3}$	$1,1^{0}_{-0,10}$
RC3514M	$3,5 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,2$
RC3715M	$3,7^{0}_{-0,4}$	$1,5^{+0,1}_{-0,3}$
RC5922M	$5,9 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,2$
RC6123M	$6,1^{0}_{-0,9}$	$2,3^{+0,2}_{-0,4}$

The detail specification shall present a realistic outline illustration of the resistors covered therein, which shall contain all relevant dimensions.

4.2.4 Preferred styles and outline dimensions for wire-wound (RW) resistors

The typical shape and dimensions of wire-wound (RW) resistors is shown in Figure 4, with preferred styles and their respective dimensions given in Table 4. Style designators of wire-wound resistors begin with RW.

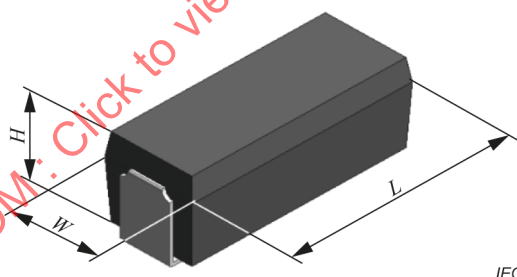


Figure 4 – Shape and dimension of wire-wound (RW) resistors

Table 4 – Preferred styles of wire-wound (RW) resistors

Style		Dimensions		
Metric	Imperial ^a	Length L mm	Width W mm	Height H mm
RW0503M	RW2012	$5,0^{+0,6}_{-0,5}$	$3,0^{+0,6}_{-1,0}$	$3,0^{+0,6}_{-1,0}$
RW0704M	RW2515	$7,0^{+1,0}_{-1,3}$	$4,0^{+0,5}_{-1,0}$	$4,0^{+0,5}_{-1,6}$
RW1107M	RW4527	$11,0^{+1,5}_{-1,2}$	$7,0^{+0,5}_{-1,5}$	$5,0^{+1,0}_{-1,1}$
RW1607M	RW6927	$16,0^{+3,0}_{-2,5}$	$7,0^{+0,5}_{-1,5}$	$7,0^{+0,5}_{-1,5}$

^a Historical style codes, for information only.

Further detail of wire-wound resistors (RW) shall be described in the detail specification.

4.3 Preferred climatic categories

The fixed surface mount resistors covered by this document are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC 60068-1:2013, Annex A.

The lower and upper category temperatures and the duration of the damp heat, steady state test shall be chosen from the following:

Lower category temperature (LCT) –55 °C; –40 °C; –25 °C and –10 °C.

Upper category temperature (UCT) 85 °C; 100 °C; 125 °C; 155 °C; 175 °C
and 200 °C.

Duration of damp heat, steady state test: 10 days, 21 days and 56 days.

The severities for the cold and dry heat tests are the lower and upper category temperatures, respectively.

4.4 Resistance

See IEC 60115-1:2020, 4.2.2.

The series of resistance values should be selected according to the tolerance on resistance as recommended by IEC 60063:2015, Table 3.

4.5 Tolerances on resistance

The preferred tolerances for the resistance of fixed resistors are:

±10 %; ±5 %; ±2 %; ±1 %; ±0,5 %; ±0,25 %; ±0,1 %; ±0,05 %; ±0,02 % and ±0,01 %.

NOTE 1 Fixed resistors are trimmed to the desired resistance value, which is not intended to be altered.

The preferred tolerances on resistance for trimmable resistors are:

0/-30 %; 0/-20 % and 0/-10 %.

NOTE 2 Trimmable resistors provide an unstructured base resistance layer, which is suitable for trimming (e.g. increase of resistance by laser cutting) after assembly in its application. Hence the nominal resistance with +0 tolerance marks the lowest resistor achievable in the circuit.

4.6 Rated dissipation P_{70}

The preferred values of rated dissipation P_{70} for mounted resistors at 70 °C ambient temperature are: 0,016 W; 0,032 W; 0,05 W; 0,063 W; 0,1 W; 0,125 W; 0,25 W; 0,33 W; 0,4 W; 0,5 W; 0,75 W; 1 W; 2 W and 3 W.

The detail specification shall specify the conditions under which the rated dissipation applies.

Figure 5 shows the format of a typical derating curve, suitable for providing information on the required derating of the permissible dissipation for any ambient temperature above the rated temperature.

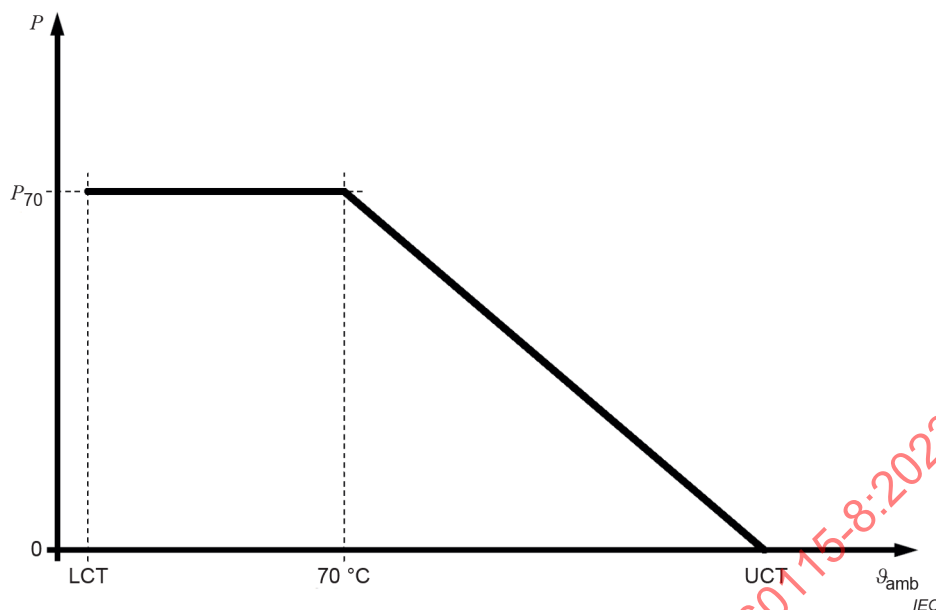


Figure 5 – Derating curve based on ambient temperature

The upper category temperature (UCT), which is used for test procedures, should be based on the maximum element temperature (MET).

All end points and break points on the derating curve shall be verified by tests implemented using the test boards defined in 5.2.2.2.

4.7 Limiting element voltage U_{max}

The preferred values of DC or AC RMS limiting element voltage U_{max} are taken from the R10 series of preferred numbers of ISO 3: 12,5 V; 15 V; 25 V; 50 V; 75 V; 100 V; 150 V; 200 V; 300 V and 500 V.

4.8 Insulation voltage U_{ins}

For insulated resistors, the preferred values of DC or AC peak insulation voltage U_{ins} are taken from the R10 series of preferred numbers of ISO 3: 75 V; 100 V; 200 V; 300 V and 500 V.

The insulation voltage U_{ins} shall not be specified lower than the AC voltage peak value that can be applied continuously and therefore shall not be rated less than $U_{ins} = 1,42 \cdot U_{max}$.

4.9 Insulation resistance R_{ins}

For insulated resistors, the insulation resistance R_{ins} shall be not less than 1 GΩ.

NOTE See 6.7 for requirements to the insulation resistance R_{ins} after tests.

5 Tests and test severities

5.1 General provisions for tests invoked by this document

Subclause 5.2 provides detailed specifications related to the preparation of specimens for tests, particularly on a preferred variety of mounting methods. Any deviation from these specifications, as can be required by the type of resistors covered by a particular detail specification under this sectional specification, shall be clearly specified by that same particular detail specification.

Subclause 5.3 provides detailed specifications of all the tests applied by the test schedules for qualification approval and for quality conformance inspection. The amount of information given here clearly exceeds any short overview information fitted into the conditions of test column of the respective test schedule and therefore shall take precedence over the overview information.

Subclause 5.4 provides detailed specifications of additional tests that are not contained in the test schedules for qualification approval and for quality conformance inspection. These tests are intended to be used as an alternative to tests contained in the test schedules, or as additions to the specified number of tests, in the drafting of a detail specification aiming to cover special requirements. Any specification of such additional tests shall be accompanied by the specification of suitable inspections, e.g. visual examination or assessment of the change of resistance. Furthermore, the respective detail specification shall present suitable performance requirements for any applied additional test. See Annex E for recommendations on the suitable implementation of these optional and/or additional tests into the test schedules.

The specified tests shall be conducted under standard atmospheric conditions for testing outlined in IEC 60115-1:2020, 5.2.3, unless specified otherwise.

Tolerances on specified test parameters shall be applied in accordance with IEC 60115-1:2020, 5.3, unless specified otherwise.

5.2 Preparation of specimens

5.2.1 Drying

Procedure 1 of IEC 60115-1:2020, 5.4 shall be used.

5.2.2 Mounting of components on test boards

5.2.2.1 General

Fixed surface mount resistors shall be mounted on a test board with a basic layout as specified in 5.2.2.2, applying the assembly provisions of 5.2.2.3.

The provisions of IEC 60115-1:2020, 5.5.2 shall be applied.

5.2.2.2 Specification of test boards

The recommended test boards are basically designed to be at 125 °C at the terminal part when the reference dissipation is applied to the specimen. This is indicated as "Target temperature" in Table 5, Table 6 and Table 7. For reference, an ideal number of specimens is also shown in the tables to consider the variation of temperature between the edge and the centre of the test board. See Annex F for details. The reason why the recommended test boards are based on the terminal part temperature and not the hotspot temperature is also explained in Annex F.

Unless specified otherwise, the test boards shall be an epoxide woven glass type with conductors made of un-tinned copper with the specified thickness.

The nominal thickness of the recommended test board shall be $(1,6 \pm 0,1)$ mm.

The nominal thickness of the copper trace (or copper pattern) shall be 35 µm (0,035 mm). However, copper trace thickness of 70 µm (0,07 mm) shall be used for RT2550M and RT3263M to suppress the excess temperature rise.

Unless specified otherwise, the central area of tests boards shall comply with the basic layout as shown in Figure 7 or Figure 9. Outside of the defined area, the conductor tracks should not be wider than those specified inside the defined area. The total board size, connector style, use of solder mask, and number of specimens on each board are at the discretion of the executor of the tests, and subject to approval of the responsible certification body. The basic appearance of the test board is shown in Figure 6.

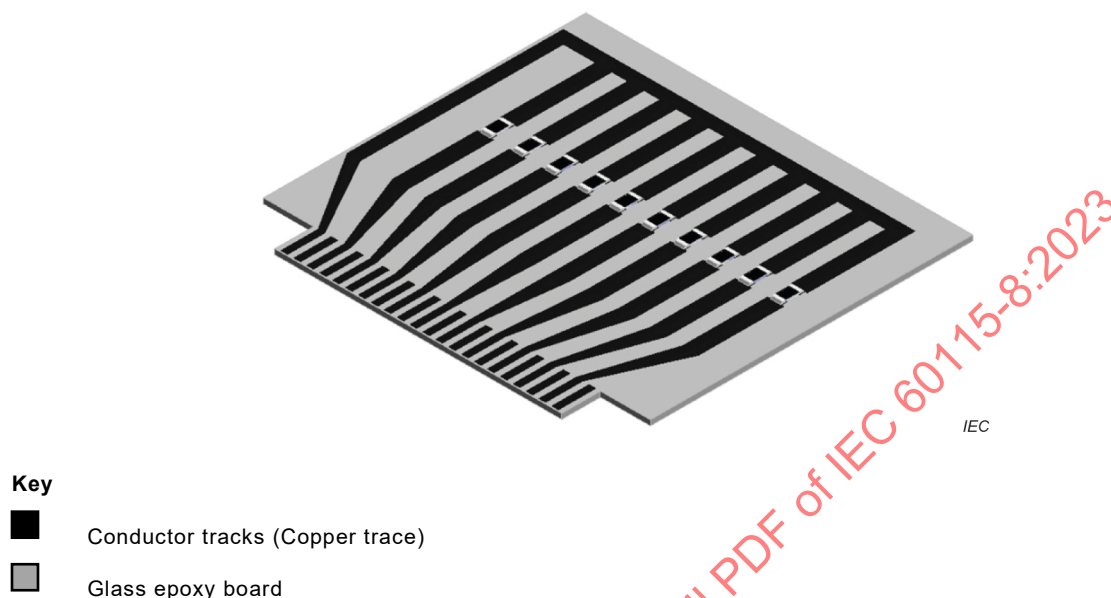


Figure 6 – Basic appearance of recommended test board

The detail specification can provide a different material specification and basic layout, as technically required for the scope of components covered therein.

When test boards other than the recommended test boards are used, see Annex F to manufacture a corresponding test board that forms a uniform baseline for testing.

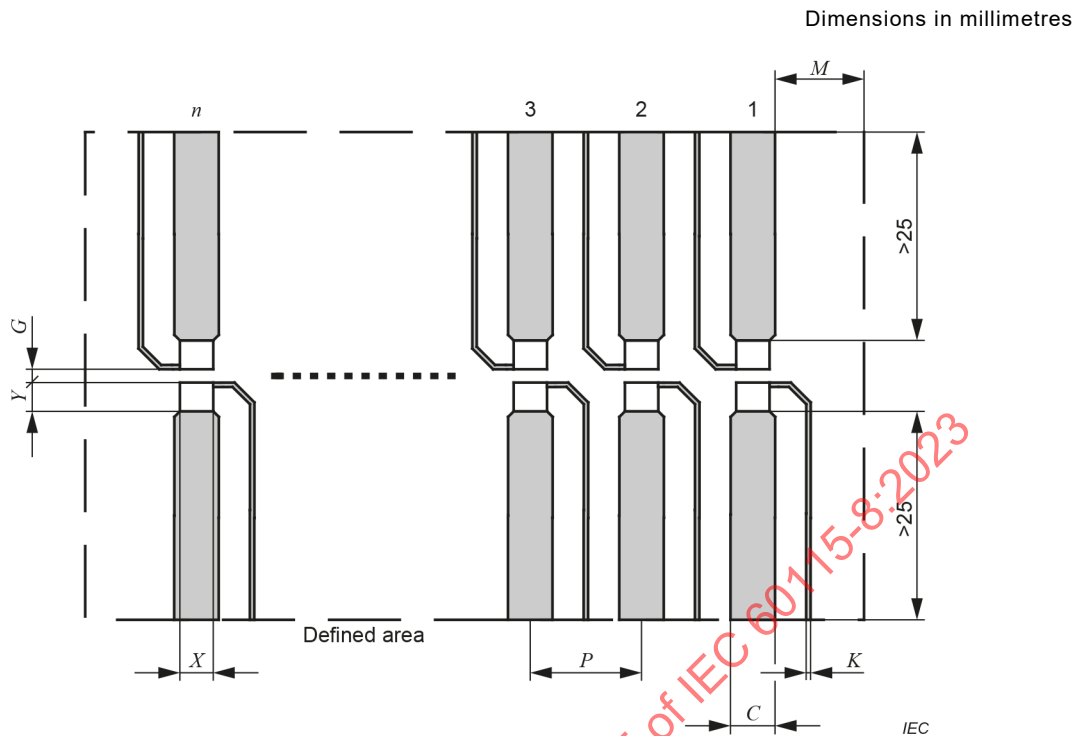
Test boards designed for resistors with higher rated dissipation may have different copper pattern widths compared to traditional test boards. This is because the temperature of the test boards can become extremely high depending on the heat dissipation characteristics of the test boards. See Annex G for reference.

When SMD resistors with the similar or approximate structure but different in size are newly developed, new test boards should be designed based on this document that is to be 125 °C at the terminal part when the rated dissipation is applied to the specimen at 70 °C ambient temperature.

Test boards with Kelvin (4-point) connections illustrated in Figure 7 shall be used.

Test boards that conform to Figure 9 may be used for tests when the resistance of the specimen is 100 Ω or higher, or for tests not requiring a measurement of the resistance value.

Further detail of wire-wound resistors (RW) shall be described in the detail specification. Test boards applicable to RW resistors shall be determined by a relevant specification.



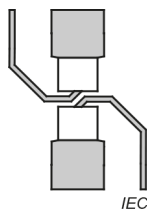
Key

-  solderable area
-  non solderable area, conductor covered with solder resist

NOTE 1 For dimensions, refer to Table 5, Table 6 and Table 7.

NOTE 2 For specimens with a nominal resistance value lower than 100 mΩ, the sense line should be attached to the solderable area as shown in Figure 8.

Figure 7 – Basic layout for mechanical, environmental and electrical tests, Kelvin (4 point) connections



Key

-  solderable area
-  non solderable area, conductor covered with solder resist

Figure 8 – Attachment of the sense line for Kelvin (4-point) connections for specimens with nominal resistance lower than 100 mΩ

Pad dimensions of X , Y and G shown in Figure 7 and Figure 9 and their corresponding values in Table 5, Table 6 and Table 7 are only for reference. The pad dimensions X , Y and G shall be adjusted to have the suitable size for the test specimen and are not limited to the values shown in the tables.

Table 5 – Test board dimensions for RR resistors

Style	Reference			Specified					Reference			
	X mm	Y mm	G mm	C mm	K mm	P mm	M mm	Board thickness mm	Pattern thickness ^a µm	Reference dissipation W	Number of specimens ^b pcs	Target temp. ^c °C
RR0402M	0,3 ± 0,05	0,26 ± 0,05	0,18 ± 0,05	0,3 ± 0,05	0,15 ± 0,05	5,0 ± 0,05	P - C	1,6 ± 0,1	35	0,03	20	92
RR0603M	0,4 ± 0,05	0,4 ± 0,05	0,3 ± 0,05	0,3 ± 0,05	0,15 ± 0,05	5,0 ± 0,05				0,05	20	104
RR1005M	0,7 ± 0,05	0,6 ± 0,05	0,5 ± 0,05	0,35 ± 0,05	0,15 ± 0,05	5,0 ± 0,05				0,1	20	127
RR1608M	1,0 ± 0,05	1,1 ± 0,05	0,95 ± 0,05	0,45 ± 0,05	0,2 ± 0,05	5,0 ± 0,05				0,125	20	129
RR2012M	1,6 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	2,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	5,5 ± 0,1				0,25	18	128
RR3216M	2,0 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,1	2,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	5,5 ± 0,1				0,25	18	126
RR3225M	2,9 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,1	5,5 ± 0,1	0,2 ± 0,1	10,0 ± 0,1				0,5	10	126
RR4532M	3,6 ± 0,1	1,8 ± 0,1	2,3 ± 0,1	11,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	14,0 ± 0,1				0,75	7	128
RR5025M	2,9 ± 0,1	1,8 ± 0,1	2,7 ± 0,1	11,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	15,0 ± 0,1				0,75	6	125
RR6332M	3,6 ± 0,1	1,8 ± 0,1	3,8 ± 0,1	15,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	19,0 ± 0,1				1,0	4	129
No metal area is permitted on the bottom side or on any inner layer under the defined area, except a single straight sense conductor with a maximum width of 0,3 mm for every Kelvin connection.												
If applicable, the test board layout may also allow for both sense conductors to run to the same edge of the defined area.												
NOTE Test board dimensions for RC resistors, which were in this table in the prior edition of this document, have been moved to Table 7. Test board dimensions for RR3245M were in this table in the prior edition, but the style name is changed to RT3245 and is moved to Table 6.												
^a Pattern thickness is set as design values. Tolerance may be determined by each test board manufacturer.												
^b The number of specimens determines the minimum number of specimens to be mounted on the recommended test board to achieve the target temperature by loading the designated reference dissipation. Detailed data are shown in Annex F.												
^c The lower target temperatures for RR0402M and RR0603M are given to fulfil market requests since they do not generate enough heat to reach 125 °C with the reference dissipation.												

Table 6 – Test board dimensions for RT resistors

Style	Reference			Specified						Reference		
	X mm	Y mm	G mm	C mm	K mm	P mm	M mm	Board thickness mm	Pattern thickness ^a µm	Reference dissipation W	Number of specimens ^b pcs	Target temp. °C
RT0510M	1,1 ± 0,05	0,55 ± 0,05	0,2 ± 0,05	4,5 ± 0,1	0,15 ± 0,05	8,0 ± 0,1	P – C	1,6 ± 0,1	35	0,33	12	126
RT0816M RT1016M	1,7 ± 0,1	0,75 ± 0,05	0,3 ± 0,05	8,0 ± 0,1	0,15 ± 0,05	12,0 ± 0,1				0,5	8	125
RT1220M	2,2 ± 0,1	0,9 ± 0,05	0,45 ± 0,05	17,0 ± 0,1	0,2 ± 0,05	20,0 ± 0,1				0,75	4	128
RT1632M	3,4 ± 0,1	1,0 ± 0,05	0,6 ± 0,1	13,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	18,0 ± 0,1				0,75	5	124
RT3245M	5,0 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,1	19,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	22,0 ± 0,1				1,0	4	126
RT2550M	5,2 ± 0,1	1,4 ± 0,1	0,7 ± 0,1	21,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	24,0 ± 0,1				1,5	4	125
RT3263M	6,4 ± 0,1	2,125 ± 0,1	0,6 ± 0,1	32,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	35,0 ± 0,1	70	3	124			
No metal area is permitted on the bottom side or on any inner layer under the defined area, except a single straight sense conductor with a maximum width of 0,3 mm for every Kelvin connection.												
If applicable, the test board layout may also allow for both sense conductors to run to the same edge of the defined area.												
NOTE Test board dimensions for RR3245M were given in the table for RR resistors in the prior edition of this document. The style name has been changed to RT3245 and has been moved to this table.												
^a Pattern thickness is set as design values. Tolerance may be determined by each test board manufacturer.												
^b The number of specimens determines the minimum number of specimens to be mounted on the recommended test board to achieve the target temperature by loading the designated reference dissipation. Detailed data are shown in Annex F.												

Table 7 – Test board dimensions for RC resistors

Style	Reference				Specified					Reference			
	X	Y	G		C	K	P	M	Board thickness	Pattern thickness ^a	Reference dissipation	Number of specimens ^b	Target temp. °C
RC1610M	1,0 ± 0,05	1,1 ± 0,05	0,6 ± 0,05		0,45 ± 0,05	0,2 ± 0,05	5,0 ± 0,05				0,125	20	125
RC2012M	1,6 ± 0,1	1,3 ± 0,1	0,6 ± 0,1		3,3 ± 0,1	0,2 ± 0,1	6,5 ± 0,1	P - C	1,6 ± 0,1	35	0,3	15	125
RC2211M													
RC3514M	2,0 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,5 ± 0,1		4,5 ± 0,1	0,2 ± 0,1	7,5 ± 0,1				0,4	13	126
RC3715M													
RC5922M	2,9 ± 0,1	1,8 ± 0,1	2,7 ± 0,1		20,0 ± 0,1	0,2 ± 0,1	24,0 ± 0,1		1,0	4	125		
RC6123M													
No metal area is permitted on the bottom side or on any inner layer under the defined area, except a single straight sense conductor with a maximum width of 0,3 mm for every Kelvin connection.													
If applicable, the test board layout may also allow for both sense conductors to run to the same edge of the defined area.													
NOTE Test board dimensions for RC resistors were given in the table for RR resistors in the prior edition of this document but are now given in a separate table.													
^a Pattern thickness is set as design values. Tolerance may be determined by each test board manufacturer.													
^b The number of specimens determines the minimum number of specimens to be mounted on the recommended test board to achieve the target temperature by loading the designated reference dissipation. Detailed data are shown in Annex F.													

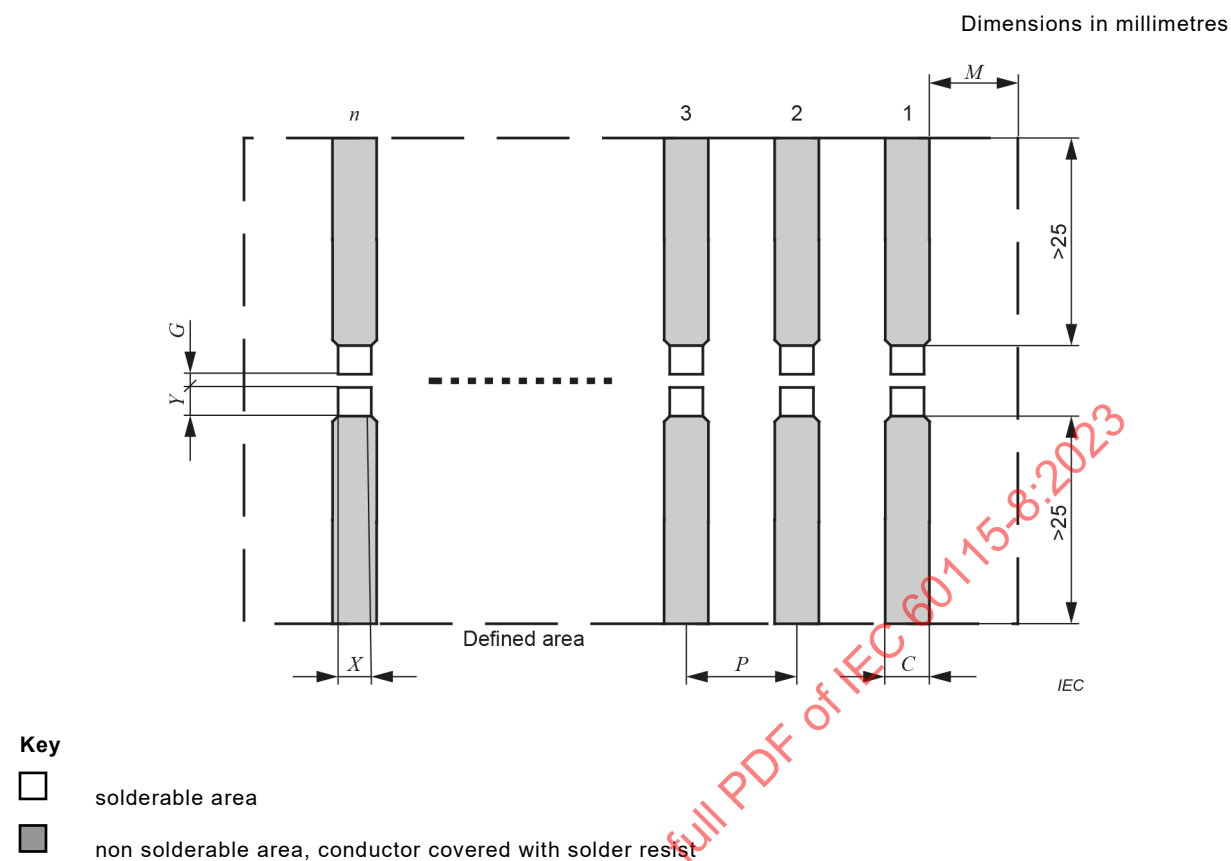


Figure 9 – Basic layout for mechanical, environmental and electrical tests

5.2.2.3 Assembly on test boards

The workmanship requirements for general SMD resistors shown in Annex C shall be observed.

5.3 Tests

5.3.1 Resistance

See IEC 60115-1:2020, 6.1 and IEC 60115-1:2020, 5.6.

Unless otherwise specified, the points of measurement are determined by the solder joints for specimens mounted on a test board in accordance with 5.2.2.

5.3.2 Temperature coefficient of resistance

See IEC 60115-1:2020, 6.2 and IEC 60115-1:2020, 5.6.

Unless otherwise specified, the points of measurement are determined by the solder joints for specimens mounted on a test board in accordance with 5.2.2.

The sequence of temperatures, 20 °C / LCT / 20 °C / UCT / 20 °C, shall be applied consecutively.

5.3.3 Temperature rise

See IEC 60115-1:2020, 6.7, with the following details:

The specimen shall be mounted on a test board in accordance with 5.2.2 or as specified by the detail specification. The test board should be mounted vertically with the specimens positioned in a horizontal level and shall be in free air at the standard atmospheric conditions for testing given in IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (e.g. ambient temperature 15 °C to 35 °C).

NOTE Vertical setting of the test board is likely to result a better harmonized temperature distribution of the test specimens.

5.3.4 Endurance at the rated temperature 70 °C

See IEC 60115-1:2020, 7.1, with the following details:

The specimen shall be mounted on a test board in accordance with 5.2.2, or as specified by the detail specification.

The test shall be performed with the rated voltage:

$$U_{\text{test}} = U_r = \sqrt{P_{70} \times R_n},$$

which shall be limited by

$$U_{\text{test}} \leq U_{\text{max}},$$

where

U_r is the rated voltage;

P_{70} is the rated dissipation;

R_n is the nominal resistance;

U_{max} is the limiting element voltage.

The duration of the endurance test shall be $t_{\text{test}} = 1000^{+24}_0$ h.

The extension of the endurance test to a total duration of $t_{\text{test}} = 8\,000^{+48}_0$ h, is mandatory only for resistors categorized as level P or R.

See 5.3.25 for the measurement of the insulation resistance of insulated resistors.

5.3.5 Endurance at a maximum temperature: UCT

See IEC 60115-1:2020, 7.3, with the following details:

The specimen should be tested mounted on a test board in accordance with 5.2.2, or as specified by the detail specification.

The duration of the endurance test shall be $t_{\text{test}} = 1000^{+24}_0$ h.

See 5.3.25 for the measurement of the insulation resistance of insulated resistors.

5.3.6 Short-term overload

See IEC 60115-1:2020, 8.1, with the following details:

The specimen shall be mounted on a test board in accordance with 5.2.2, or as specified by the detail specification. The test board shall be in free air at the standard atmospheric conditions for testing as given in IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (e.g. ambient temperature 15 °C to 35 °C).

The preferred overload test voltage is

$$U_{\text{test}} = 2,5 \times U_r = \sqrt{6,25 \times P_{70} \times R_n},$$

which shall be limited by

$$U_{\text{test}} \leq 2 \times U_{\text{max}},$$

where

- U_r is the rated voltage;
- P_{70} is the rated dissipation;
- R_n is the nominal resistance;
- U_{max} is the limiting element voltage.

The overload duration is a function of the resistor style.

The detail specification shall specify the values for the overload duration t_{load} , preferably from the following preferred values: 0,5 s; 1 s; 2 s; 5 s and 10 s. A relative tolerance of +5 % shall apply to the overload duration.

5.3.7 Single-pulse high-voltage overload test

See IEC 60115-1:2020, 8.2.

The specimen should be mounted on a test board in accordance with 5.2.2, or as specified by the detail specification.

The test shall be performed with pulses defined by:

Pulse shape: 10/700

Pulse peak voltage: $\hat{U}_{\text{test}} = x \times \sqrt{P_{70} \times R_n}$, with $x \geq 10$,

which shall be limited by $\hat{U}_{\text{test}} \leq y \times U_{\text{max}}$, with $y \geq 2$.

The detail specification shall specify the values for x and y .

NOTE The given minimum values for multipliers, $x = 10$ and $y = 2$, establish the lowest severity No.4 as defined for pulses of shape 10/700 in IEC 60115-1:2020, 8.2.

This test is mandatory only for resistors categorized as level P or R.

5.3.8 Periodic-pulse high-voltage overload test

See IEC 60115-1:2020, 8.3, with the following details:

The specimen shall be mounted on a test board in accordance with 5.2.2, or as specified by the detail specification. The test board should be mounted vertically with the specimens positioned in a horizontal level and shall be in free air at the standard atmospheric conditions for testing as given in IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (e.g. ambient temperature 15 °C to 35 °C).

NOTE Vertical setting of the test board is likely to result a better harmonized temperature distribution of the test specimens.

The preferred square pulse overload test voltage is, as specified as severity 3:

$$\hat{U}_{\text{test}} = \sqrt{25 \times P_{70} \times R_n},$$

which shall be limited by

$$\hat{U}_{\text{test}} \leq 3 \times U_{\text{max}}$$

where

P_{70} is the rated dissipation;

R_n is the nominal resistance;

U_{max} is the limiting element voltage.

Duration of the test: $t_{\text{test}} = 100^{+5}_0$ h;

Pulse duration: $t_{\text{pulse}} = 100$ µs;

Pulse frequency: $f_{\text{pulse}} = 400$ Hz.

The detail specification may specify a higher overload factor than the 25 given in severity 3. In such a case, the test duration of 100 h and the pulse duration of 100 µs shall be maintained and the pulse frequency shall be adjusted in order to establish a mean dissipation of the pulse sequence of 100 % of the rated dissipation P_{70} . See the preferred alternative overload conditions given in Table 8.

Table 8 – Preferred aggravated overload conditions

Severity	Peak load $\hat{P}$ W	Pulse voltage $\hat{U}_{\text{test}}$ V	Pulse duration t_{pulse} μs	Pulse frequency f_{pulse} Hz
3a	$40 \times P_r$	$\sqrt{40 \times P_r \times R_n}$	100	250
3b	$63 \times P_r$	$\sqrt{63 \times P_r \times R_n}$	100	160
3c	$100 \times P_r$	$\sqrt{100 \times P_r \times R_n}$	100	100
3d	$160 \times P_r$	$\sqrt{160 \times P_r \times R_n}$	100	63
3e	$250 \times P_r$	$\sqrt{250 \times P_r \times R_n}$	100	40
3f	$400 \times P_r$	$\sqrt{400 \times P_r \times R_n}$	100	25
3g	$630 \times P_r$	$\sqrt{630 \times P_r \times R_n}$	100	16
3h	$1\,000 \times P_r$	$\sqrt{1\,000 \times P_r \times R_n}$	100	10

This test is mandatory only for resistors categorized as level P or R.

5.3.9 Electrostatic discharge (ESD) test

See IEC 60115-1:2020, 8.5, with the following details:

The specimen should be tested mounted on a test board in accordance with 5.2.2, or as specified by the detail specification.

The ESD test voltage is a function of the resistor style. The detail specification shall specify the values for the test voltage U_{HBM} , preferably from the preferred values given in IEC 60115-1:2020, 8.5.4. A relative tolerance of $\pm 2\%$ shall apply to the test voltage.

An equal number of discharges with positive polarity, n_{pos} , and with negative polarity, n_{neg} , shall be applied to the specimens, where

$$n_{\text{pos}} = n_{\text{neg}} = 3 \quad \text{for all resistor category levels.}$$

The minimum time between any two discharges shall be 1 s.

5.3.10 Visual examination

See IEC 60115-1:2020, 9.1

The resistor body and its terminations shall undergo visual examination.

The items required to be marked on marked resistors in accordance with 7.1 shall be verified by visual examination.

5.3.11 Gauging of dimensions

See IEC 60115-1:2020, 9.2, with the following details:

The length, height and width (or diameter) of the resistor body and of the terminations shall be gauged.

The length of the resistor body shall be assessed in accordance with IEC 60294:2012, 3.1.

The diameter of the resistor body shall be gauged in accordance with IEC 60294:2012, Clause 5. A similar approach shall be used for a non-cylindrical resistor body.

5.3.12 Detail dimensions

See IEC 60115-1:2020, 9.3, with the following details:

All dimensions specified by the detail specification shall be measured.

For measurement of the length of the resistor body, a gauge plate in accordance with IEC 60294:2012, 3.1 shall be used.

5.3.13 Shear (adhesion) test

See IEC 60115-1:2020, 9.7, with the following details:

Unless otherwise specified in the relevant detail specification, the appropriate force given in Table 9 shall be applied to the surface mount resistor body.

This test is mandatory only for rectangular, transverse and cylindrical resistors (styles RR, RT, RC). The applicability of this test for wire-wound resistors (style RW) and the required test forces shall be determined by the relevant specification.

Table 9 – Shear test force

Style			Force ^a N
Rectangular resistors (styles RR)	Transverse resistors (styles RT)	Cylindrical resistors (styles RC)	
RR0402M	—	—	1
RR0603M	—	—	2
RR1005M	—	—	3
RR1608M	—	RC1610M	5
	RT0510M	—	7
RR2012M	—	RC2012M RC2211M	9
RR3216M RR3225M	RT0816M RT1220M	RC3514M RC3715M	25
RR4532M RR5025M RR6332M	—	—	45
—	RT3245M RT1632M RT2550M RT3263M	RC5922M RC6123M	90

^a A relative tolerance of 0/+10 % applies to the specified shear test forces.

5.3.14 Substrate bending test

See IEC 60115-1:2020, 9.8, with the following details:

Deflection: $d = (2 \pm 0,2) \text{ mm}$

Deflection holding time: $t_{\text{hold}} = (20 \pm 1) \text{ s}$

Number of deflections: $n = 3$

5.3.15 Shock

See IEC 60115-1:2020, 9.10, with the following details:

Pulse shape:	half-sine
Peak acceleration, d :	$50 g_n$ (500 m/s^2)
Duration of pulse, t_p :	11 ms
Number of pulses, n :	3 per axis and direction

This test is mandatory only for wire-wound resistors (style RW) unless otherwise stated in the detail specification.

5.3.16 Vibration

See IEC 60115-1:2020, 9.11, with the following details:

The method to be employed is endurance by sweeping in accordance with IEC 60068-2-6:2007, 8.3.1, with the specimens mounted in such a way that they are not exposed to resonances, and with the following details:

Frequency range:	$f_1 = 10 \text{ Hz}$ to $f_2 = 2\,000 \text{ Hz}$;
Amplitude:	$\hat{a} = 200 \text{ m/s}^2$, limited by $d = 1,5 \text{ mm}$;
Duration:	$n = 10$ sweep cycles in each axis (x, y, z), resulting in a test duration $t_{\text{load}} = 2,5 \text{ h}$ per axis.

This test is mandatory only for resistors categorized as level P or R.

5.3.17 Rapid change of temperature

See IEC 60115-1:2020, 10.1, with the following details:

Lower temperature:	$\vartheta_{\text{inf}} = \text{LCT}$
Upper temperature:	$\vartheta_{\text{sup}} = \text{UCT}$
Number of cycles:	$n = 5$

5.3.18 Rapid change of temperature, ≥ 100 cycles

See IEC 60115-1:2020, 10.1, with the following details:

Lower temperature:	$\vartheta_{\text{inf}} = \text{LCT}$
Upper temperature:	$\vartheta_{\text{sup}} = \text{UCT}$
Number of cycles:	preferred values for n are 100; 200; 500 and 1 000

The detail specification may specify different values for n depending on the properties and capabilities of the individual style.

This test is mandatory only for resistors categorized as level P or R.

5.3.19 Climatic sequence

5.3.19.1 General

See IEC 60115-1:2020, 10.3

The specimen should be mounted on a test board in accordance with 5.2.2, or as specified by the detail specification.

5.3.19.2 Dry heat

IEC 60115-1:2020, 10.3.4.2

The test specimens may be introduced directly into the heated chamber at any temperature from laboratory temperature to the upper category temperature, and withdrawn directly from it, since the effects of the sudden change of temperature are not known to be detrimental to the test specimen.

5.3.19.3 Damp heat, cyclic, first cycle

See IEC 60115-1:2020, 10.3.4.3

5.3.19.4 Cold

See IEC 60115-1:2020, 10.3.4.4

The test specimens may be introduced directly into the cooled chamber at any temperature from the lower category temperature to laboratory temperature, and withdrawn directly from it, since the effects of the sudden change of temperature are not known to be detrimental to the test specimen.

Precaution against condensation of moisture on the test specimen is required if the specimens are inserted into the test chamber at a temperature below laboratory temperature.

5.3.19.5 Low air pressure

See IEC 60115-1:2020, 10.3.4.5, with the following details:

Air pressure: $p_{\text{amb}} = 8 \text{ kPa}$, for resistors categorized as level G, or
 $p_{\text{amb}} = 1 \text{ kPa}$, for resistors categorized as level P or R.

NOTE According to ISO 2533, the air pressure of 1 kPa represents an approximate altitude of 31 200 m above sea level, and the air pressure of 8 kPa represents an approximate altitude of 17 600 m above sea level.

5.3.19.6 Damp heat, cyclic, additional cycles

See IEC 60115-1:2020, 10.3.4.6.

The number of additional cycles is ruled by the climatic category and given in IEC 60115-1:2020, Table 20.

5.3.19.7 DC load

See IEC 60115-1:2020, 10.3.4.7.

5.3.19.8 Final measurements

See IEC 60115-1:2020, 10.3.5.

See 5.3.25 for the measurement of the insulation resistance of insulated resistors.

5.3.20 Damp heat, steady state

NOTE This test is also known as "40/93 test", or as "load humidity test" with no obvious discrimination from the "85/85 test" covered in 5.4.4

See IEC 60115-1:2020, 10.4, with the following details:

The specimen should be mounted on a test board in accordance with 5.2.2, or as specified by the detail specification.

The duration t_{exp} of this test is determined by the climatic category; see IEC 60115-1:2020, Table 21.

See 5.3.25 for the measurement of the insulation resistance of insulated resistors.

5.3.21 Solderability, with lead-free solder

See IEC 60115-1:2020, 11.1, with the following details:

The solderability test shall be preceded by an accelerated ageing. Unless specified different by the detail specification, ageing 3a (i.e. 4 h at 155 °C dry heat, see IEC 60115-1:2020, Table 27) shall be employed. After the accelerated ageing, the specimen shall be subjected to the standard atmospheric conditions for testing for a duration in the range of 2 h to 24 h.

A variety of lead-free solder alloys is applicable for the assembly of fixed surface mount resistors, with their own process temperature requirements and their typical soldering method, see IEC 60115-1:2020, 11.1.4.3.

Solderability testing for group 3 shall employ the solder bath method, see IEC 60115-1:2020, Table 29, Method 1, with the following details:

Solder alloy: Sn96,5Ag3,0Cu0,5;

Bath temperature: $\vartheta_{\text{bath}} = (245 \pm 3) ^\circ\text{C}$;

Immersion time: $t_{\text{imm}} = (3 \pm 0,3) \text{ s}$.

A thermal insulating screen may be used only if specified by the detail specification.

This test should not be applied if the relevant detail specification explicitly excludes compatibility of the components covered therein with any lead-free soldering process.

5.3.22 Solderability, with SnPb solder

See IEC 60115-1:2020, 11.1, with the following details:

The solderability test shall be preceded by an accelerated ageing. Unless specified different by the detail specification, Ageing 3a (i.e. 4 h at 155 °C dry heat, see IEC 60115-1:2020, Table 27) shall be employed. After the accelerated ageing, the specimen shall be subjected to the standard atmospheric conditions for testing for a duration in the range of 2 h to 24 h.

A variety of lead-free solder alloys is applicable for the assembly of fixed surface mount resistors, with their own process temperature requirements and their typical soldering method, see IEC 60115-1:2020, 11.1.4.3.

Solderability testing for group 2 shall employ the solder bath method, see IEC 60115-1:2020, Table 29, Method 1, with the following details:

Solder alloy: Sn60Pb40 or Sn63Pb37

Bath temperature: $\vartheta_{\text{bath}} = (235 \pm 3) ^\circ\text{C}$

Immersion time: $t_{\text{imm}} = (2 \pm 0,2) \text{ s}$

A thermal insulating screen may be used only if specified by the detail specification.

This test normally is applicable also to components with lead-free termination plating, since most of these platings are compatible with a lead-bearing solder process, too. This test however shall not be applied if the relevant detail specification explicitly excludes compatibility of the components covered therein with a traditional soldering process using lead-bearing solder (SnPb).

5.3.23 Resistance to soldering heat

See IEC 60115-1:2020, 11.2, with the following details:

Resistors shall be capable of withstanding the full variety of soldering processes described in IEC 61760-1, unless explicitly stated otherwise in the relevant detail specification:

- SnPb vapour phase reflow soldering;
- lead-free vapour phase reflow soldering;
- SnPb infrared or forced gas convection reflow soldering;
- lead-free infrared or forced gas convection reflow soldering;
- SnPb double wave soldering;
- lead-free double wave soldering.

Resistance to soldering heat for the combination of all soldering methods shall be tested with the worst-case condition from IEC 60068-2-58:2015, 8.2.1 and IEC 60068-2-58:2015, 8.1.1:

Solder alloy: any alloy, SnPb or SnCu or SnAgCu or SnAg

Bath temperature: $\vartheta_{\text{bath}} = (260 \pm 5) ^\circ\text{C}$

Immersion time: $t_{\text{imm}} = (10 \pm 1) \text{ s}$

5.3.24 Solvent resistance

See IEC 60115-1:2020, 11.3, with the following detail:

Method: Method 1: with rubbing

Solvent: Isopropyl alcohol (IPA)

Solvent temperature: $\vartheta_{\text{bath}} = (23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ or $(50_{-5}^0) ^\circ\text{C}$.

Soak time: $t_{\text{imm}} = (5 \pm 0,5) \text{ min}$

Rubbing device: Wad of cotton wool, or toothbrush, as stated in the detail specification.

Number of strokes: $n = 10$.

NOTE The bath temperature of $23 ^\circ\text{C}$ is preferred in some regions owing to safety concerns about the bath at $50 ^\circ\text{C}$.

5.3.25 Insulation resistance

This test shall be applied only to insulated resistors.

See IEC 60115-1:2020, 12.1.

A suitable method given in IEC 60115-1:2020, 12.1 shall be applied for measurement of the insulation resistance, preferably the parallel clamp method of IEC 60115-1:2020, 12.1.3.5 for rectangular SMD resistors and V-clamp method of IEC 60115-1:2020, 12.1.3.6 for cylindrical SMD resistors.

5.3.26 Voltage proof

This test shall be applied only to insulated resistors.

See IEC 60115-1:2020, 12.2.

A suitable method given in IEC 60115-1:2020, 12.2 shall be applied for the voltage proof test, preferably the parallel clamp method given in IEC 60115-1:2020, 12.1.3.5 for rectangular SMD resistors and V-clamp method given in IEC 60115-1:2020, 12.1.3.6 for cylindrical SMD resistors.

5.3.27 Flammability test

The needle-flame test according to IEC 60115-1:2020, 12.4 shall be applied with the following detail:

Duration of flame application: $t_a = 10_{-1}^0$ s.

5.4 Optional and/or additional tests

5.4.1 Single-pulse high-voltage overload test

This test presents as an alternative set of severities for the single-pulse high-voltage overload test of 5.3.7, using the pulse shape 1,2/50.

See IEC 60115-1:2020, 8.2.

The specimen should be mounted on a test board in accordance with 5.2.2, or as specified by the detail specification. The test board shall be in free air at the standard atmospheric conditions for testing. The test shall be performed with pulses defined by:

Pulse shape: 1,2/50

Pulse peak voltage: $\hat{U}_{\text{test}} = x \times \sqrt{P_{70} \times R_n}$, with $x \geq 20$,

which shall be limited by $\hat{U}_{\text{test}} \leq y \times U_{\text{max}}$, with $y \geq 5$.

The detail specification shall specify the values for x and y .

The single-pulse high-voltage overload test of 5.4.1 is recommended only for resistors categorized as level P or R.

If this test is applied in an advanced test schedule, the specimens shall be inspected for visual defects and for the occurred change of resistance. The requirement for the permissible resistance change shall be stated in the clause on performance requirements of the detail specification, preferably added to the table on limits for the change of resistance during tests.

5.4.2 Periodic-pulse overload test

This test is a legacy test method which has been employed by traditional specifications of leaded fixed low-power non-wire-wound (i.e. film) resistors. This test should only be used in specifications that require a strict continuance of historical test requirements. In this case it should replace the periodic-pulse high-voltage overload test of 5.3.8.

The overall severity of this test is considered inadequate in light of the capabilities of current products and of typical application requirements. The deficiency is recognizable by the low peak load, the mean dissipation being lower than the specimens' rated dissipation, and the limited number of applied pulses.

See IEC 60115-1:2020, 8.4, with the following details:

The specimen should be mounted on a test board in accordance with 5.2.2, or as specified in the detail specification. The test board shall be in free air at the standard atmospheric conditions for testing as given in IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (e.g. ambient temperature 15 °C to 35 °C).

The preferred pulse overload test voltage is

$$\hat{U}_{\text{test}} = \sqrt{15 \times P_{70} \times R_n},$$

which shall be limited by

$$\hat{U}_{\text{test}} \leq 2 \times U_{\text{max}}$$

where

P_{70} is the rated dissipation,

R_n is the nominal resistance,

U_{max} is the limiting element voltage.

The duration of the test is determined by the following details:

Number of pulse cycles: $n = 1\,000$,

On-state duration: $t_{\text{on}} = 0,1\text{ s}$, and

Off-state duration: $t_{\text{off}} = 2,5\text{ s}$ within each pulse cycle.

If this test is applied in an advanced test schedule, the specimens shall be inspected for visual defects and for the occurred change of resistance. The requirement for the permissible resistance change shall be stated in the clause on performance requirements of the detail specification, preferably added to the table on limits for the change of resistance during tests.

5.4.3 Operation at low temperature

This test is presented as a supplement to the passive cold test of the climatic sequence of 5.3.19 and IEC 60115-1:2020, 10.3, which remains a mandatory part of all test schedules under the scope of this document.

See IEC 60115-1:2020, 10.2, for the details of this test.

If this test is applied in an advanced test schedule, the specimens shall be inspected for visual defects and for the occurred change of resistance. The requirement for the permissible resistance change shall be stated in the clause on performance requirements of the detail specification, preferably added to the table on limits for the change of resistance during tests.

5.4.4 Damp heat, steady state, accelerated

NOTE This test is also known as "85/85 test", or as "load humidity test" with no obvious discrimination from the "40/93 test" covered in 5.3.20.

This test is presented as a supplement to the damp heat, steady state test of 5.3.20 and IEC 60115-1:2020, 10.4, which remains a mandatory part of all test schedules under the scope of this document.

See IEC 60115-1:2020, 10.5, with the following details:

In order to follow the recommendation for this test of IEC 60068-2-67:1995, B.2 a) about limiting the temperature increase to below 2 K, the test shall be performed with a bias of 10 % of the rated voltage U_r ; see DC bias voltage option a) of IEC 60115-1:2020, Table 23.

For practical simplification, the test may be performed with the grouped DC bias voltages as given in IEC 60115-1:2020, 10.5.4.2.

See 5.3.25 for the measurement of the insulation resistance of insulated resistors.

If this test is applied in an advanced test schedule, the specimens shall be inspected for visual defects, and for the occurred change of resistance. Insulated resistors shall also be inspected for the insulation resistance. The requirement for the permissible resistance change shall be stated in the clause on performance requirements of the detail specification, preferably added to the table on limits for the change of resistance during tests.

6 Performance requirements

6.1 General

Test severities and requirements specified by detail specifications referring to this sectional specification shall be of equal or superior performance level. Inferior performance levels are not permitted.

The severities for the tests shall be specified by the detail specifications, following the specifications of the generic specification IEC 60115-1 and Clause 5 of this sectional specification.

6.2 Limits for change of resistance at tests

Table 10 lists preferred limits for resistance change for all tests listed in the column headings. To classify the performance of resistors, the resistance change limits are assigned to stability classes. The performance requirements specified by the detail specification shall be based on a suitable selection of these stability classes and the assigned preferred limits.

Limits for resistance change are generally expressed as the sum of an absolute deviation, a , and a relative deviation, $p \times R$:

$$\Delta R = p \times R + a$$

where the dimensionless real number p typically is expressed as a percentage.

NOTE The sum of an absolute and a relative share reflects the nature of some resistance change mechanisms being linked with the actual resistance value, and some others being independent of it.

Another historic background of an absolute deviation is probably related to the uncertainty of low resistance measurements, for whatever low resistance was available then. The improvement of measurement capabilities over time suggests the absolute deviation has become redundant. These improvements, however, do not waive the absolute share of resistance change mechanisms.

An equal share of absolute and relative deviations applies for

$$R' = \frac{a}{p}$$

For low ohmic resistors with $R < R'$, the relative share loses significance versus the absolute share. For $R \ll R'$, the dominant absolute deviation reaches the same order of magnitude as the tested resistance R , or may even exceed R , which may render such stability requirement to appear mismatched with the general qualities of the resistor. Hence the writers of detail

specifications are advised to consider a reasonable absolute deviation for the range of low resistance to be covered, which may be less than any proposal presented in Table 10.

EXAMPLE 1 Applying a permitted resistance change of $\Delta R = \pm(0,5 \% R + 50 \text{ m}\Omega)$ to a resistance range extending down to 100 m Ω renders the permissible change to be $\pm 50,5 \%$ at the lower range limit. Component users will probably expect a much better stability; hence, the specification writers are advised to use a lower permitted absolute deviation for such cases.

For high ohmic resistors with $R > R'$, the absolute share loses significance versus the relative share; for example, at $R = 100 \times R'$, the absolute share amounts to only 1 % of the relative share. For clarity of presentation, such insignificant absolute share should no longer be presented nor applied.

EXAMPLE 2 Applying a permitted resistance change of $\Delta R = \pm(0,5 \% R + 50 \text{ m}\Omega)$ results in an equal share of deviation for $R' = 10 \Omega$. At 1 k Ω , the absolute share is only a mere 0,005 % R , which is 1 % of the relative share, and which can hardly be essential for the quality assessment of the resistors. Therefore, it will only confuse the readers of specifications or related test reports if the absolute share is still presented and applied for any $R \geq 1 \text{ k}\Omega$.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023

Table 10 – Limits for the change of resistance at tests

Stability class	Limit of resistance change, ΔR Ω				
	Long term tests		Short term tests	Advanced stress tests	
	IEC 60115-1:2020,	IEC 60115-1:2020,	IEC 60115-1:2020,	IEC 60115-1:2020,	IEC 60115-1:2020,
	7.3 Endurance at a maximum temperature: UCT	7.1 Endurance at the rated temperature 70 °C,	8.1 Short-term Overload	10.1 Rapid change of temperature, ≥ 100 cycles ^a	8.2 Single-pulse high-voltage overload test ^a
	10.3 Climatic sequence	1 000 h	9.8 Substrate bending test	11.2 Resistance to soldering heat	8.5 Electrostatic discharge ^b
	10.4 Damp heat, steady state	Extended, 8 000 h ^a	9.10 Shock ^d		
			9.11 Vibration ^a		
			10.1 Rapid change of temperature, 5 cycles		
	5	$\pm(5\% R + 0,1\ \Omega)$	$\pm(5\% R + 0,1\ \Omega)$	$\pm(10\% R + 0,1\ \Omega)$	
	2	$\pm(2\% R + 0,1\ \Omega)$	$\pm(2\% R + 0,1\ \Omega)$	$\pm(5\% R + 0,1\ \Omega)$	
	1	$\pm(1\% R + 0,05\ \Omega)$	$\pm(1\% R + 0,05\ \Omega)$	$\pm(2\% R + 0,05\ \Omega)$	
	0,5	$\pm(0,5\% R + 0,05\ \Omega)$	$\pm(0,5\% R + 0,05\ \Omega)$	$\pm(1\% R + 0,01\ \Omega)$	
0,25	$\pm(0,25\% R + 0,05\ \Omega)$	$\pm(0,25\% R + 0,05\ \Omega)$	$\pm(0,5\% R + 0,01\ \Omega)$		
0,1	$\pm(0,1\% R + 0,02\ \Omega)$	$\pm(0,1\% R + 0,02\ \Omega)$	$\pm(0,25\% R + 0,01\ \Omega)$		
0,05	$\pm(0,05\% R + 0,01\ \Omega)$	$\pm(0,05\% R + 0,01\ \Omega)$	$\pm(0,025\% R + 0,01\ \Omega)$		
0,025	$\pm(0,025\% R + 0,01\ \Omega)$	$\pm(0,025\% R + 0,01\ \Omega)$	$\pm(0,01\% R + 0,01\ \Omega)$		
This test is mandatory only for resistors categorized as level P or as level R.					
See 5.3.9 for the applicability of this test.					
This test is optional, see the respective subclause of 5.4.					
This test is optional and not applicable for general surface mount resistors (RR, RT and RC resistors) unless otherwise requested by the detail specification.					

6.3 Temperature coefficient of resistance

Table 11 lists preferred limits for the reversible resistance change at the temperature coefficient of resistance test according to IEC 60115-1:2020, 6.2, and 5.3.2 of this document. The performance requirements specified in the detail specification shall be based on a suitable selection of these preferred limits.

Each row of Table 11 presents a preferred temperature coefficient of resistance (TCR) with the limits for the change of resistance at the various category temperatures used within this document.

Table 11 – Permitted change of resistance due to the variation of temperature

Temperature coefficient ^a		Limit of resistance change $\Delta R/R$ %								
		Cold TCR				Hot TCR				
		Lower category temperature / Reference temperature				Reference temperature / Upper category temperature				
$10^{-6}/K$	Code ^b	-55 °C / 20 °C	-40 °C / 20 °C	-25 °C / 20 °C	-10 °C / 20 °C	20 °C / 85 °C	20 °C / 125 °C	20 °C / 155 °C	20 °C / 175 °C	20 °C / 200 °C
±1 000	W	±7,50	±6,00	±4,50	±3,00	±6,50	±10,50	±13,50	±15,50	±18,00
±500	V	±3,75	±3,00	±2,25	±1,50	±3,25	±5,25	±6,75	±7,75	±9,00
±250	U	±1,875	±1,500	±1,125	±0,750	±1,625	±2,625	±3,375	±3,875	±4,500
±100	S	±0,750	±0,600	±0,450	±0,300	±0,650	±1,050	±1,350	±1,550	±1,800
±50	R	±0,375	±0,300	±0,225	±0,150	±0,325	±0,525	±0,675	±0,775	±0,900
±25	Q	±0,188	±0,150	±0,113	±0,075	±0,163	±0,263	±0,338	±0,388	±0,450
±15	P	±0,113	±0,090	±0,068	±0,045	±0,098	±0,158	±0,203	±0,233	±0,270
±10	N	±0,075	±0,060	±0,045	±0,030	±0,065	±0,105	±0,135	±0,155	±0,180
±5	M	±0,038	±0,030	±0,023	±0,015	±0,033	±0,053	±0,068	±0,078	±0,090
±2	L	±0,015	±0,012	±0,009	±0,006	±0,013	±0,021	±0,027	±0,031	±0,036
±1	K	±0,008	±0,006	±0,005	±0,003	±0,007	±0,011	±0,014	±0,016	±0,018
^a If additional temperature coefficients are required, these shall be specified by the detail specification, where the applicable coding in accordance with IEC 60062 for the next larger TCR shall be applied. ^b Code letters in accordance with IEC 60062:2016, 7.2.										

6.4 Temperature rise

The permissible temperature rise $\Delta\vartheta_{\max}$ for the temperature rise test according to IEC 60115-1:2020, 6.7 and 5.3.3 of this document is determined by

$$\Delta\vartheta_{\max} = \text{MET} - 70\text{ °C}$$

where

MET is the maximum element temperature.

6.5 Visual examination

6.5.1 General visual criteria

The detail specification shall specify acceptance criteria for the visual examination of the resistor body and its terminations. These acceptance criteria shall consider the following information:

- the general criteria given in IEC 60115-1:2020, 9.1.3, list items a) through d); and
- the illustrated examples for specific criteria, applicable to resistors from the scope of this sectional specification, given in Annex B of this document.

The detail specification shall specify acceptance criteria for the visual examination of the marking of the items stated in 7.1 of this document. These acceptance criteria shall consider the following information:

- the general criteria given in IEC 60115-1:2020, 9.1.3, list item e); and
- the illustrated examples for specific criteria, applicable to resistors from the scope of this sectional specification, given in Annex B of this document.

6.5.2 Visual criteria after tests

Unless more specific requirements are specified in the relevant specification for the visual examination after tests, the following criteria shall apply:

- there shall not be any visible damage to the resistor body and to its terminations after the test, except for an acceptable discolouration after endurance tests; and
- the required marking of marked resistors shall be legible after the test, except after extended duration endurance tests.

6.5.3 Visual criteria for the packaging

Unless more specific requirements are specified in the relevant specification for the visual examination of the packaging, the following criteria shall apply:

- for the primary packaging,
 - the top and bottom tapes shall be properly aligned in order not to expose adhesive;
 - the adhesives of the top and bottom tapes shall not be attached to the resistors;
 - the resistors shall not protrude from the tapes (top, bottom and carrier);
 - the top and bottom tapes shall not cover the sprocket holes of the carrier tape;
 - the tapes shall not be spliced;
 - the resistor shall not be flipped over in the tape pockets;
- for the proximity packaging,
 - the inner width of the reel shall fit snugly around the outer tape width, however without jamming the tape at its extraction;
 - the marking applied to the box or reel shall present all details as required by 7.3 and shall not be blurred or crumpled.

6.6 Solderability

See IEC 60115-1:2020, 11.1.5 and 11.1.6.

The requirement for the visual examination for the assessment of good solderability shall be:

≥ 95 % of the surface shall be covered with new solder. The new solder shall show no more than small amounts of scattered imperfections, such as pinholes or non-wetted or dewetted areas. These imperfections shall not be concentrated in one area.

6.7 Insulation resistance

The requirements of this clause only apply to insulated resistors.

The insulation resistance R_{ins} shall be not less than 1 GΩ in the test IEC 60115-1:2020, 12.1 in group 3 of the test schedule for the qualification approval.

The insulation resistance R_{ins} shall be not less than 1 GΩ after any of the following tests:

- endurance at the rated temperature 70 °C test in accordance with IEC 60115-1:2020, 7.1; and
- endurance at a maximum temperature: UCT test in accordance with IEC 60115-1:2020, 7.3;

and not less than 100 MΩ after any of the following tests:

- climatic sequence test in accordance with IEC 60115-1:2020, 10.3; and
- damp heat, steady state test in accordance with IEC 60115-1:2020, 10.4; and
- damp heat, steady state, accelerated test in accordance with IEC 60115-1:2020, 10.5.

6.8 Flammability

See IEC 60115-1:2020, 12.4.5 and IEC 60115-1:2020, 12.4.6.

The duration of burning, t_b , shall not exceed 30 s.

7 Marking, packaging and ordering information

7.1 Marking of the component

Surface mount resistors are generally not marked on the body.

However, if some marking is applied to the body, the resistor shall be marked with the resistance in accordance with IEC 60062:2016, Clause 3, IEC 60062:2016, Clause 4 and as many as possible of the remaining items listed in IEC 60115-1:2020, 4.4.

All the required information shall be marked on the packaging.

7.2 Packaging

Wherever applicable, the resistors shall be taped for automatic handling in accordance with the provisions of IEC 60286-3.

The packaging shall undergo visual examination.

7.3 Marking of the packaging

The complete required information as listed in IEC 60115-1:2020, 4.5 shall be marked on the proximity packaging.

7.4 Ordering information

The detail specification should specify the following minimum information as required for the ordering of resistors:

- the number of the detail specification and style reference;
- resistance, the tolerance on resistance and, if applicable, the temperature coefficient of resistance. Wherever applicable, an alphanumeric coding given in IEC 60062 shall be used.

The detail specification should specify the special ordering information for 0 Ω resistors, if these parts are a supplementary part of the product family covered by it.

Special variants of the products covered by a detail specification may be identified by means of an optional suffix to the standard ordering information.

The packaging and form of delivery of the resistors are usually not an integral part of the ordering information, hence the packaging needs to be specified separately in an ordering process. This focuses the entries of the bills of material to the technically relevant specifications, separated from the mere logistical information.

The recommendations of this clause shall be applied as mandatory provisions for detail specifications covering products classified to level P or level R.

The ordering information used for electronic order processing shall not contain any spaces.

8 Detail specifications

8.1 General

Detail specifications shall be derived from the relevant blank detail specification.

Detail specifications shall not specify requirements inferior to those of the generic specification, sectional specification or blank detail specification. When more severe requirements are included, they shall be listed in a respective clause of the detail specification and indicated in the test schedules, for example by a note.

The information listed in 8.2 shall be given in each detail specification and the specified values shall be selected from those given in the appropriate clause of this sectional specification.

8.2 Information to be specified in a detail specification

8.2.1 Outline drawing or illustration

There shall be an outline drawing or illustration of the resistor as an aid to easy recognition and for comparison of the resistor with others.

8.2.2 Style and dimensions

See 4.2.

All dimensions and their associated tolerances, which affect interchangeability and mounting, shall be given in the detail specification, using a dedicated outline and dimensions drawing.

A suitable measurement method shall be adequately specified, and the relevant maximum permissible dimension shall be specified in the table of dimensions.

The mass of the products may be given for information.

8.2.3 Climatic category

See 4.3.

8.2.4 Resistance range

See 4.4.

If products approved to the detail specification have different ranges, the following statement should be added: "The range of values available in each style, together with the associated tolerance and temperature coefficient, is given in the register of approvals, available for example on the website www.iecq.org".

8.2.5 Tolerances on resistance

See 4.5.

If products approved to the detail specification have different ranges, the following statement should be added: "The range of values available in each style, together with the associated tolerance and temperature coefficient, is given in the register of approvals, available for example on the website www.iecq.org".

8.2.6 Rated dissipation P_{70}

See 4.6.

The detail specification shall state the maximum allowable dissipation P_{70} at an ambient temperature of 70 °C (i.e. the rated temperature).

The detail specification shall state the maximum dissipation at temperatures other than 70 °C, i.e. the derating, either in a diagram or in the form of a statement.

8.2.7 Limiting element voltage $U_{\max}$

See 4.7 and the definition given in IEC 60115-1:2020, 3.1.

8.2.8 Insulation voltage U_{ins}

This information is required for insulated resistors only.

See 4.8 and the definition given in IEC 60115-1:2020, 3.1.

8.2.9 Insulation resistance R_{ins}

This information is required for insulated resistors only.

See 4.9 and 6.7.

8.2.10 Test severities

See 5.3. and, where applicable, 5.4.

8.2.11 Limits of resistance change after testing

See 6.2.

8.2.12 Temperature coefficient of resistance

See 6.3.

8.2.13 Marking

See 7.1 for the marking of the resistors.

See 7.3 for the marking of the packaging.

8.2.14 Ordering information

See 7.4.

8.2.15 Mounting

The detail specification shall give guidance on methods of mounting for normal use. Such guidance may be based on the specifications of assembly process conditions given in IEC 61760-1:2020, Clause 5, for the specification of SMD components.

Mounting required for test and measurement purposes should be in accordance with the provisions of 5.2.

8.2.16 Storage

See IEC 60115-1:2020, 4.9.

The detail specification shall specify the permissible duration of storage and, if required, periodicity, method and requirements of a re-examination to be applied.

8.2.17 Transportation

See IEC 60115-1:2020, 4.10

8.2.18 Additional information

The detail specification may include additional information (which is not normally required to be verified by the inspection procedure), such as circuit diagrams, curves, drawings and notes needed for the clarification of the detail specification.

8.2.19 Quality assessment procedures

The detail specification shall provide complete test schedules for the qualification approval and for the quality conformance inspection of the resistors covered therein.

8.2.20 0 Ω Resistors

The detail specification may provide all information required for the specification and for the quality assessment of 0 Ω resistors, see Annex D.

9 Quality assessment procedures

9.1 General

See IEC 60115-1:2020, Annex Q.

9.2 Definitions

9.2.1 Primary stage of manufacture

See IEC 60115-1:2020, Q.1.3.1

For fixed surface mount resistors, the primary stage of manufacture is the deposition of the resistive film on the substrate.

9.2.2 Structurally similar components

See IEC 60115-1:2020, Q.1.3.2

Fixed surface mount resistors are accepted as being structurally similar

- a) if they are manufactured at one or several manufacturing sites
 - within the same product technology; and
 - using the same specified raw-materials, manufacturing and quality inspection procedures; and
 - under the same leading manufacturing site's responsibility for product and quality.

In the case of several manufacturing sites, the manufacturer shall nominate the leading manufacturing site and the associated Designated Management Representative (DMR).
- b) if all manufacturing sites are supervised by the same Certification Body (for example, IECQ CB). Preferably it should be the Certification Body of that country in which the leading manufacturing site is located;
- c) if they have the same stability class and climatic category;
- d) if they are different in dimensions only; and
- e) if they have similar terminal types.

Resistors which differ only in c) can be considered as structural similar if the different requirements of the stability class and/or the climatic category are judged separately in the final measurements.

The concept of structural similarity may only be employed for resistors categorized as level R, and for the purpose of the evaluation and determination of a failure rate, see IEC 60115-1:2020, Annex R.

9.2.3 Assessment level EZ

See IEC 60115-1:2020, Q.1.3.3

Assessment level EZ shall be applied for the quality assessment of leaded fixed film resistors in a detail specification referring to this sectional specification.

9.3 Formation of inspection lots

An inspection lot shall consist of resistors of the same product technology, type and style.

Where a range of resistors is to be qualified, the distribution of resistance values within the sample shall be as follows:

- 1/3 with the lowest resistance within that range, $R_{\min}$,
to be collected from the range of $R_{\min}$ to $2 \times R_{\min}$,
or the lowest resistance produced within the approval range;

- 1/3 with the critical resistance, R_{crit} ,
to be collected from the range of $0,8 \times R_{crit}$ to R_{crit} ;
- 1/3 with the highest resistance within that range, R_{max} ,
to be collected from the range of $0,7 \times R_{max}$ to R_{max} ,
or the highest resistance produced within the approval range.

The range to be qualified may be a subset of the range covered by the detail specification. If the critical resistance is outside of the range to be qualified, resistors from the middle of the range (near the geometric mean between lowest and highest resistance, e.g. 1 kΩ for a range of 1 Ω to 1 MΩ) shall be used for substitution.

If approval is being sought for more than one temperature coefficient of resistance (TCR), the sample shall contain specimens representative of the different TCRs. In general, a superior TCR is considered representative of any inferior TCR. In a similar manner, the sample shall contain a proportion of specimens of the different resistances having the closest tolerance for which approval is being sought. The proportion of specimens having the different characteristics is subject to the approval of the Certification Body (for example, IECQ CB).

If required for a periodic inspection, an inspection lot should be representative of those extremes of the resistance range produced during the period. Styles of the same nominal dimensions but of different TCR produced during the period may be aggregated, except for the purposes of subgroups which contain a test for the TCR.

The low and high extreme resistances, or any critical resistance 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 Certification Body (for example, IECQ CB).

The specimens shall be collected over the last 13 weeks of the inspection period.

9.4 Approved component (IECQ AC) procedures

The provisions of IEC 60115-1:2020, Clause Q.2 shall apply.

9.5 Qualification approval (QA) procedures

9.5.1 General

The procedures for Qualification Approval testing are given and referenced in IEC 60115-1:2020, Clause Q.3.

The sample shall be established in accordance with 9.3.

One spare specimen per resistance and one spare specimen per each temperature coefficient may be used to replace specimens which are defective because of incidents not attributable to the manufacturer.

For mounted specimens, any specimen found defective after mounting shall not be taken into account when calculating the permissible nonconforming items for the succeeding test. They shall be replaced by spare specimens.

9.5.2 Qualification approval

The required total sample size is the sum of all sample sizes in the qualification approval test schedule of Table 6 identified as destructive. If additional groups with destructive tests are introduced into the qualification approval test schedule, the total sample size shall be increased by the number of specimens required for the additional groups.

The test schedule for the qualification approval of resistors is given in Table 12. The schedule offers advice on the applicability of individual tests, which shall be applied in the normative detailed test schedule given by the detail specification. The tests of each group shall be carried out in the given order.

The whole sample except the specimens required for group 4 shall be subjected to the tests of group 1 and group 2 and then be allocated to the other test groups. Specimens found nonconforming during the tests of group 1 or group 2 shall not be used for any other test group.

The qualification approval shall be granted after successful completion of 1 000 h of the test Endurance at 70 °C and all other tests of Table 12.

9.5.3 Quality conformance inspection

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance inspection of resistors is given in Table 13.

The schedule offers advice on the applicability of individual tests, which shall be applied in the normative detailed test schedule given by the detail specification. The conditions of tests and the performance requirements shall be the same as those specified for the respective tests in the schedule for qualification approval. The tests of each group shall be carried out in the given order.

9.6 Capability certification (IECQ AC-C) procedures

This sectional specification does not cover the capability approval as described in IEC 60115-1:2020, Clause Q.4.

9.7 Technology certification (IECQ-AC-TC) procedures

The provisions of IEC 60115-1:2020, Clause Q.5 shall apply, and the test schedules of Table 12 and Table 13 shall be used.

9.8 Periodical evaluation of termination plating

The resistor manufacturer should establish a system for the periodical evaluation of the properties of their component's termination plating. A key aspect of these evaluations is the propensity of the solderable surface finishes to grow whiskers.

Such evaluation system should employ suitable test methods for the assessment of the whisker propensity, preferably those of IEC 60068-2-82, as proposed by IEC 60115-1:2020, 10.7.

9.9 Delayed delivery

The provisions of IEC 60115-1:2020, Clause Q.1.8 shall apply, except that the inspection level shall be reduced to S-2.

9.10 Certified test records

Certified test records according to IEC 60115-1:2020, Clause Q.1.6 can be supplied, if agreed between the manufacturer and the customer.

9.11 Certificate of conformity (CoC)

The conformity is declared by marking the packing in accordance with the relevant system rules if components are qualified to this document by a certification body of a quality assessment system (e.g. IECQ, successor of CECC).

An additional certificate of conformity (CoC) is not required for qualified components.

Table 12 – Test schedule for the qualification approval

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements								
6.1 [prior test 4.5] Resistance	See 5.3.1	ND	Group 1		As in IEC 60115-1:2020, 6.1.4.								
			...	0									
9.1 [prior test 4.4.1] Visual examination	See 5.3.10	ND	...	0	As specified in 6.5.1 and by the detail specification								
9.2 [prior test 4.4.2] Gauging of dimensions	See 5.3.11		(... of the sample)		As specified by the detail specification.								
12.1 [prior test 4.6] Insulation resistance (for insulated resistors only)	See 5.3.25	ND	...	0	As in 6.7.								
12.2 [prior test 4.7] Voltage proof (for insulated resistors only)	See 5.3.26 $U_{\text{test}} = \dots \cdot U_{\text{ins}};$ $t_{\text{load}} = \dots \text{ s.}$		...		As in IEC 60115-1:2020, 12.2.5.								
8.1 [prior test 4.13] Short-term overload	See 5.3.6 $U_{\text{test}} = \dots;$ <table><tr><td>Style</td><td>t_{load}</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Visual examination. Resistance.	Style	t_{load}	...	...	...	...	...	...	D	(... of the sample)		As in 6.5.2 As specified in 6.2 and by the detail specification.
Style	t_{load}												
...	...												
...	...												
...	...												
11.1 [prior test 4.17] Solderability, with lead-free solder ^e	See 5.3.21 Ageing: ... Solder bath method; $\vartheta_{\text{bath}} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C};$ Solder ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Visual examination.	D	Group 4 ^d		As in 6.6.								
			...	0									
11.1 [prior test 4.17] Solderability, with SnPb solder ^e	See 5.3.22 Ageing: ... Solder bath method; $\vartheta_{\text{bath}} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C};$ Solder ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Visual examination.		(the other half of the sample)		As in 6.6.								
6.2 [prior test 4.8] Temperature coefficient of resistance	See 5.3.2 $\vartheta = \{20 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{LCT}, 20 \text{ }^{\circ}\text{C}\};$ $\alpha_{\text{LCT}};$ $\vartheta = \{20 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{UCT}, 20 \text{ }^{\circ}\text{C}\};$ $\alpha_{\text{UCT}}.$	D	Group 5		As specified in 6.3 and by the detail specification. As specified in 6.3 and by the detail specification.								
			...	0									

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements					
		D	Group 6							
			20	0						
9.8 [prior test 4.33] Substrate bending test	See 5.3.14 Depth of bend ... mm, ... times Visual examination Resistance		(half of the sample)		Electrical continuity, no open circuit when the board is in the bent position after ... bendings As in 6.5.2 As specified in the detail specification					
10.1 [prior test 4.19] Rapid change of temperature	See 5.3.17 $\vartheta_{inf} = LCT, \vartheta_{sup} = UCT;$ $n = 5.$ Visual examination. Resistance.		(the other half of the sample)		As in 6.5.2 As specified in 6.2 and by the detail specification.					
9.10 [prior test 4.21] Shock (for style RW resistors only)	See 5.3.15 Acceleration: ... Pulse duration: ... Waveform: Half sine Severity: ... successive shocks to be applied in each of the three directions (total ... shocks) Visual examination Resistance				As in 6.5.2 As specified in the detail specification					
9.7 [prior test 4.32] Shear test (for styles RR, RT and RC resistors only)	See 5.3.13 <table><tr><td>Style</td><td>Force</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Visual examination	Style	Force	...	...	...	...			As in 6.5.2
Style	Force									
...	...									
...	...									
10.3 [prior test 4.23] Climatic sequence – Dry heat – Damp heat, cyclic, first cycle – Cold – Low air pressure – Damp heat, cyclic, additional <i>n</i> cycle(s) – DC load – Final measurements	See 5.3.19 $\vartheta = UCT; t_{exp} = 16$ h. 1 cycle; $\vartheta_{sup} = 55$ °C. $\vartheta = LCT; t_{exp} = 2$ h. $p_{amb} = \dots$ kPa; $t_{exp} = 1$ h. n cycle(s); $\vartheta_{sup} = 55$ °C. $U_{test} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limited by $U_{test\ max} = U_{max}$; 1 min. Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^f .		(all of the sample)		As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification. As in 6.7.					

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements
7.1 [prior test 4.25.1] Endurance at the rated temperature 70 °C	See 5.3.4 $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limited by $U_{\text{test}} \leq U_{\text{max}}$; $t_{\text{on}} = 1,5 \text{ h}$; $t_{\text{off}} = 0,5 \text{ h}$; $t_{\text{load}} = 1\,000 \text{ h}$. Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^f .	D	Group 7		As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification. As in 6.7.
	7.1.9 [prior test 4.25.1.8] Extended endurance at the rated temperature 70 °C (for resistors categorized as level P or R only)		...	0	
10.4 [prior test 4.24] Damp heat, steady state	See 5.3.20 $\vartheta = 40 \text{ °C}$; $RH = 93 \%$; $t_{\text{exp}} = \dots$. Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^f .	D	Group 8		As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification. As in 6.7.
11.2 [prior test 4.18] Resistance to soldering heat	See 5.3.23 Solder bath method; $\vartheta_{\text{bath}} = \dots \text{ °C}$; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s}$. Visual examination. Resistance.	D	...	0	As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.
12.4 [prior test 4.35] Flammability	See 5.3.27 $t_a = \dots \text{ s}$. Duration of burning.		(... of the sample)		As in 6.8.

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements								
9.3 [prior test 4.4.3] Detail dimensions	See 5.3.12	D	Group 10		As specified by the detail specification								
7.3 [prior test 4.25.3] Endurance at a maximum temperature: UCT	See 5.3.5 $\vartheta = \text{UCT}; t_{\text{exp}} = 1\,000\text{ h.}$ Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^f .		...	0									
6.7 [prior test 4.14] Temperature rise (only for resistors with $R_n < R_{\text{crit}}$)	See 5.3.3 $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$ Temperature rise.					(... of the sample)							
					As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification. As in 6.7.								
					As in 6.4								
8.5 [prior test 4.38] Electrostatic discharge	See 5.3.9 <table><tr><th>Style</th><th>U_{HBM}</th></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> $n_{\text{pos}} = \dots; n_{\text{neg}} = \dots$ Visual examination. Resistance.	Style	U_{HBM}	...	...	...	...	...	...	D	Group 11		As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification
Style	U_{HBM}												
...	...												
...	...												
...	...												
11.3 [prior tests 4.29, 4.30] Solvent resistance	See 5.3.24 $\vartheta_{\text{bath}} = \dots\text{ }^{\circ}\text{C}; \text{Solvent: } \dots;$ $t_{\text{imm}} = \dots\text{ s.}$ Rubbing device: ... Visual examination.	...	0										
					As in 6.5.2.								

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements								
9.11 [prior test 4.22] Vibration (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.3.16 Endurance by sweeping; $f_1 = \dots$ Hz; $f_2 = \dots$ Hz; $n = \dots$ for each axis; $\dot{a} = \dots$ m/s ² , limited by $d = \dots$ mm. Electrical continuity. Visual examination. Resistance.	D	Group 12		As in IEC 60115-1:2020, 9.11.7.1. As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.								
8.3 [prior test 4.28] Periodic pulse high-voltage overload test (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.3.8 $\hat{U}_{\text{test}} = \dots$; $t_{\text{pulse}} = \dots$ μs; $f_{\text{pulse}} = \dots$ Hz; $t_{\text{test}} = \dots$ h Visual examination Resistance		...	0		As in 6.5.2 As specified in 6.2 and by the detail specification							
8.4 [prior test 4.39] Periodic pulse overload test (for resistors categorized as level P or R only) (this test is historical and it is recommended to replace it with 8.3)	See 5.4.2 Voltage: $U = \sqrt{15 \cdot P_{70} \cdot R_n}$ or $U = 2 \cdot U_{\text{max}}$, whichever is the less severe; 0,1 s on / 2,5 s off; 1 000 cycles Visual examination Resistance						As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification						
10.1 [prior test 4.19] Rapid change of temperature, ≥ 100 cycles (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.3.17 $\vartheta_{\text{inf}} = \text{LCT}$; $\vartheta_{\text{sup}} = \text{UCT}$; <table><tr><th>Style</th><th>n</th></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Visual examination. Resistance.	Style	n	...	...	...		...	...	...	D	Group 13	
Style	n												
...	...												
...	...												
...	...												
		...	0										

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements
8.2 [prior test 4.27] Single-pulse high-voltage overload test (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.3.7 Pulse shape: ...; $\hat{U}_{\text{test}} = \dots$; $n = \dots, f \leq \dots$ Visual examination. Resistance.	D	Group 14		As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.
			...	0	

^a Test clause numbers refer to IEC 60115-1:2020, with indication of the prior used test clause number referring to IEC 60115-1:2008 in square brackets.

^b The information given here shall provide a suitable overview of the most relevant parameters of each test, however it shall not take precedence over any more detailed specification given in a respective clause of this document or in a cited normative reference.

^c Refer to Annex A for lists of symbols and of abbreviated terms.

^d Resistors submitted to this test shall not be measured in group 1, 2 and 3; they are not included in the number of specimens for group 1 or 2.

^e This test is not applicable if the relevant detail specification explicitly excludes compatibility of the components covered therein with the soldering processes represented by this test. See 5.3.21 and 5.3.22.

^f This measurement is applicable only to insulated resistors.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023

Table 13 – Test schedule for the quality conformance inspections

Lot-by-lot tests											
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	IL ^c	c ^c	Performance requirements						
6.1 [prior test 4.5] Resistance ^d	See 5.3.1	ND	Group A1		As in IEC 60115-1:2020, 6.1.4.						
			100 %								
9.1 [prior test 4.4.1] Visual examination ^e	See 5.3.10	ND	S-4	0	As in 6.5.1 and by the detail specification.						
9.2 [prior test 4.4.2] Gauging of dimensions ^e	See 5.3.11				As specified by the detail specification.						
12.2 [prior test 4.7] Voltage proof (for insulated resistors only)	See 5.3.26 $U_{\text{test}} = \dots \cdot U_{\text{ins}};$ $t_{\text{load}} = \dots \text{ s.}$	ND	S-3	0	As in IEC 60115-1:2020, 12.2.5.						
8.1 [prior test 4.13] Short-term overload	See 5.3.6 $U_{\text{test}} = \dots;$ <table><tr><th>Style</th><th>t_{load}</th></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Visual examination. Resistance.	Style			t_{load}	...	...	...	...	...	...
Style	t_{load}										
...	...										
...	...										
...	...										
		D	Group B2 ^f								
11.1 [prior test 4.17] Solderability with lead-free solder ^g	See 5.3.21 Ageing: ... Solder bath method; $\vartheta_{\text{bath}} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$; Solder ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Visual examination.		S-3	0	As in 6.6.						
11.1 [prior test 4.17] Solderability with SnPb solder ^g	See 5.3.22 Ageing: ... Solder bath method; $\vartheta_{\text{bath}} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$; Solder ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Visual examination.		S-3		As in 6.6.						
		D	Group B3								
6.2 [prior test 4.8] Temperature coefficient of resistance (only for resistors with a TCR $ \alpha < 50 \times 10^{-6}/\text{K}$)	See 5.3.2 $\vartheta = \{20 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{LCT}, 20 \text{ }^{\circ}\text{C}\};$ $\alpha_{\text{LCT}};$ $\vartheta = \{20 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{UCT}, 20 \text{ }^{\circ}\text{C}\};$ $\alpha_{\text{UCT}}.$		S-3	0	As specified in 6.3 and by the detail specification. As specified in 6.3 and by the detail specification.						

Periodic tests										
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	p ^c	n ^c	c ^c	Performance requirements				
		D	Group C1 ⁱ							
			3	20	0					
9.8 [prior test 4.33] Substrate bending test	Mounting: see 5.2.2 See 5.3.14 Deflection ... mm, Deflection holding time...s Number of deflections... times, Visual examination Resistance		(half of the sample)		Electrical continuity, no open circuits when the board is in the bent position after ... bending. As in 6.5.2 As specified in 6.2 and by the detail specification					
10.1 [prior test 4.19] Rapid change of temperature	See 5.3.17 $\vartheta_{inf} = LCT$; $\vartheta_{sup} = UCT$; $n = 5$. Visual examination. Resistance.		(the other half of the sample)		As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.					
9.10 [prior test 4.21] Shock (for styles RW resistors only)	See 5.3.15 Acceleration: ... Pulse duration: ... Waveform: Half sine Severity: ... successive shocks to be applied in each of the three directions (total ... shocks) Visual examination Resistance				As in 6.5.2. As specified in the detail specification					
9.11 [prior test 4.22] Vibration (for styles RW resistors only) (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.3.16 Endurance by sweeping; $f_1 = \dots$ Hz; $f_2 = \dots$ Hz; $\dot{a} = \dots$ m/s ² , limited by $d = \dots$ mm; $n = \dots$ for each axis Electrical continuity. Visual examination. Resistance.				As in IEC 60115-1:2020, 9.11.7.1 As in 6.5.2. As specified in the detail specification					
9.7 [prior test 4.32] Shear test (for styles RR, RT and RC resistors only)	Mounting: see 5.2.2 See 5.3.13 <table><tr><td>Style</td><td>Force</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Visual examination		Style	Force	...	...	...	...		
Style	Force									
...	...									
...	...									

Periodic tests						
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	p ^c	n ^c	c ^c	Performance requirements
10.3 [prior test 4.23] Climatic sequence	See 5.3.19		Group C1 ⁱ (continued)			
				(all of the sample)		
– Dry heat	$\vartheta = \text{UCT}; t_{\text{exp}} = 16 \text{ h.}$					
– Damp heat, cyclic first cycle	1 cycle; $\vartheta_{\text{sup}} = 55 \text{ °C.}$					
– Cold	$\vartheta = \text{LCT}; t_{\text{exp}} = 2 \text{ h.}$					
– Low air pressure	$p_{\text{amb}} = \dots \text{ kPa}; t_{\text{exp}} = 1 \text{ h.}$					
– Damp heat, cyclic remaining cycles	$n \text{ cycle(s)}; \vartheta_{\text{sup}} = 55 \text{ °C.}$					
– DC load	$U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limited by $U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$; 1 min.					
– Final measurements	Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^h .					As in 6.5.2 As specified in 6.2 and by the detail specification As in 6.7.
7.1 [prior test 4.25.1] Endurance at the rated temperature 70 °C	Mounting: see 5.2.2 See 5.3.4 $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limited by $U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$. $t_{\text{on}} = 1,5 \text{ h}; t_{\text{off}} = 0,5 \text{ h};$ $t_{\text{load}} = 1\,000 \text{ h.}$ Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^h .	D	Group C2 ⁱ			
			3	20	0	
7.1.9 [prior test 4.25.1.8] Extended endurance at the rated temperature 70 °C (for resistors categorized as level P or R only)	Duration extended to $t_{\text{load}} = 8\,000 \text{ h.}$ Resistance.		12			As specified in 6.2 and by the detail specification.
11.2 [prior test 4.18] Resistance to soldering heat	See 5.3.23 Solder bath method; $\vartheta_{\text{bath}} = \dots \text{ °C}; t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Visual examination Resistance	D	3	20	0	As in 6.5.2 As specified in 6.2 and by the detail specification.
12.4 [prior test 4.35] Flammability	See 5.3.27 $t_a = \dots \text{ s.}$ Duration of burning.		36	(5 of the sample)		As in 6.8.

Periodic tests														
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	p ^c	n ^c	c ^c	Performance requirements								
6.2 [prior test 4.8] Temperature coefficient of resistance (only for resistors with a TCR α ≥ 50 × 10 ⁻⁶ /K)	See 5.3.2 g = {20 °C, LCT, 20 °C}; α _{LCT} ; g = {20 °C, UCT, 20 °C}; α _{UCT} .	D	Group D1 ⁱ			As specified in 6.3 and by the detail specification. As specified in 6.3 and by the detail specification.								
			12	20	0									
10.4 [prior test 4.24] Damp heat, steady state	See 5.3.20 g = 40 °C; RH = 93 % t _{exp} = ... Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^h .	D	Group D2 ⁱ			As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification. As in 6.7								
			12	20	0									
9.3 [prior test 4.4.3] Detail dimensions	See 5.3.12	D	Group D3 ⁱ			As specified by the detail specification								
			36	20	0									
7.3 [prior test 4.25.3] Endurance at a maximum temperature: UCT	See 5.3.5 g = UCT; t _{exp} = 1 000 h. Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^h .					As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification. As in 6.7								
6.7 [prior test 4.14] Temperature rise (only for resistors with R _n < R _{crit})	See 5.3.3 $U_{test} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$ Temperature rise.			(6 of the sample)		As in 6.4.								
8.5 [prior test 4.38] Electrostatic discharge	See 5.3.9 <table><tr><th>Style</th><th>U_{HBM}</th></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> n _{pos} = ...; n _{neg} = ... Visual examination. Resistance.	Style	U _{HBM}	...	...	...	...	...	...	D	Group E ⁱ			As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification
		Style	U _{HBM}											
...	...													
...	...													
...	...													
12	20	0												
11.3 [prior tests 4.29, 4.30] Solvent resistance	See 5.3.24 g _{bath} = ... °C; Solvent: ...; t _{imm} = ... s; Rubbing material: ... Visual examination.					As in 6.5.2.								

Periodic tests														
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	p ^c	n ^c	c ^c	Performance requirements								
10.1 [prior test 4.19] Rapid change of temperature, ≥ 100 cycles (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.3.18 $g_{inf} = LCT; g_{sup} = UCT;$ <table><tr><th>Style</th><th>n</th></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Visual examination. Resistance.	Style	n	...	...	...	...	...	...	D	Group F ⁱ			As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.
		Style	n											
		...	...											
		...	...											
		...	...											
36	20	0												
8.2 [prior test 4.27] Single-pulse high-voltage overload test (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.3.7 Pulse shape: ...; $\hat{U}_{test} = ...;$ $n = ... , f \leq ...$ Visual examination. Resistance.	D	Group G ⁱ			As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.								
			12	20	0									

^a Test clause numbers refer to IEC 60115-1:2020, with indication of the prior used test clause number referring to IEC 60115-1:2008 in square brackets.

^b The information given here shall provide a suitable overview of the most relevant parameters of each test, however it shall not take precedence over any more detailed specification given in a respective clause of this document or in a cited normative reference.

^c Refer to Annex A for lists of symbols and of abbreviated terms.

^d This inspection shall be performed after removal of nonconforming items by 100 % testing during the manufacturing process. Whether the lot was accepted or not, all samples used for sampling inspection shall be inspected in order to monitor the outgoing quality level. The sampling level shall be established by the manufacturer, preferably according to IEC 61193-2:2007, Annex A.

If one or more nonconforming items occur in a sample, this lot shall be rejected but all nonconforming items shall be counted for the assessment of a quality level. The statistically verified quality limit (SVQL) shall be calculated by accumulating inspection data according to the method given in IEC 61193-2:2007, 6.2.

^e This test may be replaced by in-production testing if the manufacturer installs an SPC on dimensional measurements or other mechanisms to avoid parts exceeding the dimensional limits.

^f Resistors submitted to this test shall not be measured in group A2 or B1.

^g This test is not applicable if the relevant detail specification explicitly excludes compatibility of the components covered therein with the soldering processes represented by this test. See 5.3.21 and 5.3.22.

^h This measurement is applicable only to insulated resistors.

ⁱ All tests of the sub-group shall be repeated if one or more nonconforming item is obtained. No nonconforming items are permitted in the repeat testing. Release of products may continue during repeat testing.

Annex A (normative)

Symbols and abbreviated terms

A.1 Symbols

α_{LCT}	TCR between the reference temperature and LCT, cold TCR	$10^{-6}/\text{K}$
α_{UCT}	TCR between the reference temperature and UCT, hot TCR	$10^{-6}/\text{K}$
ϑ_{inf}	Lower temperature, e.g. in a respective temperature sequence	$^{\circ}\text{C}$
ϑ_{sup}	Upper temperature, e.g. in a respective temperature sequence	$^{\circ}\text{C}$
ϑ_{amb}	Ambient temperature	$^{\circ}\text{C}$
ϑ_{bath}	Bath temperature, e.g. in solvent resistance or solder bath tests	$^{\circ}\text{C}$
ϑ_{s}	Surface temperature	$^{\circ}\text{C}$
ϑ_{t}	Terminal part temperature	$^{\circ}\text{C}$
ϑ_{test}	Temperature applied in test	$^{\circ}\text{C}$
ϑ_{te70}	Terminal part temperature of endurance at rated temperature 70 $^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
$\Delta\vartheta_{\text{max}}$	Maximum permissible temperature rise	K
λ_{h}	Thermal conductivity of horizontal direction	$\text{W}/(\text{mK})$
λ_{v}	Thermal conductivity of vertical direction	$\text{W}/(\text{mK})$
$\hat{a}$	Acceleration, e.g. in a vibration test	m/s^2
a	Absolute portion of a permitted deviation	Ω
C	Width of a conductor on a test board or PCB	mm
d	Displacement, e.g. in a vibration test	mm
d	Deflection, e.g. in a substrate bending test	mm
D	Diameter of the resistor body	mm
f	Frequency or repetition rate of test loads	$\text{Hz}; \text{min}^{-1}$
f_{pulse}	Repetition rate of a pulse load	Hz
f_1	Lower frequency of a sweep cycle, e.g. in a vibration test	Hz
f_2	Upper frequency of a sweep cycle, e.g. in a vibration test	Hz
G	Grid dimension on a test board or PCB, along the direct axis of a resistor	mm
H	Height of the resistor body	mm
I_{r}	Rated current	A
I_{max}	Maximum permissible current	A
I_{test}	Current to be applied in a respective test	A
$\hat{I}_{\text{test}}$	Peak current to be applied in a respective pulse load test	A
K	Width of Kelvin connection conductor	mm
L	Length of the resistor body	mm
M	Margin on a test board between an outer grid position and the limit of the defined area	mm
n	Sample size	1
n	Number of test cycles	1
n	Arbitrary number, position	1
n_{pos}	Number of discharges with positive polarity in a HBM ESD test	1

n_{neg}	Number of discharges with negative polarity in a HBM ESD test	1
p	Relative portion of a permitted deviation (percentage)	1
p_{amb}	Air pressure, e.g. as an atmospheric condition for testing	kPa
P	Pitch, grid dimension on a test board or test rack, perpendicular to the direct axis of a resistor	mm
P	Dissipation	W
P_{70}	Rated dissipation at 70 °C ambient temperature	W
P_r	Rated dissipation	W
R	Actual resistance	Ω
R_{crit}	Critical resistance, $R_{\text{crit}} = U_{\text{max}}^2 / P_{70}$	Ω
R_{ins}	Insulation resistance	Ω
R_{min}	Lowest resistance in a given range	Ω
R_{max}	Highest resistance in a given range	Ω
R_n	Nominal resistance	Ω
R_{rsd}	Residual resistance, actual resistance of a 0 Ω resistor	Ω
$R_{\text{rsd max}}$	Maximum permissible residual resistance	Ω
RH_{test}	Relative humidity of the test atmosphere	%
ΔR	Change of resistance	Ω
$\Delta R/R$	Change of resistance related to the prior measurement	%
t_a	Duration of application of a test flame	s
t_b	Duration of burning after removal of the test flame	s
t_{exp}	Duration of exposure to respective climatic test conditions	h; d
t_{imm}	Duration of immersion, e.g. in solvent resistance or solder bath tests	s
t_{load}	Duration of load applied in respective electrical or mechanical tests	s
t_{on}	Duration of the on state in a periodic load cycle	s; h
t_{off}	Duration of the off state in a periodic load cycle	s; h
t_{pulse}	Duration of a square wave pulse	s
t_{test}	Duration of a test procedure or test sequence	s; h
U_{ins}	Insulation voltage	V
U_{max}	Limiting element voltage, maximum permissible voltage	V
U_r	Rated voltage, $U_r = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$	V
U_{test}	Voltage to be applied in a respective test	V
$U_{\text{test max}}$	Limitation to the voltage applied in a respective test	V
$\hat{U}_{\text{test}}$	Peak voltage to be applied in a respective pulse load test	V
x	Position of measurement	mm
x	Load factor	1
y	Load factor	1
X	Width of pad or land pattern	mm
Y	Length of pad or land pattern	mm

A.2 Abbreviated terms

AC	alternating current, voltage or current of approximate sinusoidal waveform
CAS	Chemical Abstracts Service of the American Chemical Society
CB	certification body
CoC	certificate of conformity
D	destructive
DC	direct current, non-alternating voltage or current
DMR	designated management representative (quality system manager)
ESD	electrostatic discharge
FR4	flame retardant type 4, NEMA grade designation for glass-reinforced epoxy laminate material commonly used in PCBs
HBM	human body model, representation of the capacitance and resistance of a human body for ESD testing
IECQ	IEC quality assessment system for electronic components
IECQ AC	IECQ approved components scheme, a component qualification scheme
IECQ CB	IECQ Certification body
IL	inspection level
IPA	isopropyl alcohol (CAS Registry Number: 67-63-0), also known as Isopropanol, 2-Propanol, or Propan-2-ol
LCT	lower category temperature
MET	maximum temperature of the resistive element
ND	non-destructive
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
PCB	printed circuit board
QA	qualification approval
RC	style designation for "Resistor, Cylindrical", typically used for SMD film resistors
RMS	root mean square, designating an effective alternating voltage or current
RR	style designation for "Resistor, Rectangular", typically used for SMD film resistors
RT	style designation for "Resistor, Transverse", typically used for SMD film resistors
RW	style designation for "Resistor, wire-wound", typically used for SMD wire-wound resistors
SMD	surface-mounted device
SPC	statistical process control
SVQL	statistically verified quality limit
TCR	temperature coefficient of resistance
U	suffix to style designations for axial leaded film resistors, if formed subsequently to a radial version with upright body position
UCT	upper category temperature

Annex B (normative)

Visual examination criteria

B.1 General

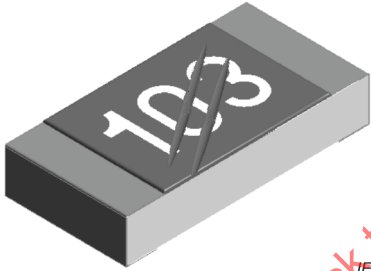
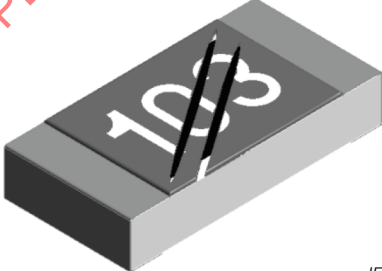
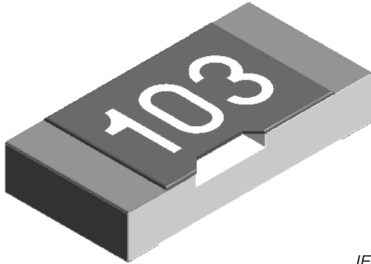
The pictures and figures presented in this annex shall be considered as representative examples of typical product appearance and of feasible imperfections.

B.2 Criteria for general visual examination of body of specimens

Typical defect modes that occur to the body of the resistors are shown in Table B.1.

The specimens in Table B.1 are illustrated with marking of numerical numbers but the criteria are set unrelated to the condition of the marking. Criteria for the marking conditions are indicated in Clause B.4.

Table B.1 – Visual examination criteria of body of specimen

Acceptable	Not acceptable
 IEC	 IEC
Scratches that do not penetrate the coating and do not expose the resistive element should be accepted.	Scratches that penetrate the coating and expose the resistive element shall not be accepted.
 IEC	 IEC
Chipping of coating material without exposure of the resistive element should be accepted.	Chipping with exposure of the resistive element shall not be accepted.
 IEC	
Chipping of ceramic substrate without exposure of the resistive element should be accepted.	

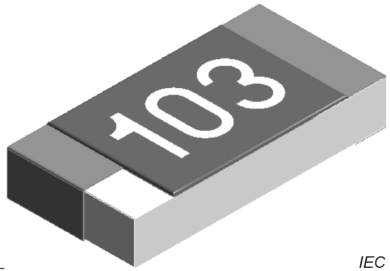
Acceptable	Not acceptable
 IEC	 IEC
Burr and chipping within the dimension tolerance should be accepted.	Burr and chipping exceeding the dimension tolerance shall not be accepted.

B.3 Criteria for general visual examination of electrode of specimen

Typical defect modes that occur to the electrode of the resistors are shown in Table B.2.

The specimens in Table B.2 are illustrated with marking of numerical numbers but the criteria are set unrelated to the condition of the marking. Criteria for the marking conditions are indicated in Clause B.4.

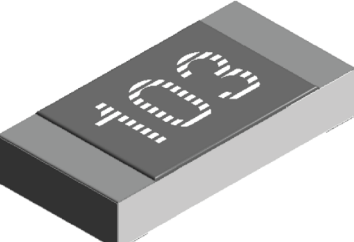
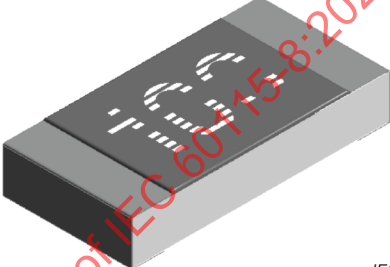
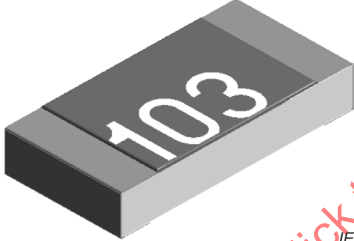
Table B.2 – Visual examination criteria of electrode of specimen

Acceptable	Not acceptable
 IEC	 IEC
Chipping of electrode that is $< 40\%$ of the entire electrode area should be accepted.	Chipping of electrode that is $\geq 40\%$ of the entire electrode area shall not be accepted.

B.4 Criteria for general visual examination of marking of specimen

Typical defect modes that occur to the marking of the resistors are shown in Table B.3.

Table B.3 – Visual examination criteria of marking of specimen

Acceptable	Not acceptable
 IEC	
Clear and legible marking in the centre of the specimen is acceptable.	
 IEC	 IEC
Unclear marking but legible without confusion with other numbers should be accepted.	Unclear marking that are illegible and can be confused with other numbers shall not be accepted.
 IEC	
Misalignment of marking but legible without confusion with other numbers should be accepted.	

B.5 Criteria for packaging

The visual criteria for the packaging of the specimen are left open for the detail specification to cover because there are various external appearances which cannot be generalized. However, the items listed in 6.5.3 shall be covered in the detail specification.

Annex C (informative)

Workmanship requirements for the assembly of SMD resistors

C.1 General

These workmanship requirements apply to the mounting of resistors on a circuit board. They however do not address issues like design and manufacture of the circuit board, or choice of solder alloy and execution of a soldering process.

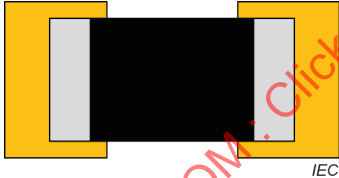
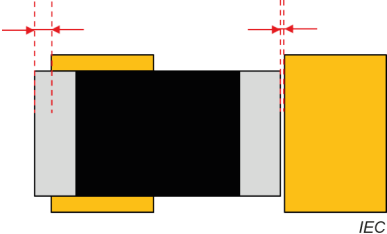
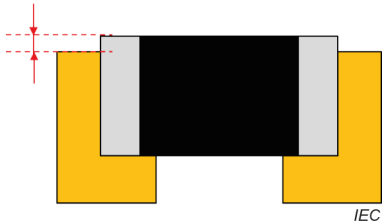
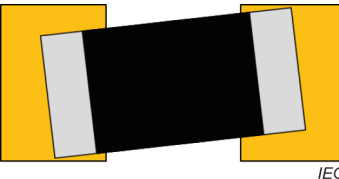
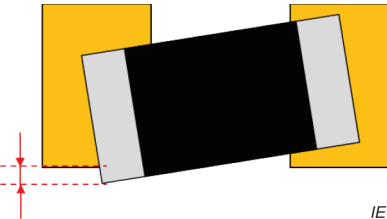
NOTE These workmanship requirements are based on the applicable requirements for soldered assemblies as given by IEC 61191-1, IEC 61191-2 and IPC A-610.

To secure the reproducibility of the tests, automatic solder paste printers and automatic mounters should be used. When manual equipment is used, the variation of the finishing should be considered.

C.2 Out of alignment from solder pad

Table C.1 shows acceptable and not acceptable mounting alignment for general SMD resistors. The figures are represented by rectangular (RR) resistors, but the conditions are applicable to RT and RC styles in a similar fashion.

Table C.1 – Acceptable and non-acceptable mounting alignment

Acceptable	Not acceptable
	
Specimen is properly mounted in the centre of the pad.	Specimen is protruded from the copper pad in the X-axis direction. Or one side of the electrode is not connected to the pad.
	
Specimen is deviated away from the centre but is set within the pad.	Specimen is protruded from the pad in the Y-axis direction.
	
Specimen is slightly angled but is set within the pads.	Specimen is angled and protruded from either one of the pads.

The actual criteria, degree or values are to be determined in the relevant specification but to secure the reproductivity of the tests, these points shall be followed because the misalignment of mounting will result in large variation in physical and cyclic tests.

C.3 Formation of fillet

C.3.1 Function of the fillet

The figuration of the fillet that is formed in the soldering process influences the reliability of the soldering. A solder fillet that forms a smooth concave curve spreading to the bottom and leaving the electrode observable is said to be a good fillet. The wettability of the specimen's electrode and pad of the circuit board, amount of solder and soldering conditions all preform a crucial function in forming the fillet. Therefore, it is important to use the properly controlled specimen and circuit board and apply enough solder and implement the correct soldering condition.

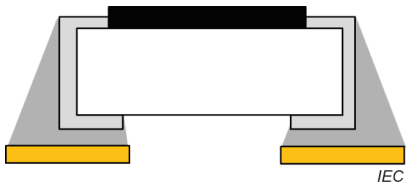
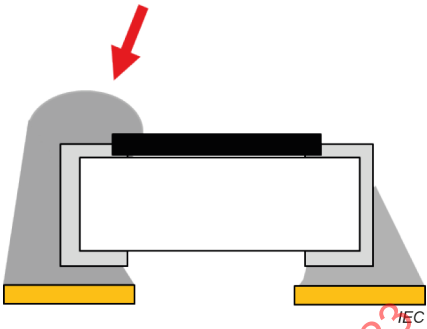
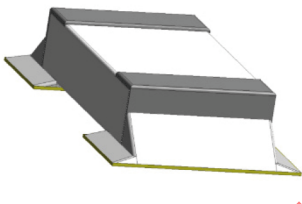
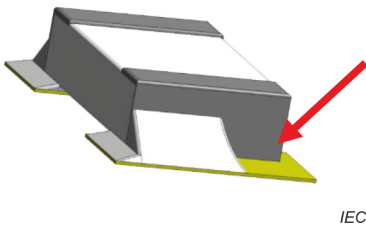
C.3.2 Rectangular (RR) and transverse (RT) resistors

The points to be considered for RR and RT resistors are common. The figures are shown with typical RR resistors, but the same condition can be applied to RT resistors.

Unless otherwise specified in the detail specification, the ideal coverage of the solder is up to the top of the height of the electrode as shown in Table C.2, but coverage down to half of the height shall be accepted.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023

Table C.2 – Fillet of RR and RT resistors

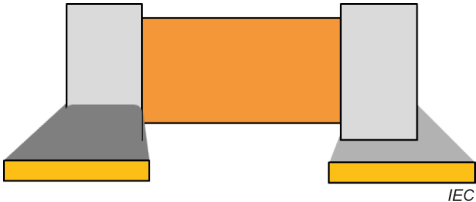
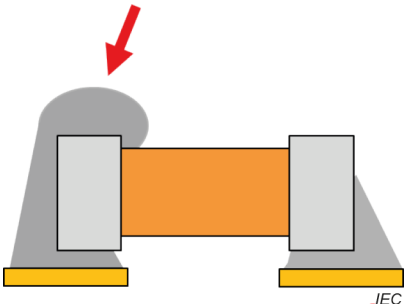
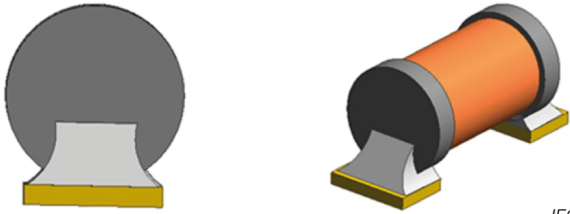
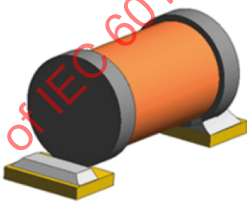
Acceptable	Not acceptable
	
Front fillet fully covers the electrode. This condition is preferred for the stable reproducibility of the test.	Solder fillet is formed over the specimen exceeding the top electrode.
	
Front fillet covers more than 1/2 of the electrode.	Front fillet does not cover 1/2 of the electrode.
	
Solder fillet covers the electrode from one side of the edge to the other.	Solder fillet does not cover the electrode from edge to edge. Partial de-wetting of electrode shall not be accepted.

C.3.3 Cylindrical (RC) resistors

Unless otherwise specified in the detail specification, for the front fillet, the ideal coverage of the solder is 1/2 the height of the electrode as shown in Table C.3, but coverage down to a quarter of the height shall be accepted.

For RC resistors, the main function of the fillet is achieved by the side fillet. The ideal form of the side fillet is shown in Table C.3.

Table C.3 – Fillet of RC resistors

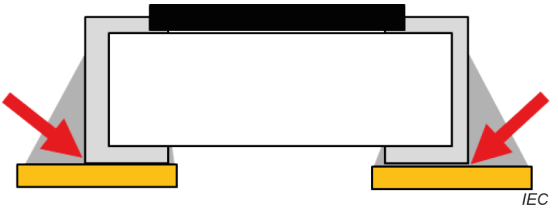
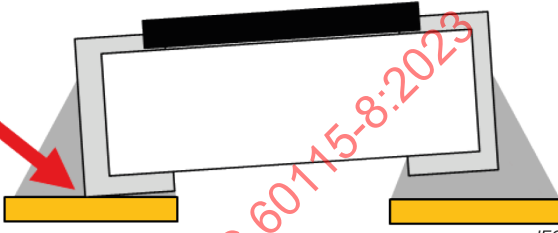
Acceptable	Not acceptable
	
Front fillet can be observed by eye. This condition is preferred for the stable reproductivity of the test. Left-side fillet is the outer look, and the right-side fillet is the cross section.	Solder fillet is formed over the specimen exceeding the height of specimen.
	
Front fillet covers more than 1/4 of the electrode.	Front fillet does not cover 1/4 of the electrode.

C.4 Thickness of solder paste between the pad and electrode

Thickness of solder between the pad and bottom electrode cannot be determined since it is not visible from the outside. However, it is necessary to have at least a layer of solder paste for sufficient connection. Table C.4 shows the ideal situation of the solder paste thickness between the bottom electrode and copper pad.

NOTE Using the 100 µm to 150 µm metal screen mask for solder printing is likely to form a sufficient 10 µm to 20 µm thickness layer of solder between the electrode and pad.

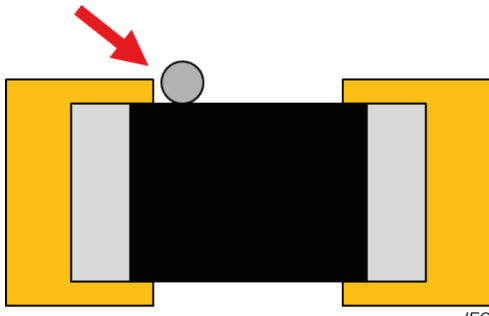
Table C.4 – Thickness of solder paste between the pad and electrode

Acceptable	Not acceptable
	 Gap between the electrode and pad is too small and the solder paste is not enough to maintain function. 
Solder paste thickness between the electrode and copper pad are formed properly and the thickness or the gap is even on both sides.	Specimen is tilted and the gap between the electrode and pad on one side is not appropriate.

C.5 Solder ball

No solder balls shall be observed. This defect has the possibility of causing short circuit.

Table C.5 – Solder ball

Acceptable	Not acceptable
	
No adherence of foreign or extra substances.	Solder ball formed by excessive solder paste.

Annex D (normative)

0 Ω resistors (jumpers)

D.1 General

This annex permits coverage of 0 Ω resistors within the same specification and within the same quality assessment scheme, if they are considered as a supplementary part of resistors with $R_n > 0 \Omega$.

All the rulings of this sectional specification are applicable to 0 Ω resistors, except where specific deviations are given in Clause D.1 to Clause D.7.

D.2 Preferred characteristics

For 0 Ω resistors, the preferred characteristics given in Clause 4 of this sectional specification apply with the following modifications:

- Subclause 4.3, preferred climatic categories: the climatic category specified within the same specification for the resistors with $R_n > 0 \Omega$ shall apply to the testing of 0 Ω resistors. If more than a single climatic category is specified, the most severe shall apply to the testing of 0 Ω resistors.
- Subclause 4.4, resistance: the resistance value of the 0 Ω resistors is 0 Ω ;
- Subclause 4.5, tolerance on resistance: this characteristic is not applicable to 0 Ω resistors as it applies a symmetric relative tolerance; instead, a maximum permissible residual resistance $R_{rsd \max}$ shall be applied as an asymmetric absolute tolerance, to be selected from the preferred values: 10 m Ω ; 20 m Ω and 50 m Ω .
- Subclause 4.7, limiting element voltage: the limiting element voltage $U_{\max}$ is not applicable to 0 Ω resistors; instead, a DC or AC RMS maximum permissible current $I_{\max}$ shall be applied.

D.3 Tests and test severities

For 0 Ω resistors, the specifications for tests given in Clause 5 of this sectional specification apply with the following modifications:

- Neither a test voltage U_{test} nor a limitation of the test voltage by $U_{\text{test max}}$ is applicable to 0 Ω resistors; instead, a respective specification for I_{test} shall be applied, which may be based on the rated current $I_r = \sqrt{P_{70} \cdot R_{rsd \max}}$.
- The rated voltage $U_r = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$ is not applicable to 0 Ω resistors; instead, the maximum permissible current $I_{\max}$ shall be applied.
- Subclause 5.3.6, short-term overload test: the specified test voltage is not applicable to 0 Ω resistors; instead, the following shall be applied:
the preferred overload test current is

$$I_{\text{test}} = 2,5 \cdot I_{\max}.$$

where

$I_{\max}$ is the maximum permissible current.

The overload duration t_{load} shall be the same as used for resistors with $R_n > 0 \, \Omega$.

- Subclause 5.3.7, single-pulse high voltage overload test: this test is not applicable to $0 \, \Omega$ resistors.
- Subclause 5.3.8, periodic-pulse high-voltage overload test: the specified test voltage is not applicable to $0 \, \Omega$ resistors; instead, the following shall be applied:

The preferred pulse overload test current is

$$\hat{I}_{\text{test}} = \sqrt{25} \cdot I_{\max}$$

where

$I_{\max}$ is the maximum permissible current.

For any advanced overload condition, the respective test current shall be applied as correspondingly established via the overload factor.

- Subclause 5.3.9, electrostatic discharge (ESD) test: This test is not applicable to $0 \, \Omega$ resistors.
- Subclause 5.4.2, periodic-pulse overload test: The specified test voltage is not applicable to $0 \, \Omega$ resistors; instead, the following shall be applied:

The preferred pulse overload test current is

$$\hat{I}_{\text{test}} = \sqrt{15} \cdot I_{\max}$$

where

$I_{\max}$ is the maximum permissible current.

D.4 Performance requirements

For $0 \, \Omega$ resistors, the performance requirements given in Clause 6 of this sectional specification apply with the following modifications:

- Subclause 6.2, limits for change of resistance at tests: The specified stability classes and the specified limits for change of resistance are not applicable to $0 \, \Omega$ resistors; instead compliance of the residual resistance R_{rsd} with the maximum permissible residual resistance $R_{\text{rsd max}}$ shall be applied as a limit to each test:

$$R_{\text{rsd}} \leq R_{\text{rsd max}}$$

- Subclause 6.3, temperature coefficient of resistance: The specified limits for change of resistance are not applicable to $0 \, \Omega$ resistors.

D.5 Marking, packaging and ordering information

For 0 Ω resistors, the provisions given in Clause 7 of this sectional specification apply with the following modifications:

- Subclause 7.1, marking of the component:
If 0 Ω resistors are considered as being part of a family of resistors which are marked with colour code according to IEC 60062:2016, Clause 3, then the 0 Ω resistors shall be marked with a single black colour band.
If 0 Ω resistors are considered as being part of a family of resistors which are marked with letter and digit code according to IEC 60062:2016, Clause 4, then the 0 Ω resistors shall be marked with a single digit zero.
- Subclause 7.4, ordering information: the specification of the tolerance on resistance and of the temperature coefficient of resistance is not required for the ordering of 0 Ω resistors.
The detail specification may specify the use of fill characters instead of the tolerance and TCR in order to maintain a consistent length of the ordering information.

D.6 Detail specification

For 0 Ω resistors, the information given in Clause 8 of this sectional specification applies with the modifications as given in this annex.

D.7 Quality assessment procedures

For 0 Ω resistors, the quality assessment procedures given in Clause 9 of this sectional specification apply with the following modifications:

- Neither a test voltage U_{test} nor a limitation of the test voltage by $U_{\text{test max}}$ is applicable to 0 Ω resistors; instead, a respective specification for I_{test} shall be applied.
- The maximum permissible current I_{max} shall be used where the rated voltage $U_r = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$ is required.
- For the formation of inspection lots, 0 Ω resistors are not considered part of any range of resistors; therefore, they shall not be applied as the lowest resistance within such range.

The temperature rise test of IEC 60115-1:2020, 6.7 is applicable to 0 Ω resistors.

For the qualification approval and for the quality conformance inspection of 0 Ω resistors, the following tests applied in the respective test schedule of IEC 60115-1:2020, Table 6 or IEC 60115-1:2020, Table 7 are not applicable to 0 Ω resistors:

- the temperature coefficient of resistance test of IEC 60115-1:2020, 6.2;
- the single-pulse high-voltage overload test of IEC 60115-1:2020, 8.2;
- the electrostatic discharge test, human body model, of IEC 60115-1:2020, 8.5.

Annex E (informative)

Guidance on the application of optional and/or additional tests

E.1 General

The optional and/or additional tests offered in 5.4 of this document are not included in any of the presented test schedules. This annex provides a recommendation for the suitable implementation of each test into the test schedules.

E.2 Single-pulse high-voltage overload test

For resistors categorized as level P or level R, the single-pulse high-voltage overload test is employed with a severity based on the pulse shape 10/700. The 10/700 based severity of this test may be replaced by a severity based on the pulse shape 1,2/50, where suitable higher overload factors x and y should be established to maintain the discriminative relevance of this test.

This affects group 14 of Table 12 and group G of Table 13 as shown in Table E.1. The presented table fragments should be used as a direct replacement in the respective table, hence the footnote references in Table E.1 point to the table footnotes of the original tables.

Table E.1 – Implementation of the single-pulse high-voltage overload test

Entry for the test schedule for the qualification approval						
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements	
8.2 Single-pulse high-voltage overload test (Variation of prior test 4.27) (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.4.1 Pulse shape: 1,2/50; $\hat{U}_{\text{test}} = x \times \sqrt{P_{70} \times R_n}$; limited by $\hat{U}_{\text{test}} \leq y \times U_{\text{max}}$ $n = \dots, f \leq \dots$. Visual examination. Resistance.	D	Group 14		As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.	
			...	0		
Entry for the test schedule for quality conformance inspections						
Periodic tests						
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	p ^c	n ^c	c ^c	Performance requirements
8.2 Single-pulse high-voltage overload test (Variation of prior test 4.27) (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.4.1 Pulse shape: 1,2/50; $\hat{U}_{\text{test}} = x \times \sqrt{P_{70} \times R_n}$; limited by $\hat{U}_{\text{test}} \leq y \times U_{\text{max}}$ $n = \dots, f \leq \dots$. Visual examination. Resistance.	D	Group G ⁱ			As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.
			12	20	0	

E.3 Periodic-pulse overload test

For resistors categorized as level P or level R, a periodic-pulse overload test is employed in the test schedule for the qualification approval. While the periodic-pulse overload test of IEC 60115-1:2020, 8.4 has been employed in a variety of historical detail specifications on leaded low-power film resistors, this test is considered inadequate in light of modern application requirements and therefore has been replaced by the more severe periodic-pulse high-voltage overload test of IEC 60115-1:2020, 8.3.

There can however be specifications requiring a strict continuance of the historical test requirements. In such cases, the periodic-pulse high-voltage overload test may be replaced by the traditional periodic-pulse overload test.

This only affects group 12 of Table 12, as shown in Table E.2. The presented table fragment should be used as a direct replacement in the respective table, hence the footnote references in Table E.2 point to the table footnotes of the original tables.

Table E.2 – Implementation of the periodic-pulse overload test

Entry for the test schedule for the qualification approval					
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements
8.4 [prior test 4.39] Periodic-pulse overload test (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.4.2 $\hat{U}_{\text{test}} = \sqrt{15 \times P_{70} \times R_n}$, limited by $\hat{U}_{\text{test}} \leq 2 \times U_{\text{max}}$; $t_{\text{on}} = 0,1 \text{ s}$; $t_{\text{off}} = 2,5 \text{ s}$ $n = 1\,000$. Visual examination. Resistance.	D	Group 12		As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.
			...	0	

E.4 Operation at low temperature

For resistors categorized as level P or level R, modern application requirements can call for a test for operation at low temperature, which would be considered as being more severe than the plain cold test of the climatic sequence. It is, however, not recommended to replace this test in the climatic sequence, in order to maintain the integrity of test results collected over time.

This test is considered destructive to the subjected specimens, hence it is not suitable for sequential combination with another test in an existing test group. It should therefore be established as a new, independent test group in each schedule, probably amended at their ends.

The details of the proposed implementation are shown in Table E.3. The presented table fragments should be used as a direct amendment of the respective table, hence the footnote references in Table E.3 point to the table footnotes of the original tables.

Table E.3 – Implementation of the operation at low temperature test

Entry for the test schedule for the qualification approval					
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements
10.2 [prior test 4.36] Operation at low temperature (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.4.3 $\vartheta_{\text{inf}} = \text{LCT};$ $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limited by $U_{\text{test}} \leq U_{\text{max}}$ Visual examination. Resistance.	D	...	0	As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.

Entry for the test schedule for quality conformance inspections						
Periodic tests						
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	p ^c	n ^c	c ^c	Performance requirements
10.2 [prior test 4.36] Operation at low temperature (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.4.3 $\vartheta_{\text{inf}} = \text{LCT};$ $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limited by $U_{\text{test}} \leq U_{\text{max}}$ Visual examination. Resistance.	D	12	20	0	As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.

The evaluation of results of this test would require suitable acceptance criteria, which could be stated in Table 10. Considering the nature of this test, it can be suitable for allocation to the group of short-term tests.

E.5 Damp heat, steady state, accelerated

For resistors categorized as level P or level R, modern application requirements may call for an accelerated damp heat, steady state test, which would be considered as being more severe than the standard damp heat, steady state test. It is however not recommended to replace this test in the test schedule, in order to maintain the comparability of damp heat test results collected over time.

This test is considered destructive to the subjected specimens; hence it is not suitable for sequential combination with another test in an existing test group. It should therefore be established as a new, independent test group in each schedule, probably amended at their ends.

The details of the proposed implementation are shown in Table E.4. The presented table fragments should be used as a direct amendment of the respective table, hence the footnote references in Table E.4 point to the table footnotes of the original tables.

Table E.4 – Implementation of the test damp heat, steady state, accelerated

Entry for the test schedule for the qualification approval						
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements	
10.5 [prior test 4.37] Damp heat, steady state, accelerated (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.4.4 $\vartheta_{\text{test}} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$; $RH_{\text{test}} = 85\text{ }\%$ $U_{\text{bias}} = 0,1 \times \sqrt{P_{70} \times R_n}$, limited by $U_{\text{bias}} \leq 100\text{ V}$; $t_{\text{test}} = 1\,000\text{ h}$. Visual examination. Resistance.	D	Group ##		As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.	
			...	0		
Entry for the test schedule for quality conformance inspections						
Periodic tests						
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	p ^c	n ^c	c ^c	Performance requirements
10.5 [prior test 4.37] Damp heat, steady state, accelerated (for resistors categorized as level P or R only)	See 5.4.4 $\vartheta_{\text{test}} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$; $RH_{\text{test}} = 85\text{ }\%$ $U_{\text{bias}} = 0,1 \times \sqrt{P_{70} \times R_n}$, limited by $U_{\text{bias}} \leq 100\text{ V}$; $t_{\text{test}} = 1\,000\text{ h}$. Visual examination. Resistance.	D	Group ##			As in 6.5.2. As specified in 6.2 and by the detail specification.
			12	20	0	

The evaluation of results of this test would require suitable acceptance criteria, which could be stated in Table 10. Considering the nature of this test, it can be suitable for allocation to the group of climatic long-term tests.

Annex F (informative)

Temperature rise of recommended test boards in the endurance test at the rated temperature 70 °C

F.1 General

The temperature of the surface mount resistors with self-heating generally depends on the temperature of the space where the assembled printed circuit board is set, convection condition, applied power and heat dissipation characteristic of the board. The general condition of the surface mount resistor in the endurance test at the rated temperature 70 °C is determined by the following details:

- ambient temperature of printed circuit board: 70 °C,
- state of convection: natural convection,
- applied power: rated dissipation of specimen resistor
- used test board: recommended test board

The purpose of this annex is to share common perceptions between the resistor manufacturer and the user of the resistor about the heat dissipation characteristic of the recommended test boards and indicate the temperature of the specimen resistor mounted on the recommended test boards in the endurance test at the rated temperature 70 °C.

In this annex, the resistor temperature of the endurance test at the rated temperature 70 °C is set on the terminal part and the hotspot temperature (point of a resistor where the temperature is the highest) is used only for reference. This was derived from the simulation result.

F.2 Position of the indicated resistor temperature in the endurance test at the rated temperature 70 °C

F.2.1 Simulation model

Figure F.1 shows the simulation model to compare the terminal part temperature, hotspot temperature of the resistive element and the surface hotspot temperature observed from the outside. Two kinds of RR2012M with different resistive element patterns are mounted on the same test boards, set in the same temperature with natural convection and the same power is applied.

The simulator used here is a finite element method simulator. This simulator combines electrical field analysis and heat transfer analysis to observe the influence of the trimming line in the temperature distribution. The total area of the board is postulated to be a square with 100 mm on a side. The boundary condition is as follows. The board would be set under natural convection, with the components mounted on the topside. Heat dissipation by convection is set with a heat conduction ratio of $2,32 \times (\vartheta_s - \vartheta_{amb})^{0.25} \text{ W/(Km}^2\text{)}$ for the top board surface (ϑ_s is surface temperature and ϑ_{amb} is ambient temperature) and $1,16 \times (\vartheta_s - \vartheta_{amb})^{0.25} \text{ W/(Km}^2\text{)}$ for the bottom surface. As for the radiation, both the top and bottom surfaces of the board are set with an emissivity ratio of 0,85. The ambient temperature is set at 25 °C. The difference in electrical potential to both ends of the pattern is adjusted to generate 0,25 W of joule heat per resistor. Additionally, to suppress the temperature rise caused by the Joule heat of the pattern, the resistive value of the resistor is set high to reduce the current.

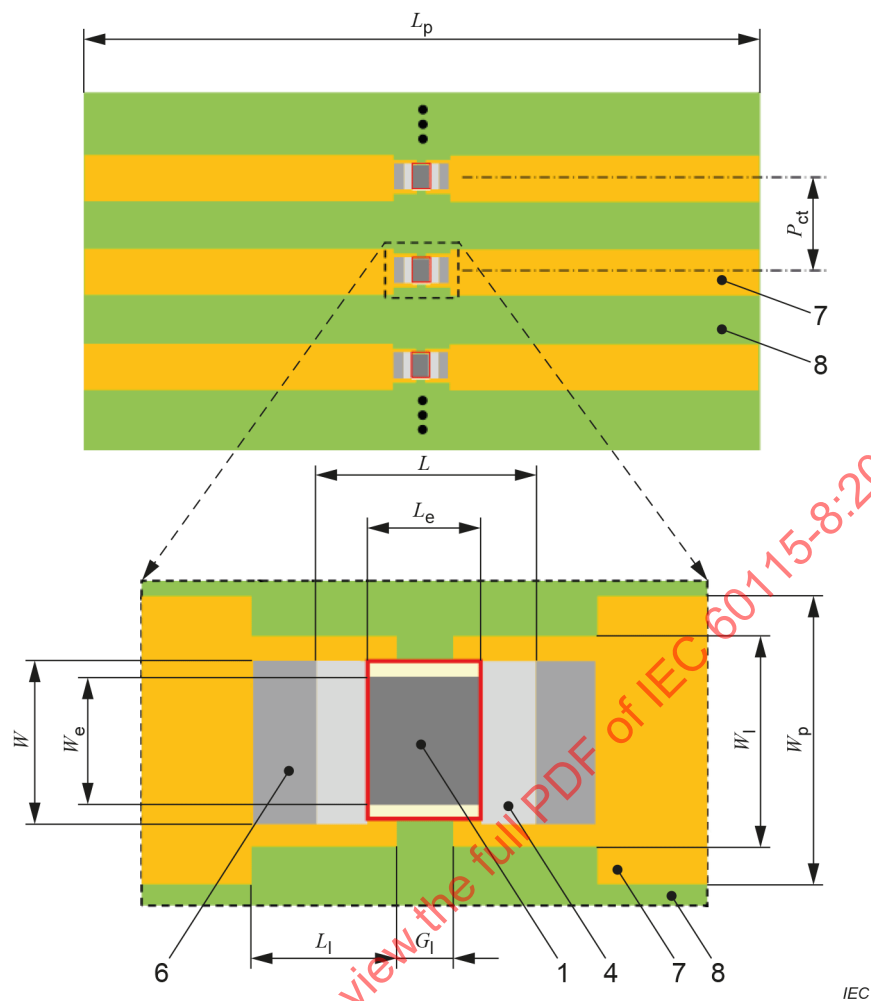


Figure F.1a – Top view and enlarged view of simulation model

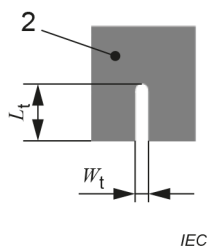


Figure F.1b – Resistive element with trimming line

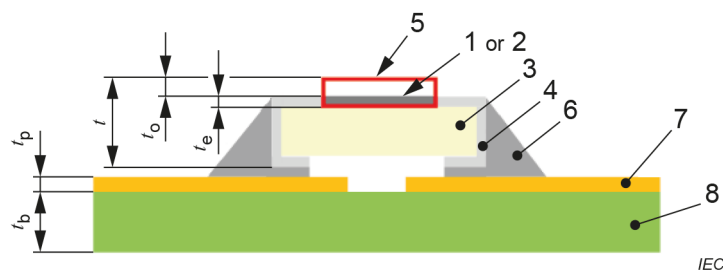


Figure F.1c – Cross-section of simulation model

Key

- 1 resistive element (without trimming line)
- 2 resistive element (single-cut trimming line)
- 3 alumina ceramics
- 4 electrode
- 5 over coat
- 6 solder fillet
- 7 copper trace
- 8 glass-epoxy (FR4)

Figure F.1 – Simulation model

Dimensions of the simulation models are shown in Table F.1 and the physical property values used in the simulation are shown in Table F.2.

Table F.1 – Simulation model dimensions

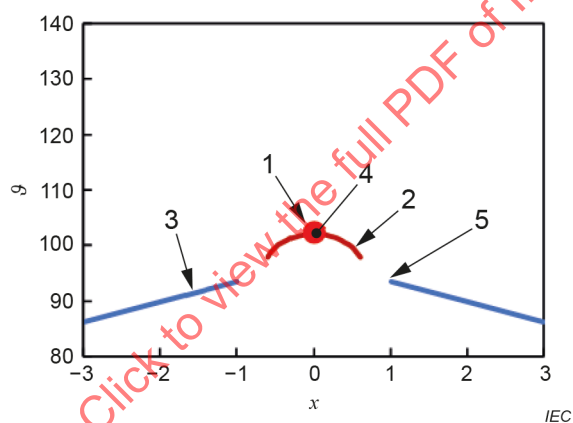
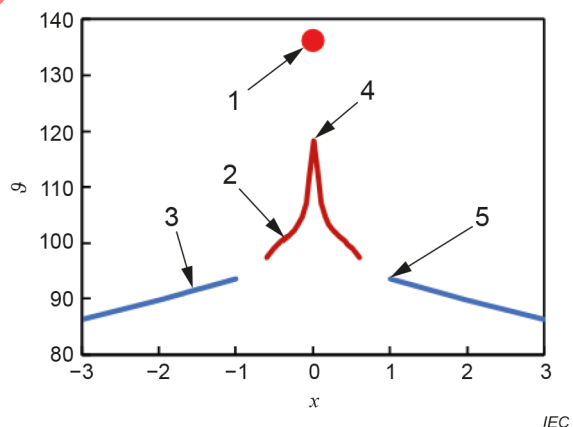
Symbol	Item	Length (mm)
L	length of the resistor	2,0
W	width of the resistor	1,25
t	thickness of the resistor	0,5
L_e	length of the resistive element	1,2
W_e	width of the resistive element	1,0
t_e	thickness of the resistive element	0,01
t_o	thickness of the over coat	0,03
L_{ct}	length of the copper trace	60
W_{ct}	width of the copper trace	2,0
t_{ct}	thickness of the copper trace	0,035
L_l	length of the land pattern	1,3
W_l	width of the land pattern	1,5
G_l	gap length between the land pattern	0,6
P_{ct}	pitch of the copper trace	5,0
t_b	thickness of the printed circuit board	1,6
L_t	length of the trimming line	0,5
W_t	width of the trimming line	0,03
NOTE Symbols shown in this table are partially omitted from Annex A since they are only used in this specific simulation model.		

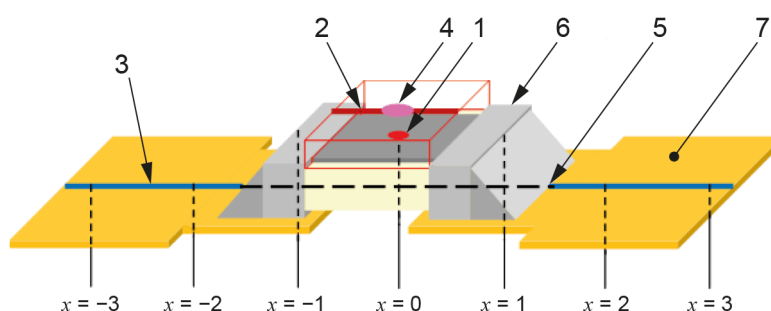
Table F.2 – Physical property values used in simulation

Parts	Thermal conductivity ratio λ (W/(mK))
Resistive element	0,7
Alumina ceramics	21
Electrode	427
Over coat	0,3
Solder fillet	64
Copper trace	402
Glass epoxy (FR4)	(anisotropy) horizontal $\lambda_h = 0,7$ vertical $\lambda_v = 0,35$

F.2.2 Simulation result

Figure F.2 shows the simulation result. The terminal part temperature is the same for resistors with or without the trimming line, but the hotspot temperature and the temperature observed from the surface will have a large difference depending on the existence of the trimming line on the resistive element.

**Figure F.2a – Temperature of resistors without trimming line****Figure F.2b – Temperature of resistors with single cut trimming line**



IEC

Figure F.2c – Temperature measurement point and layout

Key

- x measurement position (mm)
- ϑ temperature (°C)
- 1 hotspot
- 2 temperature distribution of the over coat surface
- 3 temperature distribution of the copper trace
- 4 surface hotspot temperature
- 5 terminal part temperature (93 °C)
- 6 RR2012M resistor
- 7 copper trace

Figure F.2 – Simulation result

F.2.3 Position suitable for determining the resistor temperature at endurance at the rated temperature 70 °C

From the simulation results, it can be observed that the hotspot temperature will easily change depending on the shape of the trimming line. This means that this is non-universal for determining the heat dissipation capability of the recommended test boards. Additionally, it would be difficult to measure the hotspot from the outside. On the other hand, the terminal part temperature does not depend on the shape of the trimming line. Therefore, the terminal part temperature is more suitable for determining the resistor temperature than the hotspot temperature.

Refer to IEC TR 63091 for suitable temperature measurement of the terminal part.

F.3 Applied power of each recommended test board and temperature rise at endurance test at the rated temperature 70 °C

F.3.1 Precautions

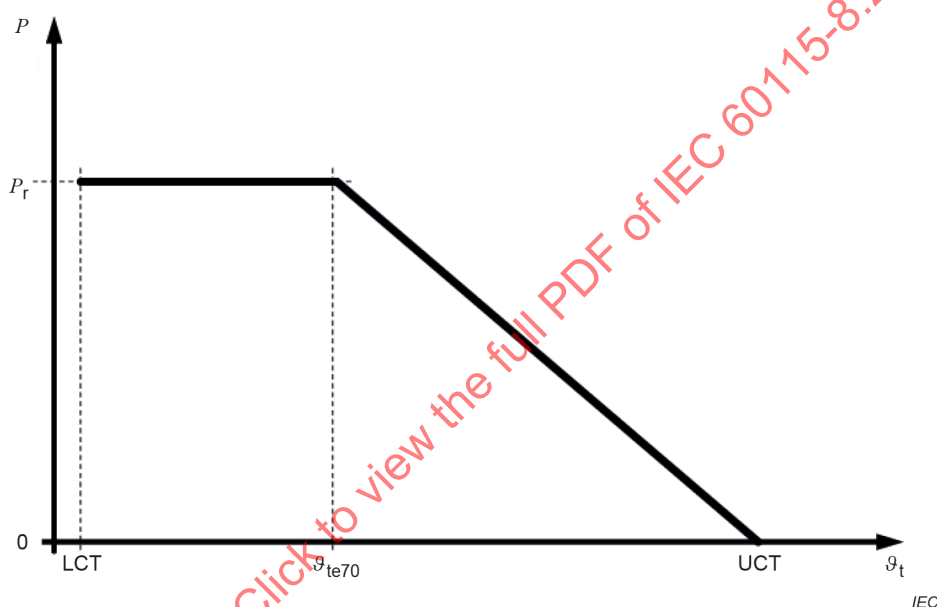
The increase of rated dissipation for the resistors with the same size can cause the recommended test board to become insufficient in the future.

When the endurance test at the rated temperature 70 °C is implemented using a test board which the temperature rise of the terminal part differs largely (a test board of which the heat dissipation characteristic differs largely) from the data shown in this annex, it is strongly recommended to clearly indicate the terminal part temperature of the specimen resistor at the time of the test using the load reduction curve as shown in Figure F.3. This is to make sure not to have a discrepancy between the test results of the resistor manufacturer and the user of the resistor.

The data in this annex is an example when a test board with the vertical direction thermal conductivity $\lambda_v = 0,35 \text{ W/(mK)}$ and the horizontal direction thermal conductivity $\lambda_h = 0,7 \text{ W/(mK)}$ is used. When a test board that has a different λ_v and λ_h compared to the recommended test board is used in the test, there is a high possibility of deviation in the terminal part temperature rise. It is important for the resistor manufacturer to consider the vertical and horizontal thermal conductivity when establishing the recommended test board.

The recommended test boards shown in this document are designed to be at the category temperature of 125 °C at the terminal part when the general rated dissipation is applied to each size of the resistor in the endurance test at the rated temperature 70 °C. This is because the common FR4 PCBs are designed to be used below 130 °C, which is the glass-transition temperature.

All end points and break points on the load reduction curve shall be verified by tests.



Key

- θ_t terminal part temperature
- UCT upper category temperature
- θ_{te70} terminal part temperature of endurance at rated temperature 70 °C
- P applied power
- P_r rated dissipation

Figure F.3 – Load reduction curve with terminal part temperature as x-axis

F.3.2 Data of temperature rise for RR resistors (simulation)

Figure F.4 to Figure F.13 are simulation results of each recommended test board for RR resistors at the endurance test at the rated temperature 70 °C.

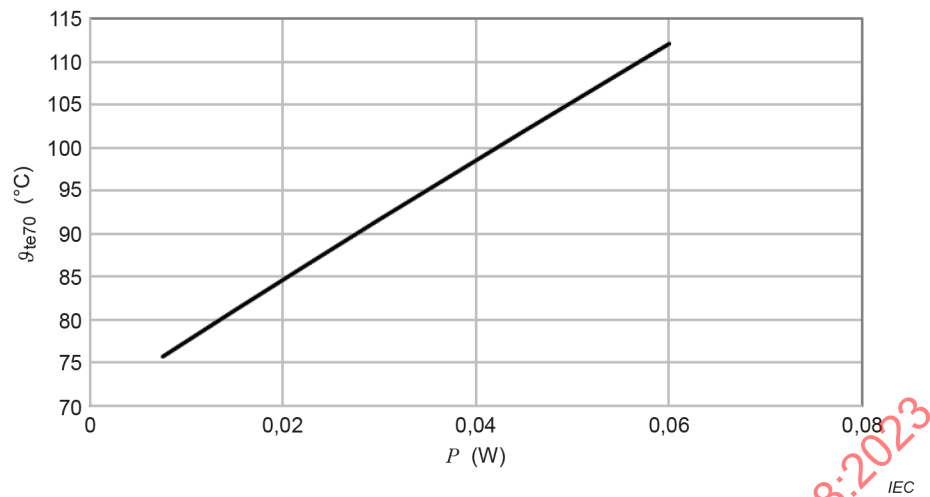


Figure F.4 – RR0402M relationship between power and temperature at 70 °C

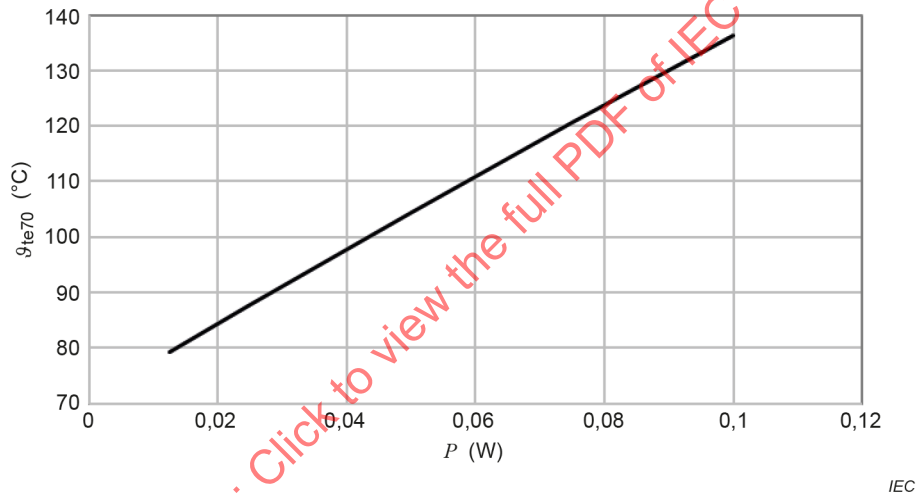


Figure F.5 – RR0603M relationship between power and temperature at 70 °C

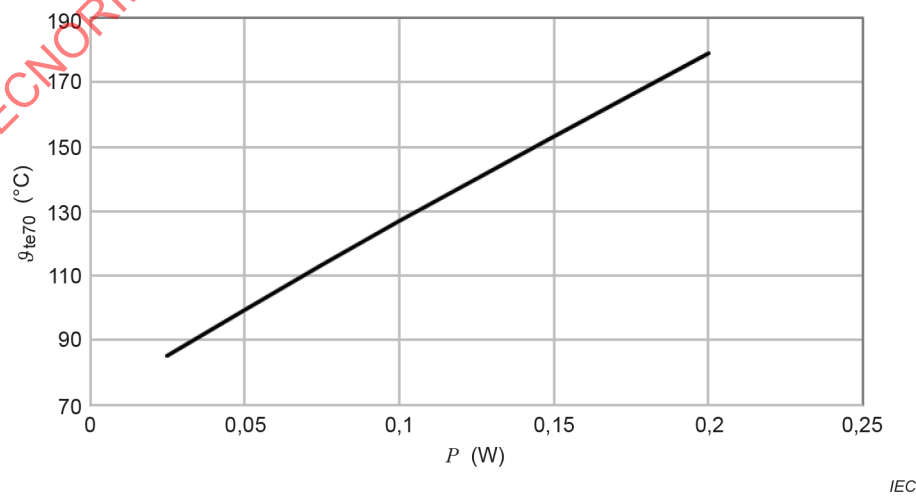


Figure F.6 – RR1005M relationship between power and temperature at 70 °C

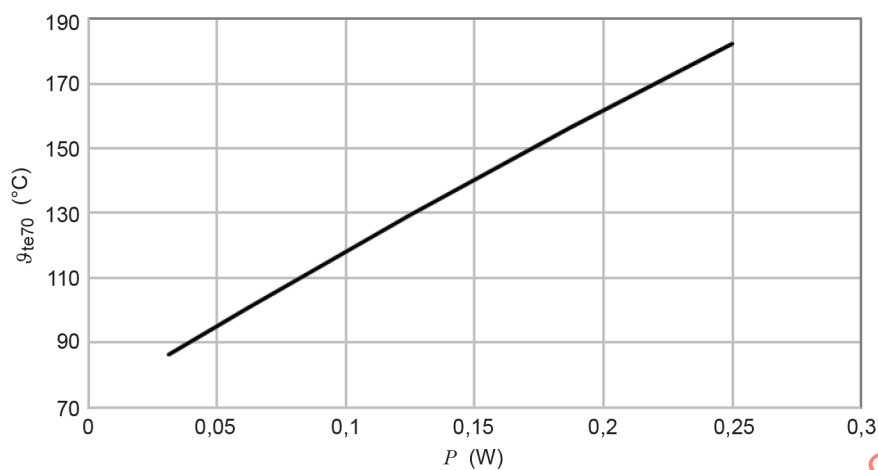


Figure F.7 – RR1608M relationship between power and temperature at 70 °C

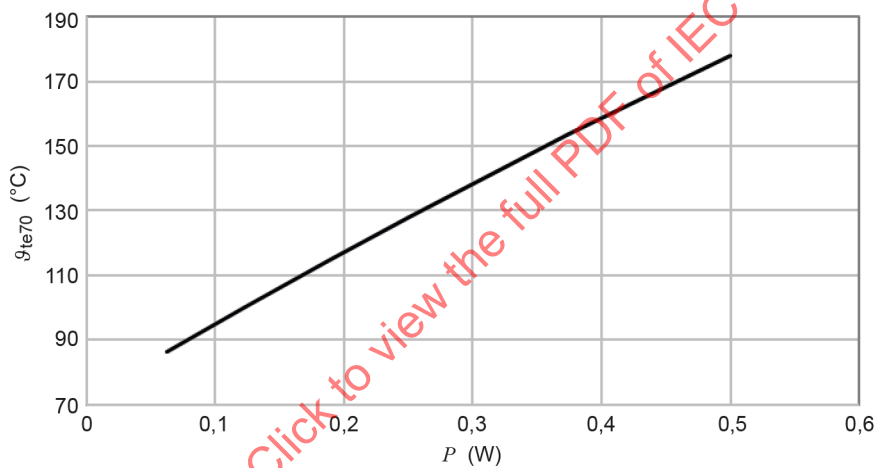


Figure F.8 – RR2012M relationship between power and temperature at 70 °C

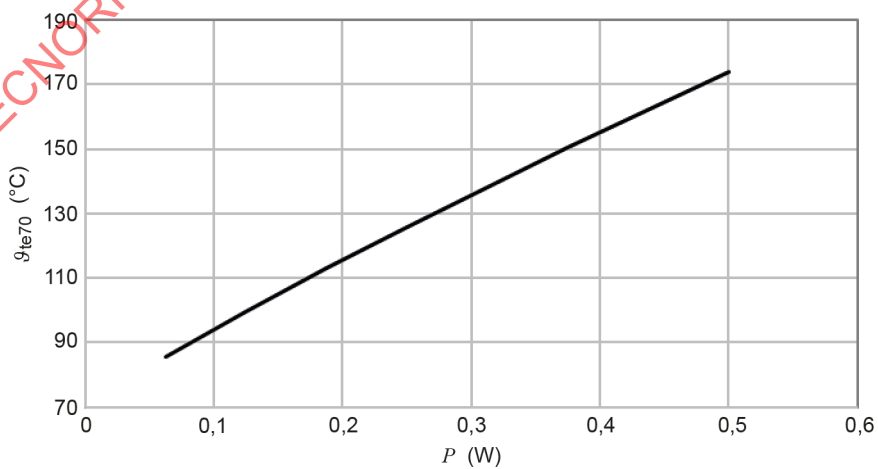


Figure F.9 – RR3216M relationship between power and temperature at 70 °C

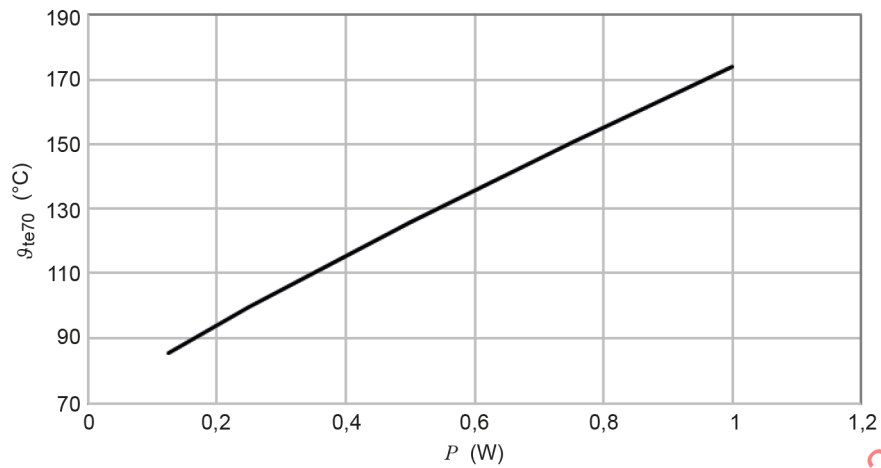


Figure F.10 – RR3225M relationship between power and temperature at 70 °C

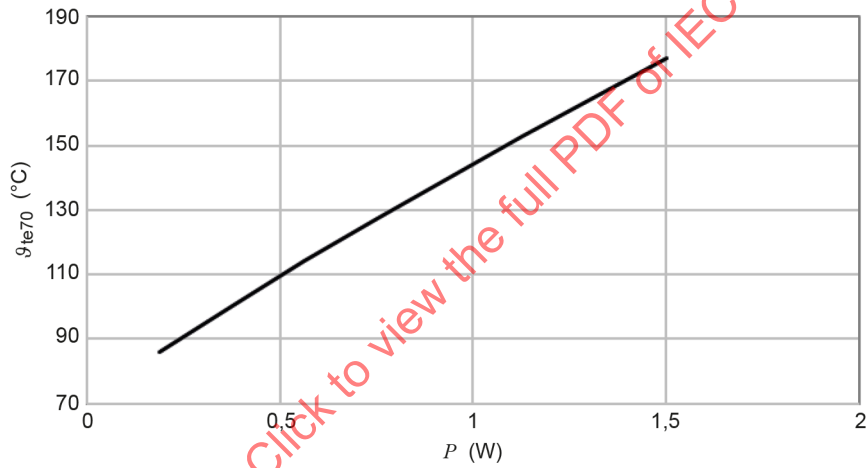


Figure F.11 – RR4532M relationship between power and temperature at 70 °C

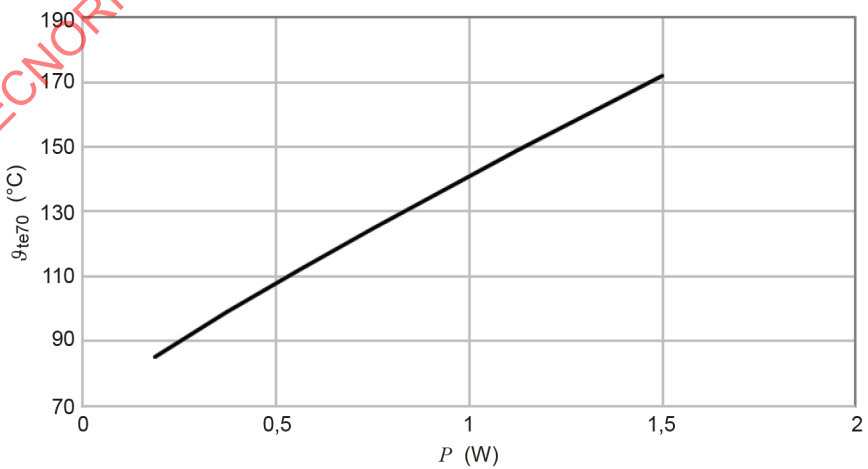


Figure F.12 – RR5025M relationship between power and temperature at 70 °C

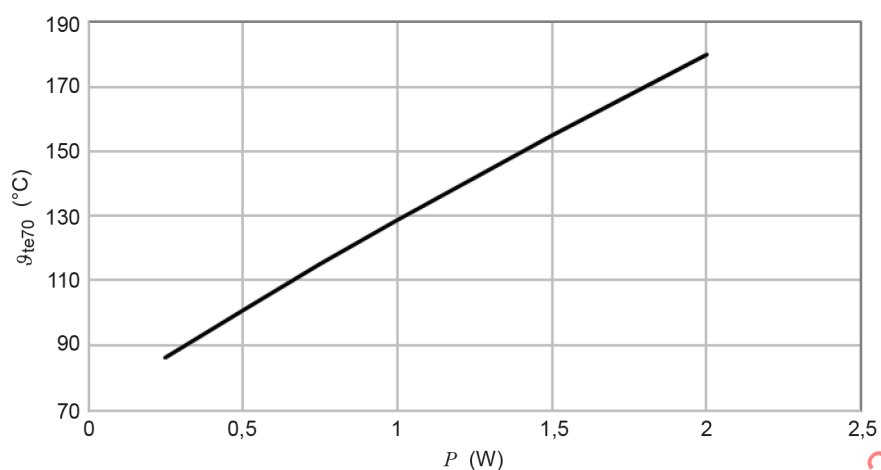


Figure F.13 – RR6332M relationship between power and temperature at 70 °C

F.3.3 Data of temperature rise for RT resistors (simulation)

Figure F.14 to Figure F.20 are simulation results of each recommended test board for RT resistors at the endurance test at the rated temperature 70 °C.

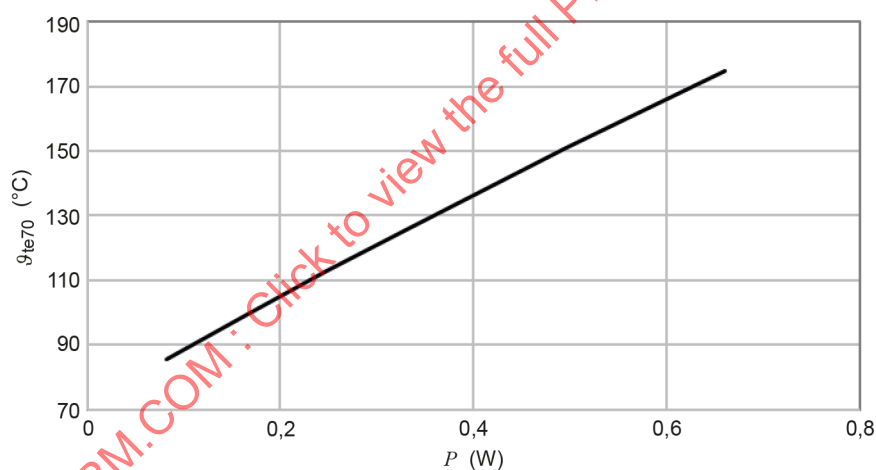


Figure F.14 – RT0510M relationship between power and temperature at 70 °C

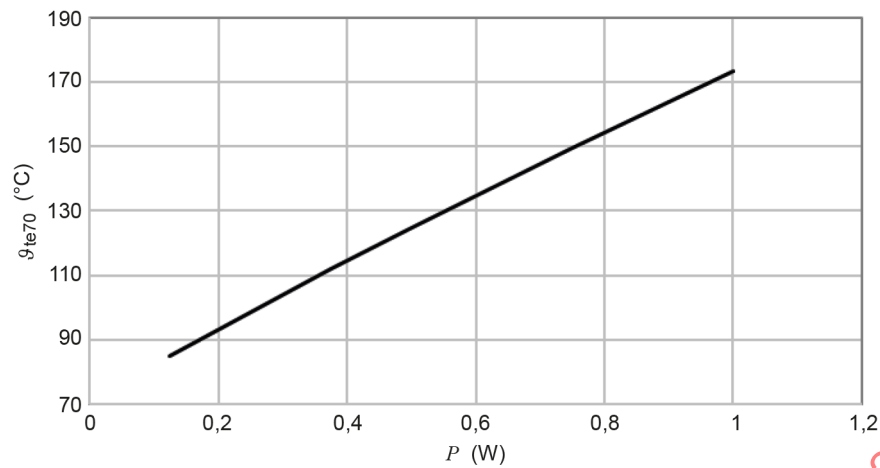


Figure F.15 – RT0816M relationship between power and temperature at 70 °C

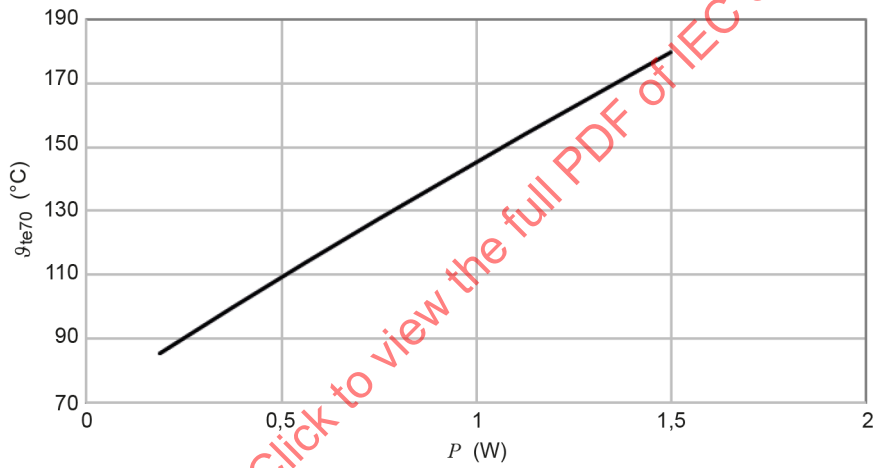


Figure F.16 – RT1220M relationship between power and temperature at 70 °C

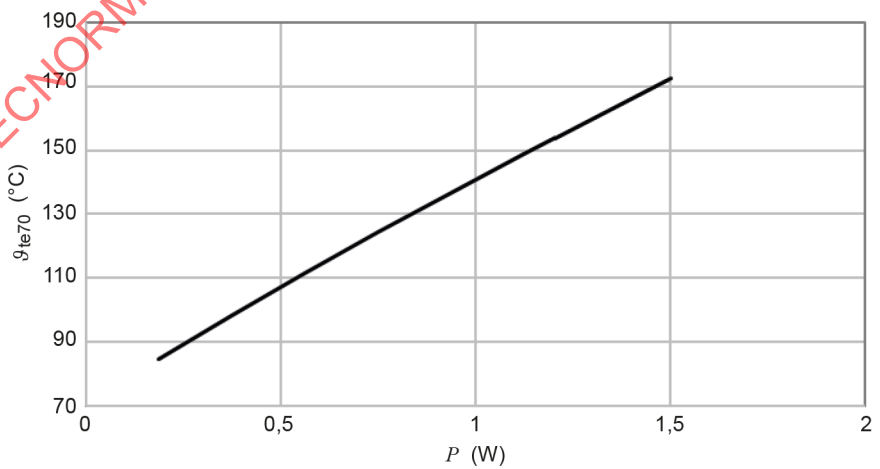


Figure F.17 – RT1632M relationship between power and temperature at 70 °C

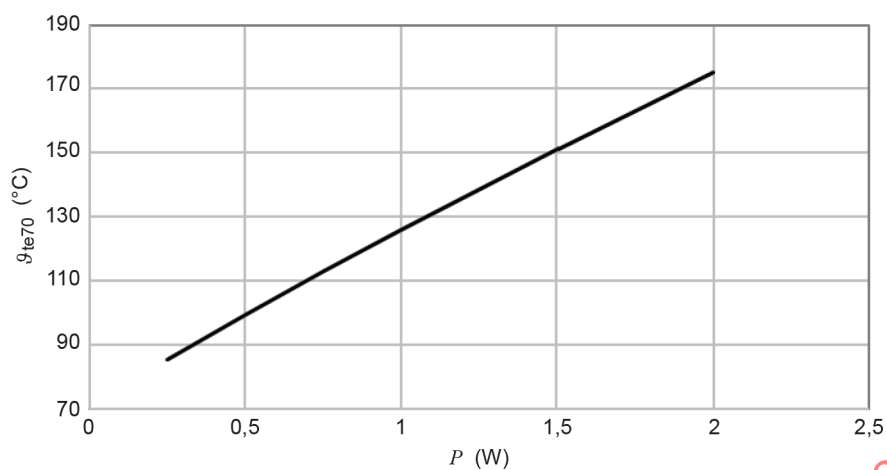


Figure F.18 – RT3245M relationship between power and temperature at 70 °C

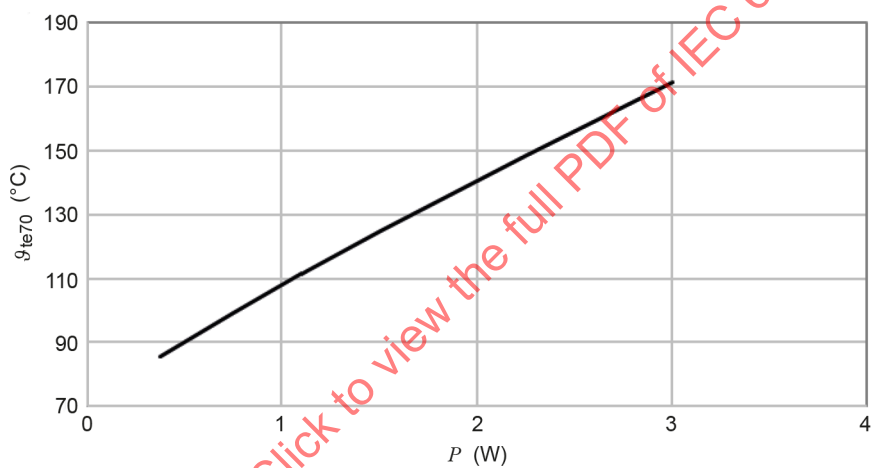


Figure F.19 – RT2550M relationship between power and temperature at 70 °C

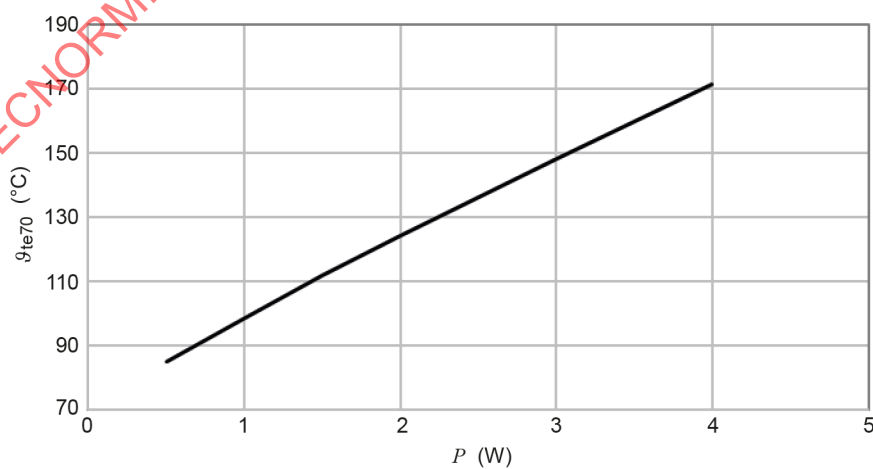


Figure F.20 – RT3263M relationship between power and temperature at 70 °C

F.3.4 Data of temperature rise for RC resistors (Simulation)

Figure F.21 to Figure F.24 are simulation results of each recommended test board for RR resistors at the endurance test at the rated temperature 70 °C.

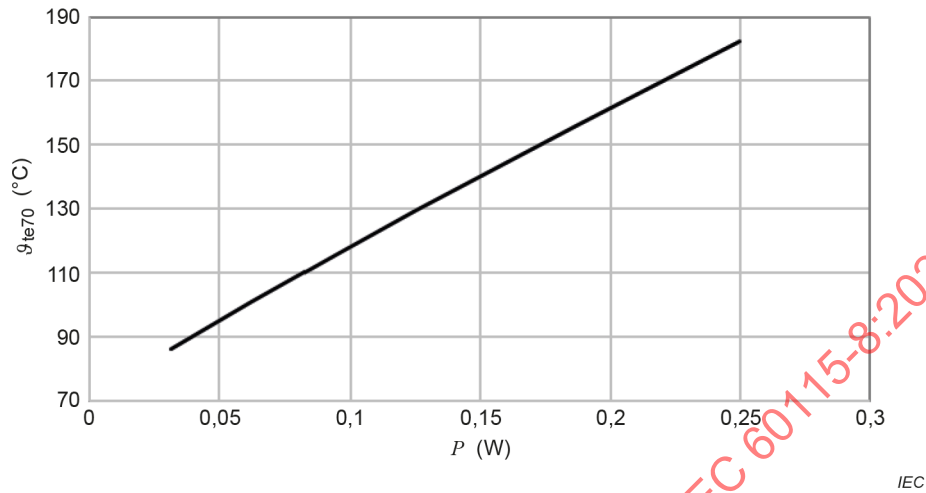


Figure F.21 – RC1610M relationship between power and temperature at 70 °C

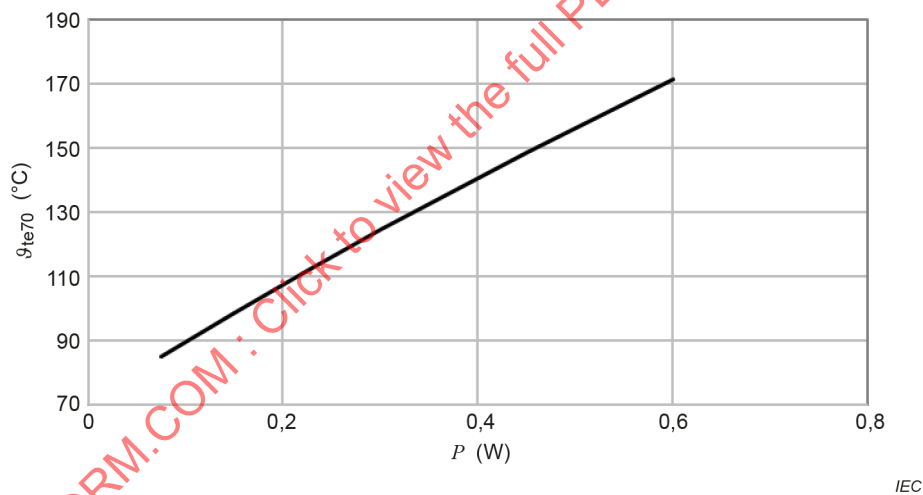


Figure F.22 – RC2012M, RC2211M relationship between power and temperature at 70 °C

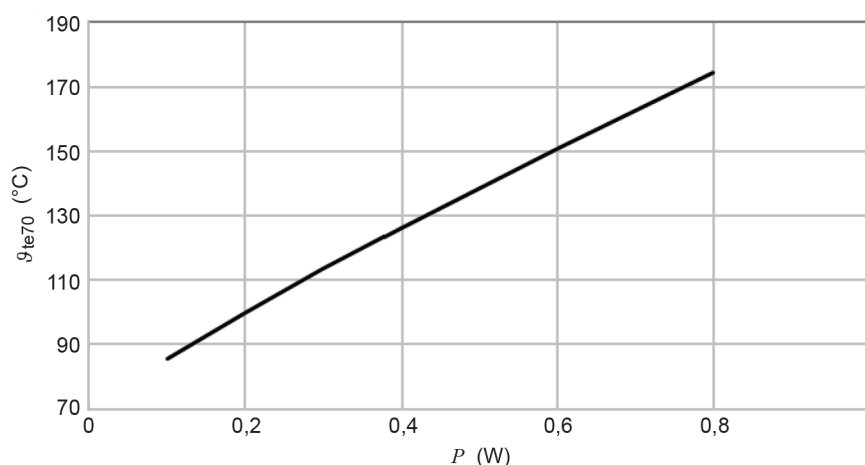


Figure F.23 – RC3514M, RC3715M relationship between power and temperature at 70 °C

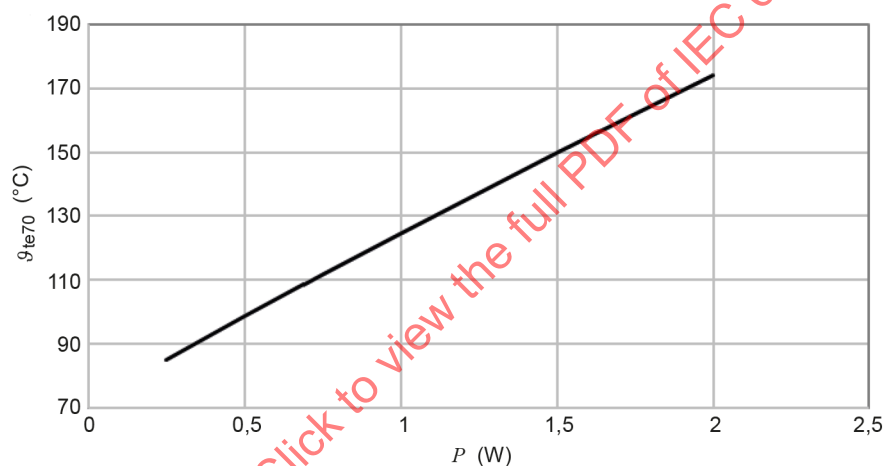


Figure F.24 – RC5922M, RC6123M relationship between power and temperature at 70 °C

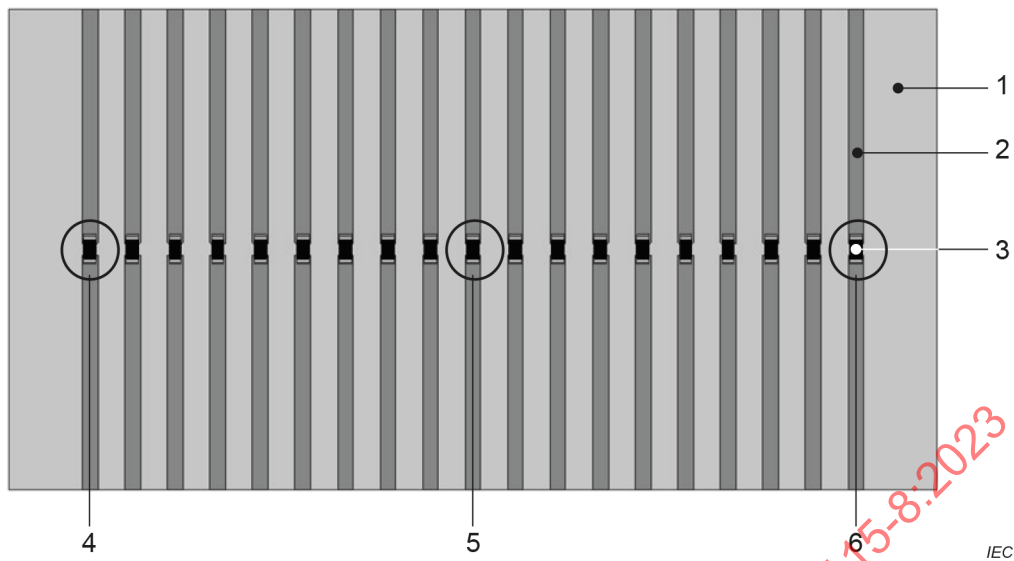
F.4 Ideal number of specimens to mount on each test board

F.4.1 General

Nevertheless, the number of specimens on each board are at the discretion of the executor of tests; it is therefore helpful to show the ideal number of specimens to mount on the test boards. It is necessary to apply the rated dissipation to the recommended test boards at least with the minimum number of specimens to reach the target temperature shown in Table 5, Table 6 and Table 7.

F.4.2 Variation of temperature within the test board

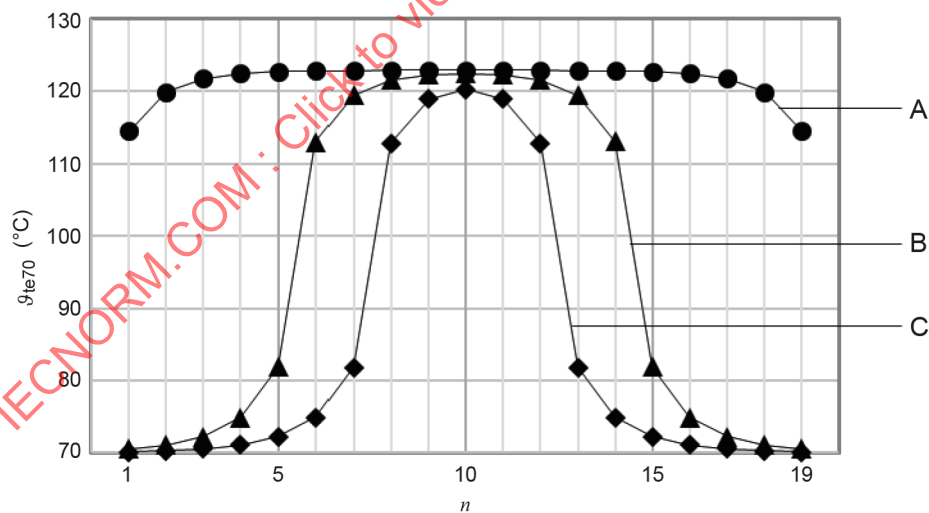
Figure F.25 shows the recommended test board for RR3216M mounted with 19 specimens. The minimum number defined in Table 5 for RR3216M is 18, so this fulfils the recommendation, and one specimen was added to make the specimen an odd number to create the centre. Figure F.26 shows the temperature of each specimen by simulation.



Key

- 1 glass-epoxy (FR4) PCB
- 2 copper trace
- 3 RR3216M resistors
- 4 specimen No.1
- 5 specimen No.10
- 6 specimen No.19

Figure F.25 – Recommended test board for RR3216M mounted with 19 specimens



Key

- n Specimen number
- A RR3216M Specimen No.1 to No.19 applied with 0.25W each
- B RR3216M Specimen No.6 to No.14 applied with 0.25W each
- C RR3216M Specimen No.8 to No.12 applied with 0.25W each

Figure F.26 – Temperature variation depending on the number of specimens mounted

As shown in Figure F.26, the temperature of the terminal part of the specimens in the edge of the test board is lower than that of the centre even when all 19 specimens are applied with the rated dissipation. When the mounted specimens are less than the proposed numbers such as 9 or 5, the number of specimens that do not reach the expected or targeted temperature will increase, which will result in erroneous test accuracy. The reason for providing the minimum number of specimens is to implement the tests under the same condition for as many specimens as possible.

The data shown in the figures of Clause F.3 are terminal part temperatures of the specimen mounted on the centre of the test board when more than the minimum number of specimens are mounted on the test board. These data were calculated by simulation.

The reason for the number of recommended numbers to mount becomes less when the pitch (P) becomes wider is because the adjacent specimens are far apart from each other and the thermal interference from the neighbouring specimens is weakened.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023

Annex G

(informative)

Reason for selecting test boards with extremely wide patterns for high rated dissipation resistors

G.1 General

In recent years, the use of multiple layered printed circuit boards such as 4-layered and 6-layered boards in electronic devices is increasing mainly in automotive applications. When the number of layers of printed circuit boards increases, the heat dissipation capability of the printed circuit board improves. Since the heat dissipation of surface mount components depends largely on the printed circuit board, when the heat dissipation capability of the printed circuit board increases, the temperature rise of surface mount components decreases even when the same power is applied. From these conditions, mainly the transverse (RT) resistors that have not been determined in standards have been set with high rated dissipations based on a prerequisite for using a printed circuit board with a high heat dissipation capability. The market is requesting high-rated dissipation settings for these products, so each manufacturer would have been using their original test boards when implementing tests before releasing these products to fulfil the requests. To standardize these products with high rated dissipations, it would be necessary to balance the heat dissipation capability with the manufacturing cost of the test boards. Therefore, to achieve the heat dissipation capability equivalent to the multilayer boards with the traditional low cost FR4 single-sided board, the wide pattern is adopted to the recommended test boards for high rated dissipation products.

G.2 Simulation example of recommended test board for RT3263M made to be equivalent to the usage condition

The simulation model and the result of the recommended test board for RT3623M that is set under 70 °C natural convection condition, and with 2 W applied to each resistor, are shown in Figure G.1. In Figure G.2, the simulation model and the result of the emulated mounting configuration of the actual usage environment is shown. In Figure G.2, the four sides of the simulation model are heat insulated so the result will be the same even when this configuration is repeated in the horizontal and vertical direction. It can be observed that the recommended test board has the equivalent heat dissipation capability as the mounting configuration shown in Figure G.2. The mounting configuration of Figure G.2 is not unique nor special and can be seen commonly in electronics for automotive use.

Dimensions in millimetres

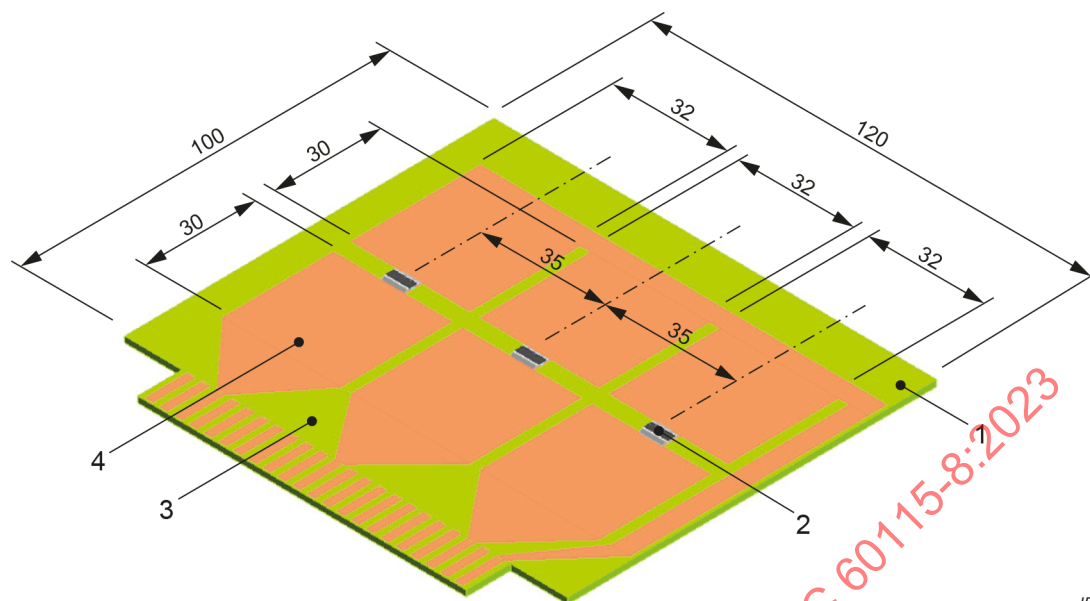


Figure G.1a – Dimension of simulation model

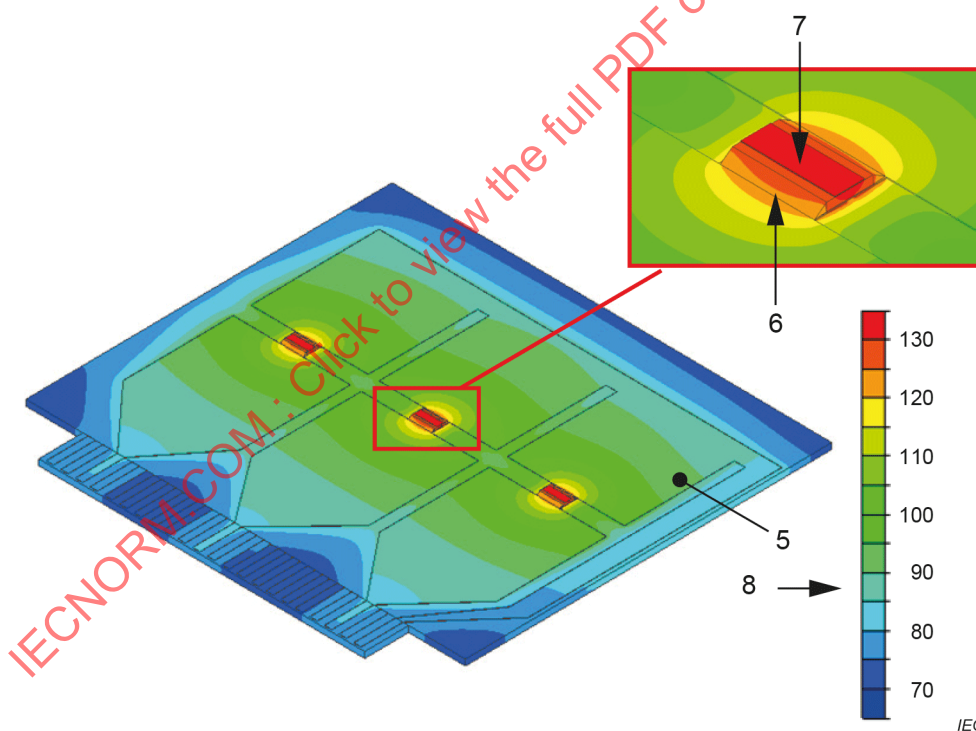


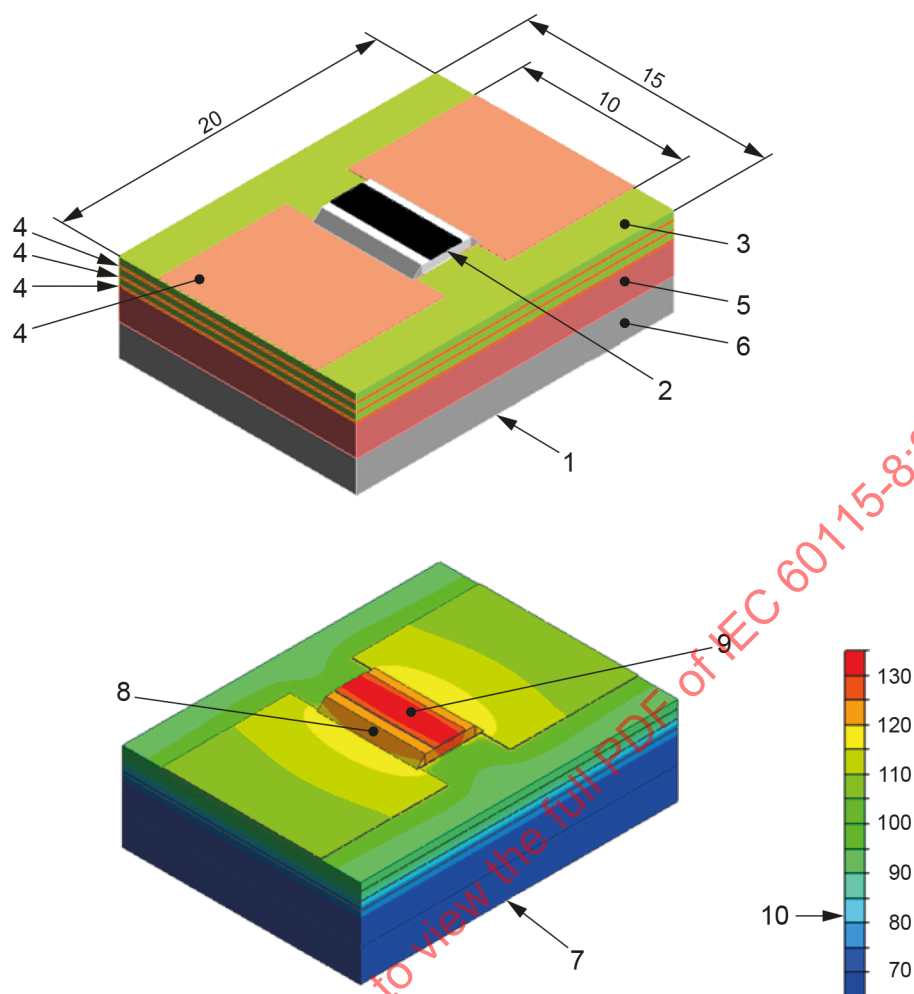
Figure G.1b – Temperature distribution of simulation model

Key

- 1 simulation model: recommended test board
- 2 specimen (RT3263M)
- 3 glass-epoxy (FR4)
- 4 copper trace
- 5 simulation result (contour map)
- 6 terminal part (125,7 °C)
- 7 surface hotspot (136,5 °C)
- 8 colour scale (°C)

Figure G.1 – Simulation model of recommended test board

Dimensions in millimetres



Key

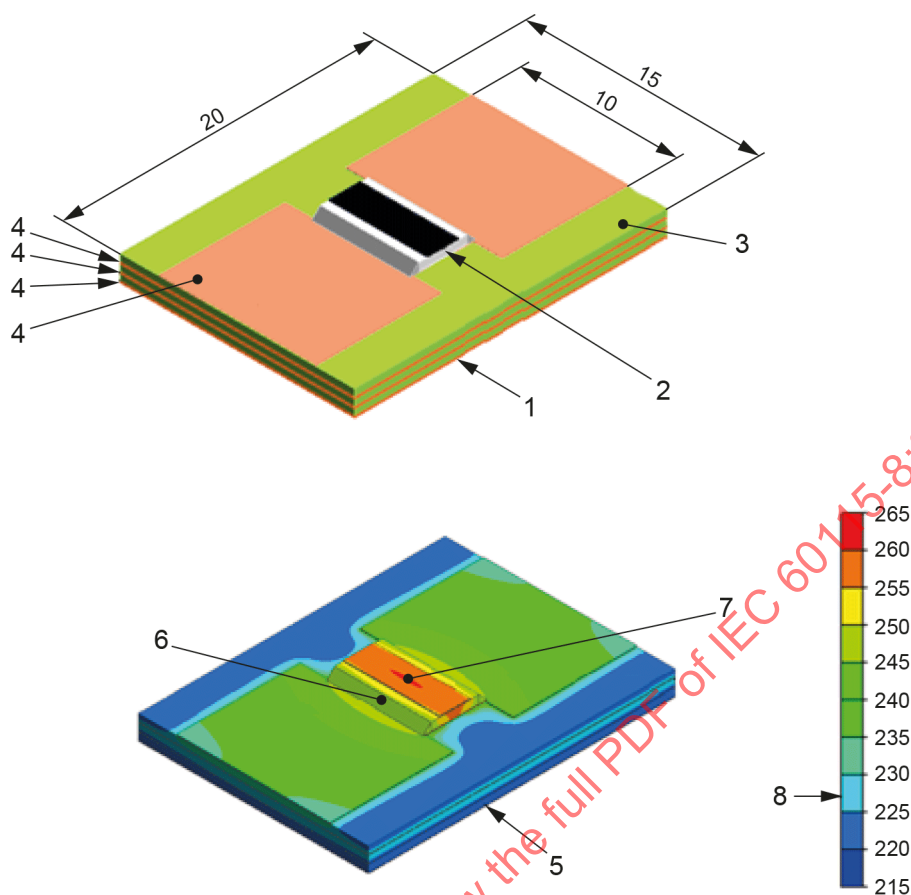
- 1 simulation model
- 2 RT3263M resistor
- 3 glass-epoxy (FR4): thickness 1.6mm, 4 layers
- 4 copper trace: thickness 35µm
- 5 thermal interface material: thickness 2mm, thermal conductivity 2W/(mK)
- 6 aluminium diecast: thickness 2mm, bottom surface temperature 70 °C
- 7 simulation result (contour map)
- 8 terminal part (120 °C)
- 9 surface hotspot (133 °C)
- 10 colour scale (°C)

Figure G.2 – Simulation model of circuit board with high heat dissipation capability

G.3 Temperature rise when there is no efficient cooling system

Figure G.3 shows the temperature rise simulation result when the thermal interface material and aluminium diecast cooling structures are removed from the conditions of Figure G.2 and set under 70 °C natural convection condition. This demonstrates that it would become very dangerous when insufficient thermal design is implemented for components with high rated dissipation.

Dimensions in millimetres



IEC

Key

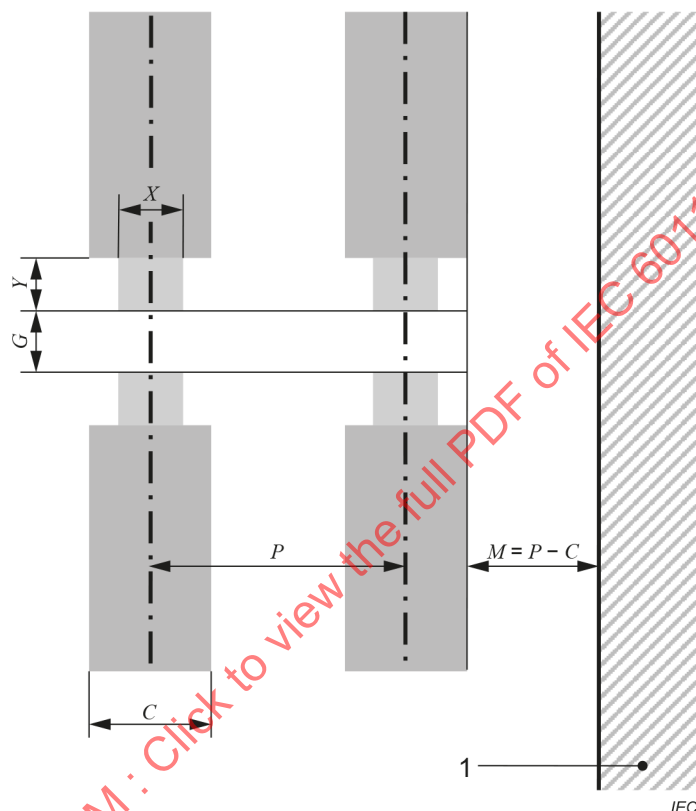
- 1 simulation model
- 2 RT3263M resistor
- 3 glass-epoxy (FR4): thickness 1,6 mm, 4 layers
- 4 copper trace: thickness 35 μm
- 5 simulation result (contour map)
- 6 terminal part (247 °C)
- 7 surface hotspot (260 °C)
- 8 colour scale (°C)

Figure G.3 – Simulation model of circuit board with low heat dissipation capability**G.4 Dimensions of recommended test board when further raise of rated dissipation is required**

The recommended test boards determined in this document are designed to reach 125 °C at the terminal part when they are in the endurance at the rated temperature 70 °C test and the rated dissipation which is common at this point is applied to each size of resistor. However, some automotive equipment manufacturers are requesting to raise the rated dissipation and this trend seems to be constant. To achieve this request and raise the rated dissipation, it is necessary to design a board for which the terminal part reaches 125 °C when the requested rated dissipation is applied in the endurance test at the rated temperature of 70 °C.

In Table G.1 and Figure G.4, some recommended test board dimensions for RT3263M with the rated dissipation of 3 W and RT2550M with the rated dissipation of 2 W are shown. When these boards are used, the terminal part temperature of the resistor will be 125 °C in the endurance test at the rated temperature of 70 °C.

This document does not restrict the use of any unique test board whose terminal part temperature does not reach 125 °C in the endurance test at the rated temperature of 70 °C established by the manufacturer. However, it is recommended to indicate the terminal part temperature in the endurance test at the rated temperature of 70 °C by illustrating the load reduction curve as shown in Figure F.3 for the convenience of the users.



Key

- 1 area which other patterns may be formed

Figure G.4 – Dimensions of recommended test board in Table G.1

Table G.1 – Dimensions of recommended test boards for raising the rated dissipation

Style	Reference			Specified					Reference			
	X	Y	G	C	K	P	M	Board thickness	Pattern thickness ^a	Rated dissipation	Number of specimens ^b	Target temp. ^c
RT2550M	5,2±0,1	1,4±0,1	0,7±0,1	24,0±0,1	0,2±0,1	27,0±0,1	P - C	1,6 ± 0,1	105	2,0	2	122
				35,0±0,1		38,0±0,1			70		3	126
RT3263M	6,4±0,1	2,125±0,1	0,6±0,1	55,0±0,1	0,2±0,1	60,0±0,1			105	3,0	2	122

No metal area is permitted on the bottom side or on any inner layer under the defined area, except a single straight sense conductor with a maximum width of 0,3 mm for every Kelvin connection.

If applicable, the test board layout may allow for both sense conductors to run to the same edge of the defined area.

^a Pattern thickness is set as design values. Tolerance may be determined by each test board manufacturer.

^b The number of specimens determines the minimum number of specimens to be mounted on the recommended test board to achieve the target temperature by loading the designated rated dissipation. Detailed data are shown in Annex F.

^c Estimated terminal part temperature in the endurance test at the rated temperature of 70 °C

Annex X (informative)

Cross-references to the prior edition of this document

The revision of this sectional specification has resulted in changes of the clause numbering and the numbering of figures and tables. Table X.1 provides cross-references to all references to specific clauses of the prior edition of this sectional specification.

Table X.1 – Cross references to clauses

IEC 60115-8:2009 2 nd edition Clause/Subclause	IEC 60115-8:2023 3 rd edition Clause/Subclause	Notes
1	1	See the detailed reference below
1.1	1.1	
1.2	1.2	Separated and integrated into 1.1 and 6.1
1.3	2	
1.4	8.2	See the detailed reference below
1.4.1	8.2.1	
1.4.2	8.2.2	
1.4.3	8.2.3	
1.4.4	8.2.11	
1.4.5	8.2.4	
1.4.6	8.2.5	
1.4.7	8.2.12	
1.4.8	8.2.6	
1.4.9	8.2.7	
1.4.10	8.2.8	
1.4.11	8.2.9	
1.4.12	8.2.13	
1.4.13	8.2.14	
1.4.14	8.2.15	
1.5	3.3	
2	4	See the detailed reference below
	5	
	6	
2.1	4.1	
2.1.1	4.2	
2.1.2	4.3	
2.1.3	6.3	
2.1.4	6.2	
2.2	4	
2.2.1	4.4	
2.2.2	4.5	
2.2.3	4.6	
2.2.4	4.7	
2.2.5	4.9	

IEC 60115-8:2009 2 nd edition Clause/Subclause	IEC 60115-8:2023 3 rd edition Clause/Subclause	Notes
2.2.6	4.8	
2.3	5	
2.3.1	5.3.6	
2.3.2	5.3.21	Separated for solderability with lead-free solder and for solderability with SnPb solder.
	5.3.22	
2.3.3	5.3.23	
2.3.4	5.3.13	
2.3.5	5.4.2	This legacy test is replaced in the test schedules by the Periodic-pulse high-voltage overload test, see 5.3.8
2.3.6	5.3.9	
2.3.7	5.3.24	In IEC 60115-1, the prior tests 4.29 and 4.30 are merged into the combined test 11.3
2.3.8		
2.4	5.2	
2.4.1	5.2.1	
2.4.2	5.2.2	
3	9	
3.1	9.1	
3.2	9.2	
3.2.1	9.2.1	
3.2.2	9.2.2	
3.2.3	9.2.3	
3.3	9.3	
3.4	9.5	
3.4.1	9.5.2	Qualification approval on the basis of lot by lot and periodic testing merged into Qualification approval
3.4.2		
3.5	9.5.3	
3.6	9.7	
3.7	9.9	
Annex A	Annex D	
Annex B	Annex A	
Bibliography	Bibliography	

Table X.2 provides cross-references to all references to specific figures of the prior edition of this sectional specification.

Table X.3 provides cross-references to all references to specific tables of the prior edition of this sectional specification.

Table X.2 – Cross references to figures

IEC 60115-8:2009 2 nd edition Figure	IEC 60115-8:2023 3 rd edition Figure	Notes
1	1	
2	3	
3	5	
4	7	
5	8	
6	9	

Table X.3 – Cross references to tables

IEC 60115-8:2009 2 nd edition Table	IEC 60115-8:2023 3 rd edition Table	Notes
1a	1	
1b	3	
2	11	
3a	10	Merged into one table.
3b		
4	9	
5	5	Soldering pad dimensions are separated into each type (RR, RT and RC)
	6	
	7	
6	12	
7a	13	Test schedule for qualification approval for lot by lot test and periodic test is merged into one table.
7b		

Bibliography

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

IEC 60063, *Preferred number series for resistors and capacitors*

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

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

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

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

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

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

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

IEC 60068-2-67:1995, *Environmental testing – Part 2-67: Tests – Test Cy: Damp heat, steady state, accelerated test primarily intended for components*

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

IEC 60195, *Method of measurement of current noise generated in fixed resistors*

IEC 60440, *Method of measurement of non-linearity in resistors*

IEC 60695-11-5, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 61191-1, *Printed board assemblies – Part 1: Generic specification – Requirements for soldered electrical and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologies*

IEC 61191-2, *Printed board assemblies – Part 2: Sectional specification – Requirements for surface mount soldered assemblies*

IEC 61340-3-1¹, *Methods for simulation of electrostatic effects – Human body model (HBM) – Component testing*

IEC TR 63091, *Study for the derating curve of surface mount fixed resistors – Derating curves based on terminal part temperature*

ISO/IEC 80000 (all parts), *Quantities and units*

¹ Withdrawn.

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

IECQ 03-3-1, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Rules of Procedure – Part 3-1: IECQ Approved Component Products, Related Materials & Assemblies Scheme, IECQ Approved Component – Technology Certification (IECQ AC-TC)*

ISO 3, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

ISO 17, *Guide to the use of preferred numbers and of series of preferred numbers*

ISO 497, *Guide to the choice of series of preferred numbers and of series containing more rounded values of preferred numbers*

ISO 2533, *Standard atmosphere*

IPC A-610, *Acceptability of electronic assemblies*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	112
1 Domaine d'application	115
2 Références normatives	115
3 Termes, définitions, technologies de produits et classification de produits	116
3.1 Termes et définitions	116
3.2 Technologies de produits	116
3.3 Classification de produits	117
4 Caractéristiques préférentielles	117
4.1 Généralités	117
4.2 Modèle et dimensions	117
4.2.1 Modèles préférentiels et dimensions d'encombrement des résistances rectangulaires (RR)	117
4.2.2 Modèles préférentiels et dimensions d'encombrement des résistances transversales (RT)	118
4.2.3 Modèles préférentiels et dimensions d'encombrement des résistances cylindriques (RC)	119
4.2.4 Modèles préférentiels et dimensions d'encombrement des résistances bobinées (RW)	120
4.3 Catégories climatiques préférentielles	121
4.4 Résistance	121
4.5 Tolérances sur la résistance	121
4.6 Dissipation assignée P_{70}	121
4.7 Tension limite de l'élément $U_{\max}$	122
4.8 Tension d'isolation U_{ins}	122
4.9 Résistance d'isolement R_{iso}	122
5 Essais et sévérité d'essais	123
5.1 Dispositions générales relatives aux essais invoqués par le présent document	123
5.2 Préparation des éprouvettes	123
5.2.1 Séchage	123
5.2.2 Montage des composants sur les cartes d'essai	123
5.3 Essais	130
5.3.1 Résistance	130
5.3.2 Coefficient de température de la résistance	130
5.3.3 Augmentation de température	131
5.3.4 Endurance à la température assignée de 70 °C	131
5.3.5 Endurance à la température maximale: UCT	131
5.3.6 Surcharge à court terme	132
5.3.7 Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion	132
5.3.8 Essai de surcharge haute tension à impulsions périodiques	133
5.3.9 Essai de décharges électrostatiques (ESD)	134
5.3.10 Examen visuel	134
5.3.11 Calibrage des dimensions	135
5.3.12 Dimensions du détail	135
5.3.13 Essai de cisaillement (adhésion)	135
5.3.14 Essai de pliage du substrat	136
5.3.15 Chocs	136

5.3.16	Vibrations	136
5.3.17	Variation rapide de température.....	137
5.3.18	Variation rapide de température, ≥ 100 cycles	137
5.3.19	Séquence climatique	137
5.3.20	Chaleur humide, essai continu.....	138
5.3.21	Brasabilité, avec brasure sans plomb	139
5.3.22	Brasabilité avec brasure SnPb.....	139
5.3.23	Résistance à la chaleur de brasage	140
5.3.24	Résistance au solvant.....	140
5.3.25	Résistance d'isolement	140
5.3.26	Tension de tenue	140
5.3.27	Essai d'inflammabilité	141
5.4	Essais facultatifs et/ou supplémentaires	141
5.4.1	Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion	141
5.4.2	Essai de surcharge à impulsions périodiques.....	141
5.4.3	Fonctionnement à basse température	142
5.4.4	Chaleur humide, essai continu, accéléré.....	142
6	Exigences de performances.....	143
6.1	Généralités	143
6.2	Limites de variation de résistance lors des essais.....	143
6.3	Coefficient de température de la résistance	146
6.4	Augmentation de température	146
6.5	Examen visuel	147
6.5.1	Critères visuels généraux	147
6.5.2	Critères visuels après les essais.....	147
6.5.3	Critères visuels pour l'emballage	147
6.6	Brasabilité.....	148
6.7	Résistance d'isolement.....	148
6.8	Inflammabilité	148
7	Marquage, emballage et informations pour la commande.....	148
7.1	Marquage du composant.....	148
7.2	Emballage.....	148
7.3	Marquage de l'emballage	149
7.4	Informations de commande	149
8	Spécifications particulières	149
8.1	Généralités	149
8.2	Informations à faire figurer dans une spécification particulière	149
8.2.1	Dessin d'encombrement ou représentation	149
8.2.2	Modèle et dimensions	150
8.2.3	Catégorie climatique	150
8.2.4	Plage de résistance	150
8.2.5	Tolérances sur la résistance	150
8.2.6	Dissipation assignée P_{70}	150
8.2.7	Tension limite de l'élément $U_{\max}$	150
8.2.8	Tension d'isolation U_{ins}	150
8.2.9	Résistance d'isolement R_{iso}	151
8.2.10	Sévérités des essais.....	151
8.2.11	Limites de variation de résistance après les essais.....	151

8.2.12	Coefficient de température de la résistance	151
8.2.13	Marquage	151
8.2.14	Informations de commande	151
8.2.15	Montage	151
8.2.16	Stockage	151
8.2.17	Transport	151
8.2.18	Informations supplémentaires	151
8.2.19	Procédures d'assurance de la qualité	151
8.2.20	Résistances 0 Ω	152
9	Procédures d'assurance de la qualité	152
9.1	Généralités	152
9.2	Définitions	152
9.2.1	Étape principale de fabrication	152
9.2.2	Composants de structure semblable	152
9.2.3	Niveau d'évaluation EZ	153
9.3	Constitution des lots de contrôle	153
9.4	Procédures des composants homologués (IECQ)	154
9.5	Procédures d'homologation (QA)	154
9.5.1	Généralités	154
9.5.2	Homologation	154
9.5.3	Contrôle de conformité de la qualité	154
9.6	Procédures de certification de savoir-faire (IECQ AC-C)	154
9.7	Procédures de certification technologique (IECQ-AC-TC)	155
9.8	Évaluation périodique du revêtement de sorties	155
9.9	Livraison retardée	155
9.10	Registres d'essais certifiés	155
9.11	Certificat de conformité (CoC)	155
Annexe A	(normative) Symboles et abréviations	168
A.1	Symboles	168
A.2	Abréviations	170
Annexe B	(normative) Critères d'examen visuel	172
B.1	Généralités	172
B.2	Critères pour l'examen visuel général du corps des éprouvettes	172
B.3	Critères pour l'examen visuel général de l'électrode de l'éprouvette	173
B.4	Critères pour l'examen visuel général du marquage de l'éprouvette	173
B.5	Critères d'emballage	174
Annexe C	(informative) Exigences de fabrication pour l'assemblage des résistances CMS	175
C.1	Généralités	175
C.2	Mauvais alignement par rapport à la plage d'accueil	175
C.3	Formation du raccord	176
C.3.1	Fonction du raccord	176
C.3.2	Résistances rectangulaires (RR) et transversales (RT)	176
C.3.3	Résistances cylindriques (RC)	177
C.4	Épaisseur de la pâte à braser entre la plage et l'électrode	178
C.5	Bille de brasage	179
Annexe D	(normative) Résistances 0 Ω (cavaliers)	180
D.1	Généralités	180

D.2	Caractéristiques préférentielles	180
D.3	Essais et sévérité d'essais	180
D.4	Exigences de performances	181
D.5	Marquage, emballage et informations pour la commande	182
D.6	Spécification particulière	182
D.7	Procédures d'assurance de la qualité	182
Annexe E (informative) Recommandation pour l'application des essais facultatifs et/ou supplémentaires		183
E.1	Généralités	183
E.2	Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion	183
E.3	Essai de surcharge à impulsions périodiques	184
E.4	Fonctionnement à basse température	185
E.5	Chaleur humide, essai continu, accéléré	186
Annexe F (informative) Augmentation de température des cartes d'essai recommandées lors de l'essai d'endurance à la température assignée de 70 °C		188
F.1	Généralités	188
F.2	Position de la température de résistance indiquée lors de l'essai d'endurance à la température assignée de 70 °C	188
F.2.1	Modèle de simulation	188
F.2.2	Résultat de simulation	191
F.2.3	Position appropriée pour déterminer la température de la résistance lors de l'endurance à la température assignée de 70 °C	192
F.3	Puissance appliquée de chaque carte d'essai recommandée et augmentation de température lors de l'essai d'endurance à la température assignée de 70 °C	192
F.3.1	Précautions	192
F.3.2	Données d'augmentation de température pour les résistances RR (simulation)	194
F.3.3	Données d'augmentation de température pour les résistances RT (simulation)	197
F.3.4	Données d'augmentation de température pour les résistances RC (simulation)	200
F.4	Nombre idéal d'éprouvettes à monter sur chaque carte d'essai	202
F.4.1	Généralités	202
F.4.2	Variation de température à l'intérieur de la carte d'essai	202
Annexe G (informative) Raison du choix des cartes d'essai ayant des impressions très larges pour des résistances à dissipation assignée élevée		204
G.1	Généralités	204
G.2	Exemple de simulation de carte d'essai recommandée pour RT3263M fabriquée de sorte à correspondre aux conditions d'utilisation	204
G.3	Augmentation de température en l'absence de système de refroidissement efficace	207
G.4	Dimensions de la carte d'essai recommandée lorsqu'une augmentation supplémentaire de la dissipation assignée est exigée	208
Annexe X (informative) Références croisées renvoyant à l'édition précédente du présent document		210
Bibliographie		213
Figure 1 – Forme et dimensions des résistances rectangulaires (RR)		117
Figure 2 – Forme et dimensions des résistances transversales (RT)		118
Figure 3 – Forme et dimensions des résistances cylindriques (RC)		119

Figure 4 – Forme et dimension des résistances bobinées (RW)	120
Figure 5 – Courbe de taux de réduction basée sur la température ambiante	122
Figure 6 – Aspect basique de la carte d'essai recommandée	124
Figure 7 – Disposition de base pour les essais mécaniques, environnementaux et électriques dans le cas de montages de Kelvin (à 4 points)	125
Figure 8 – Fixation de la conduite de détection pour les montages de Kelvin (à 4 points) pour des éprouvettes dont la résistance nominale est inférieure à 100 mΩ	126
Figure 9 – Disposition de base pour les essais mécaniques, environnementaux et électriques	130
Figure F.1 – Modèle de simulation	190
Figure F.2 – Résultat de simulation	192
Figure F.3 – Courbe de réduction de charge avec température de borne comme axe X	193
Figure F.4 – RR0402M, relation entre puissance et température à 70 °C	194
Figure F.5 – RR0603M, relation entre puissance et température à 70 °C	194
Figure F.6 – RR1005M, relation entre puissance et température à 70 °C	195
Figure F.7 – RR1608M, relation entre puissance et température à 70 °C	195
Figure F.8 – RR2012M, relation entre puissance et température à 70 °C	195
Figure F.9 – RR3216M, relation entre puissance et température à 70 °C	196
Figure F.10 – RR3225M, relation entre puissance et température à 70 °C	196
Figure F.11 – RR4532M, relation entre puissance et température à 70 °C	196
Figure F.12 – RR5025M, relation entre puissance et température à 70 °C	197
Figure F.13 – RR6332M, relation entre puissance et température à 70 °C	197
Figure F.14 – RT0510M, relation entre puissance et température à 70 °C	198
Figure F.15 – RT0816M, relation entre puissance et température à 70 °C	198
Figure F.16 – RT1220M, relation entre puissance et température à 70 °C	198
Figure F.17 – RT1632M, relation entre puissance et température à 70 °C	199
Figure F.18 – RT3245M, relation entre puissance et température à 70 °C	199
Figure F.19 – RT2550M, relation entre puissance et température à 70 °C	199
Figure F.20 – RT3263M, relation entre puissance et température à 70 °C	200
Figure F.21 – RC1610M, relation entre puissance et température à 70 °C	200
Figure F.22 – RC2012M, RC2211M, relation entre puissance et température à 70 °C	201
Figure F.23 – RC3514M, RC3715M, relation entre puissance et température à 70 °C	201
Figure F.24 – RC5922M, RC6123M, relation entre puissance et température à 70 °C	201
Figure F.25 – Carte d'essai recommandée pour RR3216M montée à l'aide de 19 éprouvettes	202
Figure F.26 – Variation de température en fonction du nombre d'éprouvettes montées	203
Figure G.1 – Modèle de simulation de la carte d'essai recommandée	205
Figure G.2 – Modèle de simulation de carte de circuit imprimé à capacité de dissipation thermique élevée	206
Figure G.3 – Modèle de simulation de carte de circuit imprimé à faible capacité de dissipation thermique	207
Figure G.4 – Dimensions de la carte d'essai recommandée dans le Tableau G.1	208
Tableau 1 – Modèles préférentiels des résistances rectangulaires (RR)	118
Tableau 2 – Modèles préférentiels des résistances transversales (RT)	119

Tableau 3 – Modèles préférentiels des résistances cylindriques (RC)	120
Tableau 4 – Modèles préférentiels des résistances bobinées (RW)	120
Tableau 5 – Dimensions des cartes d'essai pour les résistances RR	127
Tableau 6 – Dimensions des cartes d'essai pour les résistances RT	128
Tableau 7 – Dimensions des cartes d'essai pour les résistances RC	129
Tableau 8 – Conditions de surcharge aggravées préférentielles	134
Tableau 9 – Force d'essai de cisaillement	136
Tableau 10 – Limites de variation de résistance lors des essais	145
Tableau 11 – Variation autorisée de résistance due à la variation de température	146
Tableau 12 – Programme d'essai pour l'homologation	155
Tableau 13 – Programme d'essai pour les contrôles de conformité de la qualité	162
Tableau B.1 – Critères d'examen visuel du marquage de l'éprouvette	172
Tableau B.2 – Critères d'examen visuel de l'électrode de l'éprouvette	173
Tableau B.3 – Critères d'examen visuel du marquage de l'éprouvette	174
Tableau C.1 – Alignements de montage acceptable et inacceptable	176
Tableau C.2 – Raccord des résistances RR et RT	177
Tableau C.3 – Raccord des résistances RC	178
Tableau C.4 – Épaisseur de la pâte à braser entre la plage et l'électrode	179
Tableau C.5 – Bille de brasage	179
Tableau E.1 – Mise en œuvre de l'essai de surcharge haute tension à une seule impulsion	184
Tableau E.2 – Mise en œuvre de l'essai de surcharge à une seule impulsion	185
Tableau E.3 – Mise en œuvre de l'essai de fonctionnement à basse température	186
Tableau E.4 – Mise en œuvre de l'essai chaleur humide, essai continu, accéléré	187
Tableau F.1 – Dimensions du modèle de simulation	190
Tableau F.2 – Valeurs de propriété physique utilisées lors de la simulation	191
Tableau G.1 – Dimensions des cartes d'essai recommandées pour une augmentation de la dissipation assignée	209
Tableau X.1 – Références croisées des articles	210
Tableau X.2 – Références croisées des figures	212
Tableau X.3 – Références croisées des tableaux	212

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSISTANCES FIXES UTILISÉES DANS
LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –****Partie 8: Spécification intermédiaire:
Résistances fixes pour montage en surface**

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 60115-8 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2009. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) adoption des définitions des technologies de produits et des niveaux de classification des produits de la spécification générique, IEC 60115-1:2020;
- b) ajout d'un nouveau modèle de résistances transversales (RT) en 3.1.5 et 4.2.2 afin de couvrir les résistances à larges sorties qui sont devenues courantes sur le marché;
- c) révision des cartes d'essai recommandées en 5.2.2 pour répondre aux demandes du marché d'une dissipation assignée supérieure dans les résistances;
- d) révision des cartes d'essai pour pouvoir les placer à la verticale et non pas à l'horizontale pendant les essais spécifiés dans le but d'optimiser la stabilité de l'augmentation de température, la surface et l'espacement à l'intérieur de la chambre d'essai;
- e) ajout de "l'essai de surcharge haute tension à impulsions périodiques" de l'IEC 60115-1:2020, 8.3 à la méthode d'essai par défaut en 5.3.8, toutefois l'ancienne méthode d'essai, "essai de surcharge à impulsions périodiques" de l'IEC 60115-1:2020, 8.4, est maintenue pour les produits historiques;
- f) intégration de la révision de l'essai de brasabilité de l'IEC 60115-1:2020, 11.1 en 5.3.21 et 5.3.22;
- g) intégration de l'essai de résistance au solvant combiné de l'IEC 60115-1:2020, 11.3 en 5.3.24;
- h) ajout de la forme des impulsions 1,2/50 comme variante facultative en 5.4.1 à "l'essai de surcharge haute tension à une seule impulsion" de l'IEC 60115-1:2020, 8.2 appliqué avec la forme des impulsions 10/700 spécifiée en 5.3.7;
- i) adoption des essais climatiques relatifs au "fonctionnement à basse température" de l'IEC 60115-1:2020, 10.2, et à "chaleur humide, essai continu, accéléré" de l'IEC 60115-1:2020, 10.5, comme essais facultatifs en 5.4.3 et 5.4.4, respectivement;
- j) ajout de nouvelles recommandations en 6.2 sur la présentation des exigences de stabilité, ainsi que leurs écarts absolus et relatifs admis;
- k) ajout de critères d'acceptation pour l'examen visuel en 6.5 et à l'Annexe B;
- l) ajout d'un examen visuel pour l'emballage principal et l'emballage de proximité en 6.5.3 et en 7.2;
- m) ajout de l'évaluation périodique du revêtement de sorties comme nouveau sujet de l'évaluation de la qualité en 9.8;
- n) application de la numérotation corrigée des articles sur les essais de l'IEC 60115-1:2020;
- o) déplacement de l'Annexe A normative, qui était l'Annexe B dans la précédente version, pour rester en accord avec les autres spécifications intermédiaires;
- p) ajout de l'Annexe B normative pour spécifier les critères des examens visuels généraux;
- q) ajout de l'Annexe C informative pour synthétiser les exigences de fabrication pour l'assemblage;
- r) déplacement de l'Annexe D normative, qui était l'Annexe A dans la précédente version, pour rester en accord avec les autres spécifications intermédiaires;
- s) ajout de l'Annexe E informative pour fournir une recommandation pour les essais facultatifs et/ou supplémentaires;
- t) ajout de l'Annexe F informative pour spécifier l'augmentation de température type des cartes d'essai recommandées lors de l'essai d'endurance à la température assignée de 70 °C;
- u) ajout de l'Annexe G informative pour expliquer pourquoi certaines cartes d'essai recommandées ont des impressions en cuivre très larges;
- v) ajout de l'Annexe X informative pour présenter les références croisées de la précédente révision du présent document.

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

Projet	Rapport de vote
40/2973/CDV	40/3031/RVC

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

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60115, publiées sous le titre général *Résistances fixes utilisées dans les équipements électroniques*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

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

RÉSISTANCES FIXES UTILISÉES DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 8: Spécification intermédiaire: Résistances fixes pour montage en surface

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60115 s'applique aux résistances fixes pour montage en surface utilisées dans les équipements électroniques.

Ces résistances sont généralement décrites selon des types (différentes formes géométriques), des modèles (différentes dimensions) et des technologies de produits. Ces résistances comportent des sorties métalliques et sont conçues principalement pour être montées directement sur un circuit imprimé.

Le présent document a pour objet de spécifier les caractéristiques assignées et les caractéristiques préférentielles, de choisir dans l'IEC 60115-1 les procédures d'assurance de la qualité et les méthodes d'essai et de mesure appropriées, et de fixer les exigences de performance générales pour ce type de résistance.

2 Références normatives

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

IEC 60062:2016, *Codes de marquage des résistances et des condensateurs*

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

IEC 60068-2-6:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-58:2015, *Essais d'environnement – Partie 2-58: Essais – Essai Td: Méthodes d'essai de la soudabilité, résistance de la métallisation à la dissolution et résistance à la chaleur de brasage des composants pour montage en surface (CMS)*

IEC 60115-1:2020, *Résistances fixes utilisées dans les équipements électroniques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 60286-3, *Emballage de composants pour opérations automatisées – Partie 3: Emballage des composants pour montage en surface en bandes continues*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages* (disponible en anglais seulement)

IEC 61760-1:2020, *Technique du montage en surface – Partie 1: Méthode normalisée pour la spécification des composants montés en surface (CMS)*

IEC 60294:2012, *Mesure des dimensions d'un composant cylindrique à sorties axiales*

3 Termes, définitions, technologies de produits et classification de produits

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'IEC 60115-1:2020, 3.1 ainsi que les suivants s'appliquent.

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

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

3.1.1

résistance cylindrique (RC)

conception physique d'un composant dont les sorties sont métalliques des deux côtés le long de l'axe longitudinal du corps cylindrique du composant

Note 1 à l'article: Cette série de produits est généralement appelée résistances MELF. Toutefois, les résistances MELF diffèrent des diodes MELF, avec lesquelles elles n'ont aucun lien.

3.1.2

courbe de réduction de charge

courbe qui représente la dissipation admise maximale aux températures de borne comprises entre les températures minimales et maximales de catégorie

3.1.3

résistance rectangulaire (RR)

conception physique d'un composant dont les sorties sont métalliques des deux côtés le long de l'axe longitudinal du corps rectangulaire du composant

3.1.4

température de borne

θ_t

température mesurée sur la borne, ou la pièce de connexion de la résistance qui est généralement soudée à la carte de circuit imprimé

3.1.5

résistance transversale (RT)

conception physique d'un composant dont les sorties sont métalliques des deux côtés le long de l'axe latéral du corps rectangulaire du composant

3.1.6

résistance bobinée (RW)

composant conçu pour utiliser les éléments bobinés à l'intérieur du corps du composant dont la conception physique peut varier en fonction de la spécification exigée

3.2 Technologies de produits

Les définitions des technologies de produits visent à donner au lecteur des recommandations relatives aux différentes technologies utilisées pour la fabrication des résistances, et à aider à leur identification.

Pour les besoins du présent document, les technologies de produits suivantes, décrites dans l'IEC 60115-1:2020, 3.2, s'appliquent:

- technologie de la couche métallique,
- technologie de l'émail métallique,

- technologie à couche de carbone,
- technologie de résistance bobinée,
- technologie à feuilles métalliques,
- technologie à bandes métalliques.

3.3 Classification de produits

L'introduction d'une classification de produits permet à l'utilisateur de sélectionner les exigences de performances conformément aux conditions de l'application finale prévue.

Pour les besoins du présent document, les niveaux de classification de produits suivants, définis dans l'IEC 60115-1:2020, 3.4, s'appliquent:

- niveau G – équipements électroniques généraux,
- niveau P – équipements électroniques de haute performance,
- niveau R – équipements électroniques de haute performance et de haute fiabilité.

4 Caractéristiques préférentielles

4.1 Généralités

Les valeurs données dans les spécifications particulières doivent être choisies parmi les valeurs données de 4.2 à 4.9.

4.2 Modèle et dimensions

4.2.1 Modèles préférentiels et dimensions d'encombrement des résistances rectangulaires (RR)

La forme et les dimensions des résistances rectangulaires sont représentées sur la Figure 1, tandis que les modèles préférentiels et leurs dimensions respectives sont indiqués dans le Tableau 1. Les codes des modèles de résistances rectangulaires commencent par RR.

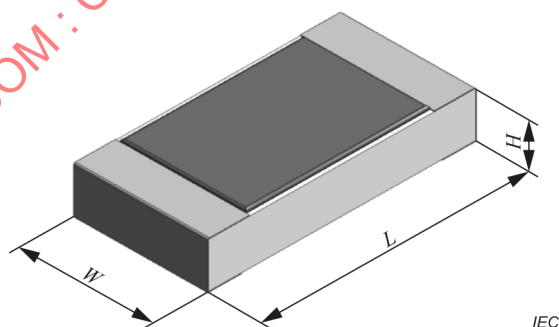


Figure 1 – Forme et dimensions des résistances rectangulaires (RR)

Tableau 1 – Modèles préférentiels des résistances rectangulaires (RR)

Modèle		Dimensions		
Système métrique	Système anglo-saxon ^a	Longueur <i>L</i>	Largeur <i>W</i>	Hauteur <i>H</i>
		mm	mm	mm
RR0402M	RR01005	0,4 ± 0,02	0,2 ± 0,02	0,13 ± 0,02
RR0603M	RR0201	0,6 ± 0,05	0,3 ± 0,05	0,23 ± 0,05
RR1005M	RR0402	1,0 ^{+0,1} _{-0,05}	0,5 ^{+0,1} _{-0,05}	0,35 ± 0,15
RR1608M	RR0603	1,6 ± 0,1	0,8 ± 0,15	0,45 ± 0,1
RR2012M	RR0805	2,0 ± 0,2	1,25 ± 0,15	0,5 ± 0,15
RR3216M	RR1206	3,2 ^{+0,2} _{-0,3}	1,6 ± 0,15	0,55 ± 0,15
RR3225M	RR1210	3,2 ± 0,2	2,5 ± 0,2	0,55 ^{+0,25} _{-0,2}
RR4532M	RR1812	4,6 ± 0,2	3,2 ± 0,2	0,55 ± 0,2
RR5025M	RR2010	5,0 ± 0,2	2,5 ± 0,2	0,55 ± 0,2
RR6332M	RR2512	6,3 ± 0,2	3,2 ± 0,2	0,55 ± 0,2
NOTE 1 Le modèle RR3245M de l'édition précédente du présent document est déplacé dans le Tableau 2, le nouveau modèle étant RT3245M.				
NOTE 2 L'épaisseur <i>T</i> a été utilisée dans l'édition précédente, mais elle est modifiée en hauteur <i>H</i> à des fins d'harmonisation.				
^a Codes historiques de modèles, pour information uniquement.				

La spécification particulière doit comporter une représentation réaliste de l'encombrement des résistances qu'elle couvre, représentation qui doit indiquer toutes les dimensions pertinentes.

4.2.2 Modèles préférentiels et dimensions d'encombrement des résistances transversales (RT)

La forme et les dimensions des résistances transversales sont représentées sur la Figure 2, tandis que les modèles préférentiels et leurs dimensions respectives sont indiqués dans le Tableau 2. Les codes des modèles de résistances transversales commencent par RT.

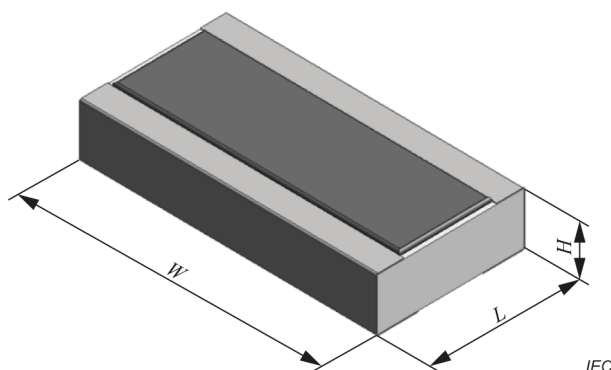
**Figure 2 – Forme et dimensions des résistances transversales (RT)**

Tableau 2 – Modèles préférentiels des résistances transversales (RT)

Modèle		Dimensions		
Système métrique	Système anglo-saxon ^a	Longueur L mm	Largeur W mm	Hauteur H mm
RT0510M	RT0204	$0,5 \pm 0,05$	$1,0 \pm 0,05$	$0,35 \pm 0,05$
RT0816M	RT0306	$0,8 \pm 0,15$	$1,6 \pm 0,15$	$0,45 \pm 0,1$
RT1016M	RT0406	$1,0 \pm 0,15$	$1,5 \pm 0,15$	$0,35 \pm 0,1$
RT1220M	RT0508	$1,25 \pm 0,15$	$2,0 \pm 0,15$	$0,55 \pm 0,15$
RT1632M	RT0612	$1,6 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,2$
RT2550M	RT1020	$2,5 \pm 0,2$	$5,0 \pm 0,2$	$0,55 \pm 0,2$
RT3245M	RT1218	$3,2 \pm 0,25$	$4,6 \pm 0,2$	$0,55 \pm 0,2$
RT3263M	RT1225	$3,2 \pm 0,25$	$6,3 \pm 0,3$	$0,6 \pm 0,25$
^a Codes historiques de modèles, pour information uniquement.				

La spécification particulière doit comporter une représentation réaliste de l'encombrement des résistances qu'elle couvre, représentation qui doit indiquer toutes les dimensions pertinentes.

NOTE RR3245M et RR1218 qui figuraient dans l'édition 2 du présent document (IEC 60115-8:2009) ont été révisés en RT3245M et RT1218, car le nouveau nom des résistances transversales (RT) est à présent normalisé.

4.2.3 Modèles préférentiels et dimensions d'encombrement des résistances cylindriques (RC)

La forme et les dimensions des résistances cylindriques sont représentées sur la Figure 3, tandis que les modèles préférentiels et leurs dimensions respectives sont indiqués dans le Tableau 3. Les codes des modèles de résistances cylindriques commencent par RC.

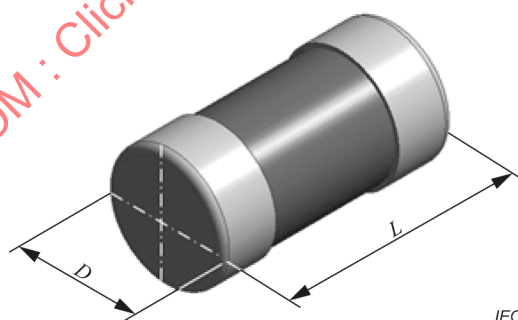
**Figure 3 – Forme et dimensions des résistances cylindriques (RC)**

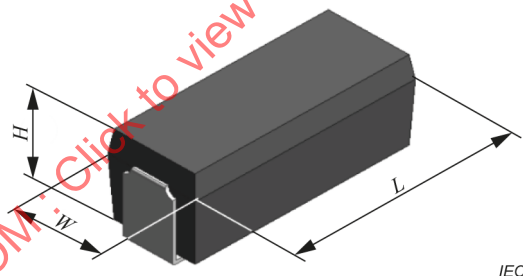
Tableau 3 – Modèles préférentiels des résistances cylindriques (RC)

Modèle	Dimensions	
	Longueur L mm	Diamètre D mm
RC1610M	$1,6^{+0,10}_{-0,05}$	$1,0^{+0,15}_{-0,05}$
RC2012M	$2,0 \pm 0,1$	$1,25^{+0,2}_{-0,1}$
RC2211M	$2,2^{0}_{-0,3}$	$1,1^{0}_{-0,10}$
RC3514M	$3,5 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,2$
RC3715M	$3,7^{0}_{-0,4}$	$1,5^{+0,1}_{-0,3}$
RC5922M	$5,9 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,2$
RC6123M	$6,1^{0}_{-0,9}$	$2,3^{+0,2}_{-0,4}$

La spécification particulière doit comporter une représentation réaliste de l'encombrement des résistances qu'elle couvre, représentation qui doit indiquer toutes les dimensions pertinentes.

4.2.4 Modèles préférentiels et dimensions d'encombrement des résistances bobinées (RW)

La forme et les dimensions types des résistances bobinées (RW) sont représentées sur la Figure 4, tandis que les modèles préférentiels et leurs dimensions respectives sont indiqués dans le Tableau 4. Les codes des modèles de résistances bobinées commencent par RW.

**Figure 4 – Forme et dimension des résistances bobinées (RW)****Tableau 4 – Modèles préférentiels des résistances bobinées (RW)**

Modèle		Dimensions		
Système métrique	Système anglo-saxon ^a	Longueur L mm	Largeur W mm	Hauteur H mm
RW0503M	RW2012	$5,0^{+0,6}_{-0,5}$	$3,0^{+0,6}_{-1,0}$	$3,0^{+0,6}_{-1,0}$
RW0704M	RW2515	$7,0^{+1,0}_{-1,3}$	$4,0^{+0,5}_{-1,0}$	$4,0^{+0,5}_{-1,6}$
RW1107M	RW4527	$11,0^{+1,5}_{-1,2}$	$7,0^{+0,5}_{-1,5}$	$5,0^{+1,0}_{-1,1}$
RW1607M	RW6927	$16,0^{+3,0}_{-2,5}$	$7,0^{+0,5}_{-1,5}$	$7,0^{+0,5}_{-1,5}$

^a Codes historiques de modèles, pour information uniquement.

Les résistances bobinées (RW) doivent être décrites plus en détail dans la spécification particulière.

4.3 Catégories climatiques préférentielles

Les résistances pour montage en surface couvertes par le présent document sont classées en catégories climatiques selon les règles générales données dans l'IEC 60068-1:2013, Annexe A.

Les températures de catégorie inférieure et supérieure, ainsi que la durée de l'essai continu de chaleur humide doivent être choisies parmi les valeurs suivantes:

température minimale de catégorie (LCT, -55 °C; -40 °C; -25 °C et -10 °C.
Lower Category Temperature)

température maximale de catégorie (UCT, 85 °C; 100 °C; 125 °C; 155 °C; 175 °C et 200 °C.
Upper Category Temperature)

durée de l'essai continu de chaleur humide: 10 jours, 21 jours et 56 jours.

Les sévérités pour les essais de froid et de chaleur sèche sont respectivement les températures de catégorie inférieure et supérieure.

4.4 Résistance

Voir l'IEC 60115-1:2020, 4.2.2.

Il convient que la série de valeurs de résistance soit choisie conformément à la tolérance de résistance recommandée par l'IEC 60063:2015, Tableau 3.

4.5 Tolérances sur la résistance

Les tolérances préférentielles pour la résistance des résistances fixes sont les suivantes: $\pm 10\%$; $\pm 5\%$; $\pm 2\%$; $\pm 1\%$; $\pm 0,5\%$; $\pm 0,25\%$; $\pm 0,1\%$; $\pm 0,05\%$; $\pm 0,02\%$ et $\pm 0,01\%$.

NOTE 1 Les résistances fixes sont ajustées à la valeur de résistance souhaitée, qui n'est pas destinée à être modifiée.

Les tolérances préférentielles sur la résistance des résistances ajustables sont les suivantes: 0/-30 %; 0/-20 % et 0/-10 %.

NOTE 2 Les résistances ajustables fournissent une couche de résistance de base non structurée, qui convient à l'ajustage (par exemple augmentation de la résistance par découpe laser) après assemblage dans leur application. Par conséquent, la résistance nominale ayant une tolérance de +0 constitue la résistance la plus basse possible dans le circuit.

4.6 Dissipation assignée P_{70}

Les valeurs préférentielles de dissipation assignée P_{70} pour les résistances montées avec une température ambiante de 70 °C sont: 0,016 W; 0,032 W; 0,05 W; 0,063 W; 0,1 W; 0,125 W; 0,25 W; 0,33 W; 0,4 W; 0,5 W; 0,75 W; 1 W; 2 W et 3 W.

La spécification particulière doit spécifier les conditions dans lesquelles la dissipation assignée s'applique.

La Figure 5 représente une courbe type de taux de réduction, permettant de fournir des informations sur le taux de réduction exigé de la dissipation admise pour toute température ambiante supérieure à la température assignée.

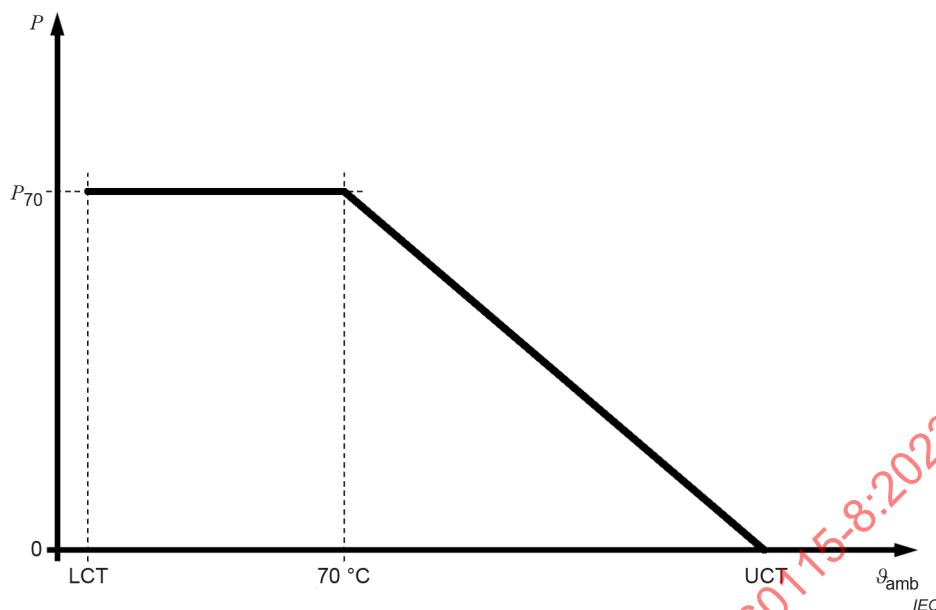


Figure 5 – Courbe de taux de réduction basée sur la température ambiante

Il convient que la température maximale de catégorie (UCT), utilisée pour les procédures d'essai, soit basée sur la température maximale de l'élément (MET, Maximum Element Temperature).

Tous les points d'extrémité et les points de changement de pente sur la courbe de taux de réduction doivent être vérifiés par des essais mis en œuvre à l'aide des cartes d'essai définies en 5.2.2.2.

4.7 Tension limite de l'élément U_{max}

Les valeurs préférentielles de la tension limite de l'élément (valeur efficace de la tension continue ou alternative) U_{max} sont choisies dans la série R10 de nombres normaux de l'ISO 3: 12,5 V; 15 V; 25 V; 50 V; 75 V; 100 V; 150 V; 200 V; 300 V et 500 V.

4.8 Tension d'isolation U_{ins}

Pour les résistances isolées, les valeurs préférentielles de la tension d'isolation de crête en courant continu ou en courant alternatif U_{ins} sont choisies dans la série R10 de nombres normaux de l'ISO 3: 75 V; 100 V; 200 V; 300 V et 500 V.

La tension d'isolation U_{ins} spécifiée ne doit pas être inférieure à la valeur de crête de la tension alternative qui peut être appliquée de manière continue et ne doit donc pas être assignée à une valeur inférieure à $U_{ins} = 1,42 \cdot U_{max}$.

4.9 Résistance d'isolement R_{iso}

Pour les résistances isolées, la résistance d'isolement R_{iso} ne doit pas être inférieure à 1 GΩ.

NOTE Voir 6.7 pour connaître les exigences relatives à la résistance d'isolement, R_{iso} après essais.

5 Essais et sévérité d'essais

5.1 Dispositions générales relatives aux essais invoqués par le présent document

Le paragraphe 5.2 fournit les spécifications particulières relatives à la préparation des éprouvettes d'essais, portant en particulier sur plusieurs méthodes de montage préférentielles. Tout écart par rapport à ces spécifications, comme cela peut être exigé par un type de résistances couvert par une spécification particulière en vertu de la présente spécification intermédiaire, doit être clairement spécifié par cette même spécification particulière.

Le paragraphe 5.3 fournit les spécifications particulières de tous les essais prévus par les programmes d'essais pour l'homologation et le contrôle de conformité de la qualité. La quantité d'informations données ici dépasse clairement les informations d'ensemble synthétisées pour correspondre à la colonne d'essai du programme d'essais respectif et doit donc avoir priorité sur ces informations d'ensemble.

Le paragraphe 5.4 fournit les spécifications particulières des essais supplémentaires qui ne figurent pas dans les programmes d'essais pour l'homologation et le contrôle de conformité de la qualité. Ces essais sont destinés à être utilisés comme variante aux essais des programmes d'essais, ou comme ajouts au nombre d'essais spécifié, lors de la rédaction d'une spécification particulière visant à couvrir des exigences spéciales. Toute spécification d'un tel essai supplémentaire doit être accompagnée de la spécification des contrôles appropriés, par exemple un examen visuel ou une évaluation de la variation de résistance. De plus, la spécification particulière correspondante doit présenter des exigences de performance appropriées pour tout essai supplémentaire appliqué. Voir l'Annexe E pour des recommandations sur la mise en œuvre appropriée de ces essais facultatifs et/ou supplémentaires dans les programmes d'essais.

Les essais spécifiés doivent être réalisés dans les conditions atmosphériques normales des essais indiqués dans l'IEC 60115-1:2020, 5.2.3, sauf spécification contraire.

Les tolérances sur les paramètres d'essai spécifiés doivent être appliquées conformément à l'IEC 60115-1:2020, 5.3, sauf spécification contraire.

5.2 Préparation des éprouvettes

5.2.1 Séchage

La procédure 1 de l'IEC 60115-1:2020, 5.4 doit être appliquée.

5.2.2 Montage des composants sur les cartes d'essai

5.2.2.1 Généralités

Les résistances fixes pour montage en surface doivent être montées sur une carte d'essai selon la disposition de base spécifiée en 5.2.2.2, en appliquant les dispositions d'assemblage de 5.2.2.3.

Les dispositions de l'IEC 60115-1:2020, 5.5.2 doivent être appliquées.

5.2.2.2 Spécification des cartes d'essai

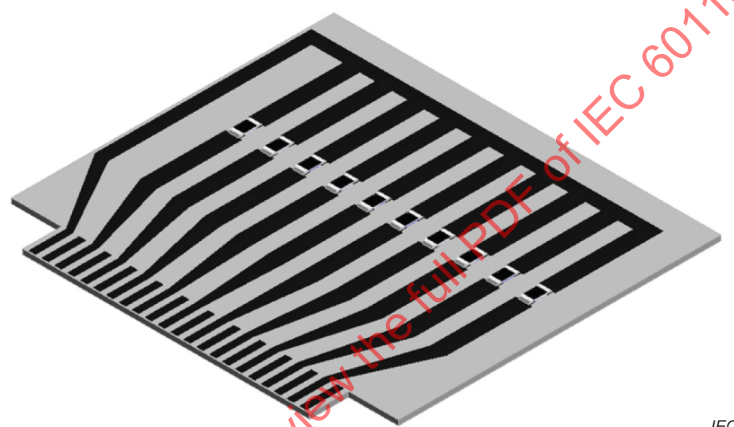
Les cartes d'essai recommandées sont essentiellement conçues pour atteindre 125 °C au niveau de la borne lorsque la dissipation de référence est appliquée à l'éprouvette. Cela est indiqué par la mention "Température cible" dans le Tableau 5, le Tableau 6 et le Tableau 7. Pour référence, un nombre idéal d'éprouvettes est également indiqué dans les tableaux pour tenir compte de la variation de température entre le bord et le centre de la carte d'essai. Voir l'Annexe F pour plus de détails. La raison pour laquelle les cartes d'essai recommandées sont basées sur la température de borne et non pas sur la température du point chaud est également expliquée dans l'Annexe F.

Sauf spécification contraire, les cartes d'essai doivent être fabriquées en un type de tissu de verre époxyde avec des conducteurs en cuivre non étamé ayant l'épaisseur spécifiée.

L'épaisseur nominale de la carte d'essai recommandée doit être de $(1,6 \pm 0,1)$ mm.

L'épaisseur nominale du tracé en cuivre (ou impression en cuivre) doit être de $35 \mu\text{m}$ ($0,035$ mm). Cependant, l'épaisseur du tracé en cuivre de $70 \mu\text{m}$ ($0,07$ mm) doit être utilisée pour RT2550M et RT3263M pour supprimer l'augmentation excessive de température.

Sauf spécification contraire, la zone centrale des cartes d'essai doit être conforme à la disposition de base indiquée à la Figure 7 ou la Figure 9. En dehors de la zone définie, il convient que les pistes conductrices ne soient pas plus larges que celles spécifiées à l'intérieur de la zone définie. La taille totale de la carte, le modèle de connecteur, l'utilisation d'un masque de brasage et le nombre d'éprouvettes sur chaque carte sont à la discrétion de l'exécuteur des essais et font l'objet d'une approbation de l'organisme de certification responsable. L'aspect basique de la carte d'essai est représenté sur la Figure 6.



Légende

- Pistes conductrices (tracé en cuivre)
- Carte en verre époxy

Figure 6 – Aspect basique de la carte d'essai recommandée

La spécification particulière peut fournir une spécification de matériau différente et une autre disposition de base, en fonction des exigences techniques relatives à l'étendue des composants qu'elle couvre.

Lorsque des cartes d'essai autres que les cartes d'essai recommandées sont utilisées, voir l'Annexe F pour la fabrication d'une carte d'essai correspondante qui constitue une référence uniforme pour les essais.

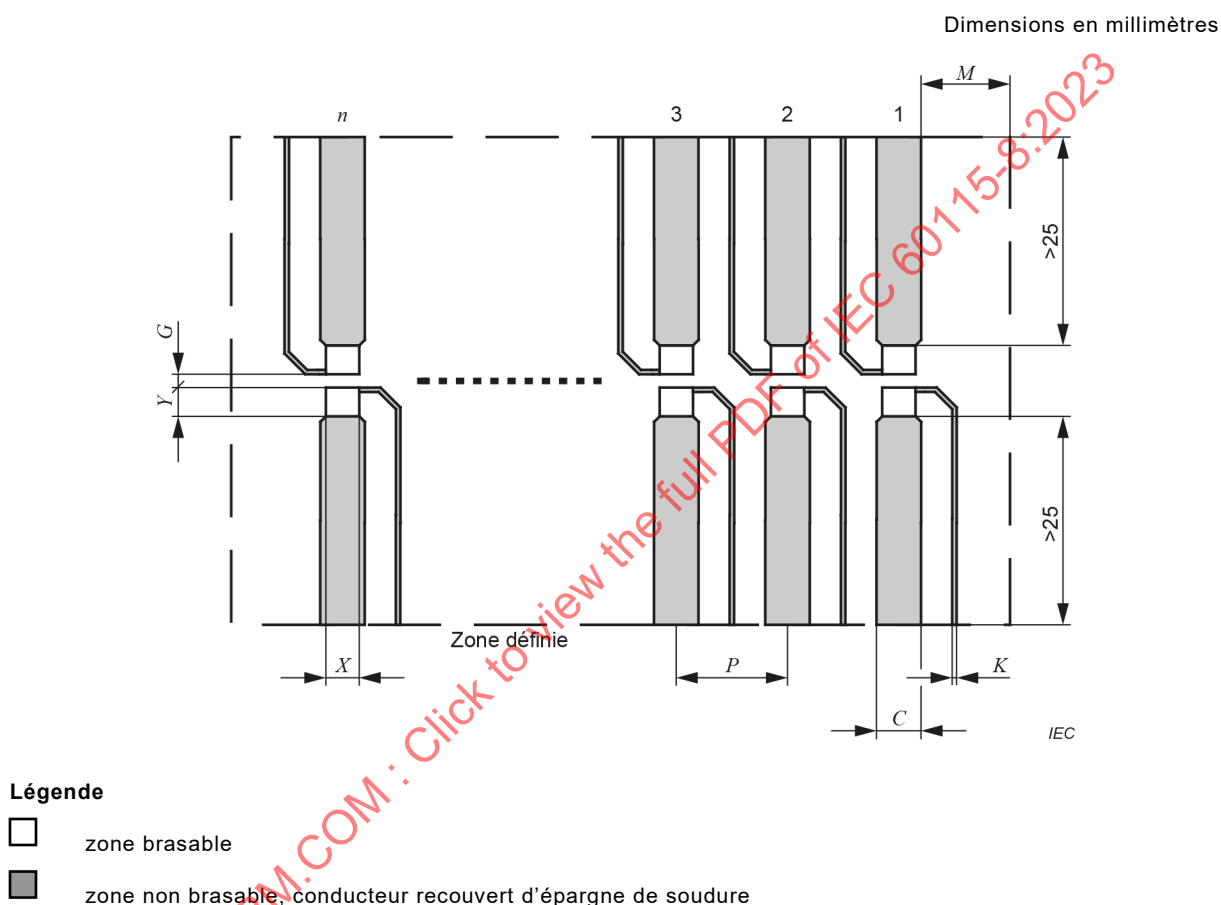
Les cartes d'essai conçues pour les résistances présentant une dissipation assignée supérieure peuvent avoir différentes largeurs d'impression en cuivre par rapport aux cartes d'essai traditionnelles. Cela est dû au fait que la température des cartes d'essai peut extrêmement augmenter en fonction des caractéristiques de dissipation thermique des cartes d'essai. Voir l'Annexe G à titre de référence.

Lorsque de nouvelles résistances CMS ayant une structure similaire ou ressemblante mais d'une taille différente sont mises au point, il convient que de nouvelles cartes d'essai soient conçues sur la base du présent document; c'est-à-dire de sorte à atteindre une température de borne de 125 °C lorsque la dissipation assignée est appliquée à l'éprouvette à une température ambiante de 70 °C .

Des cartes d'essai avec montages de Kelvin (à 4 points) représentés sur la Figure 7 doivent être utilisées.

Les cartes d'essai conformes à la Figure 9 peuvent être utilisées lorsque la résistance de l'éprouvette est supérieure ou égale à 100 Ω ou pour les essais ne nécessitant aucune mesure de la valeur de résistance.

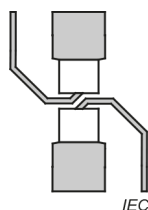
Les résistances bobinées (RW) doivent être décrites plus en détail dans la spécification particulière. Les cartes d'essai applicables aux résistances RW doivent être déterminées par une spécification applicable.



NOTE 1 Pour les dimensions, voir le Tableau 5, le Tableau 6 et le Tableau 7.

NOTE 2 Pour les éprouvettes dont la valeur de la résistance nominale est inférieure à 100 m Ω , il convient de fixer la conduite de détection à la zone brasable comme indiqué à la Figure 8.

Figure 7 – Disposition de base pour les essais mécaniques, environnementaux et électriques dans le cas de montages de Kelvin (à 4 points)



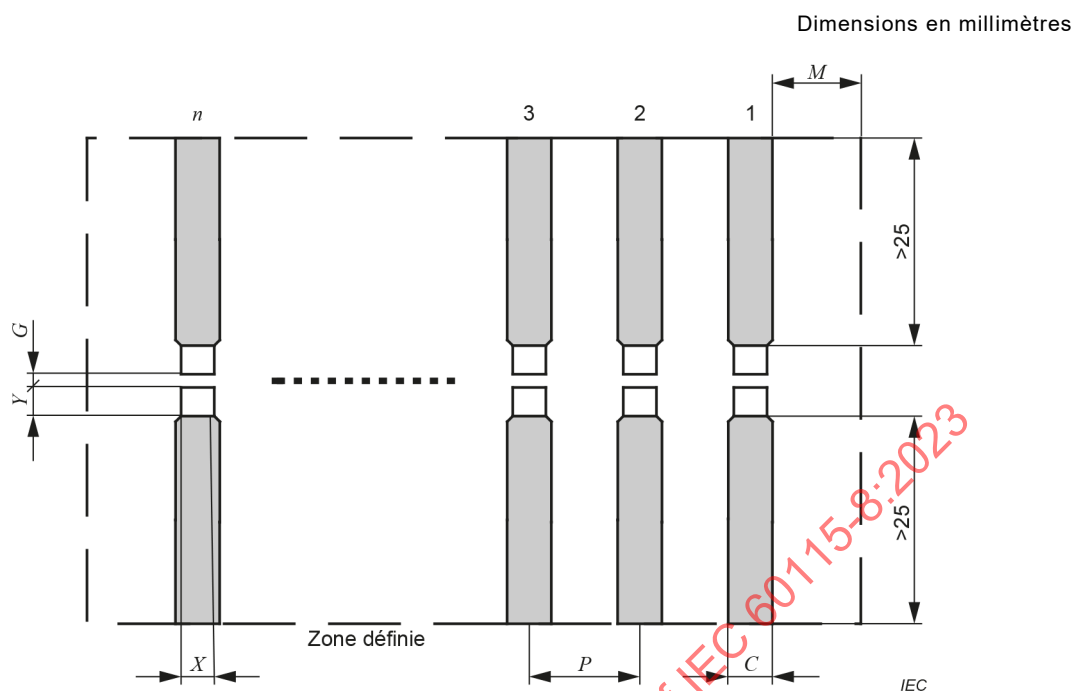
Légende

- ☐ zone brasable
- ☒ zone non brasable, conducteur recouvert d'épargne de soudure

Figure 8 – Fixation de la conduite de détection pour les montages de Kelvin (à 4 points) pour des éprouvettes dont la résistance nominale est inférieure à 100 mΩ

Les dimensions des plages X , Y et G indiquées à la Figure 7 et la Figure 9, ainsi que les valeurs correspondantes du Tableau 5, du Tableau 6 et du Tableau 7 ne sont données qu'à titre de référence. Les dimensions des plages X , Y et G doivent être ajustées en fonction de l'éprouvette d'essai et ne se limitent pas aux valeurs indiquées dans les tableaux.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023



Légende

- zone brasable
- zone non brasable, conducteur recouvert d'épargne de soudure

NOTE Pour les dimensions, voir le Tableau 5, le Tableau 6 et le Tableau 7.

Figure 9 – Disposition de base pour les essais mécaniques, environnementaux et électriques

5.2.2.3 Montage sur des cartes d'essai

Les exigences de fabrication relatives aux résistances CMS générales présentées à l'Annexe C doivent être respectées.

5.3 Essais

5.3.1 Résistance

Voir l'IEC 60115-1:2020, 6.1 et l'IEC 60115-1:2020, 5.6.

Sauf spécification contraire, les points de mesure sont déterminés par les brasures pour les éprouvettes montées sur une carte d'essai conformément à 5.2.2.

5.3.2 Coefficient de température de la résistance

Voir l'IEC 60115-1:2020, 6.2 et l'IEC 60115-1:2020, 5.6.

Sauf spécification contraire, les points de mesure sont déterminés par les brasures pour les éprouvettes montées sur une carte d'essai conformément à 5.2.2.

La séquence de températures, 20 °C / LCT / 20 °C / UCT / 20 °C, doit être appliquée consécutivement.

5.3.3 Augmentation de température

Voir l'IEC 60115-1:2020, 6.7, avec les détails suivants.

L'éprouvette doit être montée sur une carte d'essai conformément à 5.2.2, ou tel que spécifié par la spécification particulière. Il convient que la carte d'essai soit montée à la verticale avec les éprouvettes positionnées sur un plan horizontal. La carte d'essai doit être à l'air libre dans les conditions atmosphériques normales des essais indiqués dans l'IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (par exemple température ambiante de 15 °C à 35 °C).

NOTE Le réglage vertical de la carte d'essai est susceptible d'entraîner une meilleure harmonisation de la répartition de température des éprouvettes.

5.3.4 Endurance à la température assignée de 70 °C

Voir l'IEC 60115-1:2020, 7.1, avec les détails suivants.

L'éprouvette doit être montée sur une carte d'essai conformément à 5.2.2, ou tel que spécifié par la spécification particulière.

L'essai doit être réalisé avec une tension assignée égale à:

$$U_{\text{essai}} = U_r = \sqrt{P_{70} \times R_n}$$

qui doit être limitée par:

$$U_{\text{essai}} \leq U_{\text{max}}$$

où:

- U_r est la tension assignée;
- P_{70} est la dissipation assignée;
- R_n est la résistance nominale;
- U_{max} est la tension limite de l'élément.

La durée de l'essai d'endurance doit être de $t_{\text{essai}} = 1000^{+24}_0$ h.

L'extension de l'essai d'endurance à une durée totale de $t_{\text{essai}} = 8\,000^{+48}_0$ h est obligatoire uniquement pour les résistances classées niveau P ou R.

Voir 5.3.25 pour la mesure de la résistance d'isolement des résistances isolées.

5.3.5 Endurance à la température maximale: UCT

Voir l'IEC 60115-1:2020, 7.3, avec les détails suivants.

Il convient que l'éprouvette soit soumise à essai en étant montée sur une carte d'essai conformément à 5.2.2, ou tel que spécifié par la spécification particulière.

La durée de l'essai d'endurance doit être de $t_{\text{essai}} = 1000^{+24}_0$ h.

Voir 5.3.25 pour la mesure de la résistance d'isolement des résistances isolées.

5.3.6 Surcharge à court terme

Voir l'IEC 60115-1:2020, 8.1, avec les détails suivants.

L'éprouvette doit être montée sur une carte d'essai conformément à 5.2.2, ou tel que spécifié par la spécification particulière. La carte d'essai doit être à l'air libre dans les conditions atmosphériques normales des essais, comme indiqué dans l'IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (par exemple température ambiante de 15 °C à 35 °C).

La tension d'essai de surcharge préférentielle est égale à:

$$U_{\text{essai}} = 2,5 \times U_r = \sqrt{6,25 \times P_{70} \times R_n},$$

qui doit être limitée par:

$$U_{\text{essai}} \leq 2 \times U_{\text{max}},$$

où:

- U_r est la tension assignée;
- P_{70} est la dissipation assignée;
- R_n est la résistance nominale;
- U_{max} est la tension limite de l'élément.

La durée de surcharge est fonction du type de résistance.

La spécification particulière doit spécifier les valeurs de la durée de surcharge t_{charge} , de préférence à partir des valeurs préférentielles suivantes: 0,5 s; 1 s; 2 s; 5 s et 10 s. Une tolérance relative de +5 % doit s'appliquer à la durée de surcharge.

5.3.7 Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion

Voir l'IEC 60115-1:2020, 8.2.

Il convient que l'éprouvette soit montée sur une carte d'essai conformément à 5.2.2, ou tel que spécifié par la spécification particulière.

L'essai doit être réalisé avec des impulsions définies par:

Forme des impulsions: 10/700

Tension d'impulsion de crête: $\hat{U}_{\text{essai}} = x \times \sqrt{P_{70} \times R_n}$, avec $x \geq 10$,

qui doit être limitée par: $\hat{U}_{\text{essai}} \leq y \times U_{\text{max}}$, avec $y \geq 2$.

La spécification particulière doit spécifier les valeurs pour x et y .

NOTE Les valeurs minimales données pour les multiplicateurs, $x = 10$ et $y = 2$, établissent la plus faible sévérité n° 4 définie pour les impulsions de forme 10/700 dans l'IEC 60115-1:2020, 8.2.

Cet essai est uniquement obligatoire pour les résistances classées niveau P ou R.

5.3.8 Essai de surcharge haute tension à impulsions périodiques

Voir l'IEC 60115-1:2020, 8.3, avec les détails suivants.

L'éprouvette doit être montée sur une carte d'essai conformément à 5.2.2, ou tel que spécifié par la spécification particulière. Il convient que la carte d'essai soit montée à la verticale avec les éprouvettes positionnées sur un plan horizontal. La carte d'essai doit être à l'air libre dans les conditions atmosphériques normales des essais, comme indiqué dans l'IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (par exemple température ambiante de 15 °C à 35 °C).

NOTE Le réglage vertical de la carte d'essai est susceptible d'entraîner une meilleure harmonisation de la répartition de température des éprouvettes.

La tension d'essai de surcharge à impulsion carrée préférentielle est, selon la spécification de la sévérité 3, égale à:

$$\hat{U}_{\text{essai}} = \sqrt{25 \times P_{70} \times R_n},$$

qui doit être limitée par:

$$\hat{U}_{\text{essai}} \leq 3 \times U_{\text{max}}$$

où:

P_{70} est la dissipation assignée;

R_n est la résistance nominale;

U_{max} est la tension limite de l'élément.

Durée de l'essai: $t_{\text{essai}} = 100^{+5}_{-0} \text{ h}$;

Durée des impulsions: $t_{\text{impulsion}} = 100 \text{ } \mu\text{s}$;

Fréquence d'impulsion: $f_{\text{impulsion}} = 400 \text{ Hz}$.

La spécification particulière peut spécifier un facteur de surcharge supérieur à la valeur 25 donnée pour la sévérité 3. Dans ce cas, la durée d'essai de 100 h et la durée d'impulsion de 100 μs doivent être maintenues et la fréquence d'impulsion doit être ajustée afin d'établir une dissipation moyenne de la séquence d'impulsion de 100 % de la dissipation assignée P_{70} . Voir les autres conditions de surcharge préférentielles indiquées dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Conditions de surcharge aggravées préférentielles

Sévérité	Pointe de charge $\hat{P}$ W	Tension d'impulsion $\hat{U}_{\text{essai}}$ V	Durée d'impulsion $t_{\text{impulsion}}$ μs	Fréquence d'impulsion $f_{\text{impulsion}}$ Hz
3a	$40 \times P_r$	$\sqrt{40 \times P_r \times R_n}$	100	250
3b	$63 \times P_r$	$\sqrt{63 \times P_r \times R_n}$	100	160
3c	$100 \times P_r$	$\sqrt{100 \times P_r \times R_n}$	100	100
3d	$160 \times P_r$	$\sqrt{160 \times P_r \times R_n}$	100	63
3e	$250 \times P_r$	$\sqrt{250 \times P_r \times R_n}$	100	40
3f	$400 \times P_r$	$\sqrt{400 \times P_r \times R_n}$	100	25
3g	$630 \times P_r$	$\sqrt{630 \times P_r \times R_n}$	100	16
3h	$1\,000 \times P_r$	$\sqrt{1\,000 \times P_r \times R_n}$	100	10

Cet essai est uniquement obligatoire pour les résistances classées niveau P ou R.

5.3.9 Essai de décharges électrostatiques (ESD)

Voir l'IEC 60115-1:2020, 8.5, avec les détails suivants.

Il convient que l'éprouvette soit soumise à essai en étant montée sur une carte d'essai conformément à 5.2.2, ou tel que spécifié par la spécification particulière.

La tension d'essai ESD (Electro-Static Discharge) est fonction du type de résistance. La spécification particulière doit spécifier les valeurs pour la tension d'essai U_{HBM} , de préférence à partir des valeurs préférentielles données dans l'IEC 60115-1:2020, 8.5.4. Une tolérance relative de $\pm 2\%$ doit s'appliquer à la tension d'essai.

Un nombre égal de décharges à polarité positive, n_{pos} , et à une polarité négative, n_{neg} , doit être appliqué aux éprouvettes, lorsque:

$$n_{\text{pos}} = n_{\text{neg}} = 3 \quad \text{pour tous les niveaux de catégorie de résistance.}$$

La durée minimale entre deux décharges doit être de 1 s.

5.3.10 Examen visuel

Voir l'IEC 60115-1:2020, 9.1.

Le corps de la résistance et ses sorties doivent faire l'objet d'un examen visuel.

Les éléments dont il est exigé qu'ils soient marqués sur des résistances marquées conformément à 7.1 doivent être vérifiés par examen visuel.

5.3.11 Calibrage des dimensions

Voir l'IEC 60115-1:2020, 9.2, avec les détails suivants.

La longueur, la hauteur et la largeur (ou le diamètre) du corps des résistances et des leurs sorties doivent être calibrées.

La longueur du corps des résistances doit être évaluée conformément à l'IEC 60294:2012, 3.1.

Le diamètre du corps des résistances doit être calibré conformément à l'IEC 60294:2012, Article 5. Une approche similaire doit être adoptée pour un corps de résistance non cylindrique.

5.3.12 Dimensions du détail

Voir l'IEC 60115-1:2020, 9.3, avec les détails suivants.

Toutes les dimensions spécifiées par la spécification particulière doivent être mesurées.

Pour la mesure de la longueur du corps des résistances, une plaque-calibre conforme à l'IEC 60294:2012, 3.1 doit être utilisée.

5.3.13 Essai de cisaillement (adhésion)

Voir l'IEC 60115-1:2020, 9.7, avec les détails suivants.

Sauf indication contraire dans la spécification particulière applicable, la force appropriée indiquée dans le Tableau 9 doit être appliquée au corps de la résistance pour montage en surface.

Cet essai est obligatoire uniquement pour les résistances rectangulaires, transversales et cylindriques (modèles RR, RT, RC). L'applicabilité de cet essai aux résistances bobinées (modèle RW) et les forces d'essai exigées doivent être déterminées par la spécification applicable.

Tableau 9 – Force d'essai de cisaillement

Modèle			Force ^a N
Résistances rectangulaires (modèles RR)	Résistances transversales (modèles RT)	Résistances cylindriques (modèles RC)	
RR0402M	—	—	1
RR0603M	—	—	2
RR1005M	—	—	3
RR1608M	—	RC1610M	5
	RT0510M	—	7
RR2012M	—	RC2012M RC2211M	9
RR3216M RR3225M	RT0816M RT1220M	RC3514M RC3715M	25
RR4532M RR5025M RR6332M	—	—	45
—	RT3245M RT1632M RT2550M RT3263M	RC5922M RC6123M	90
^a Une tolérance relative de 0/+10 % s'applique aux forces d'essai de cisaillement spécifiées.			

5.3.14 Essai de pliage du substrat

Voir l'IEC 60115-1:2020, 9.8, avec les détails suivants.

Déviaton: $d = (2 \pm 0,2) \text{ mm}$

Temps de maintien de la déviation: $t_{\text{maintien}} = (20 \pm 1) \text{ s}$

Nombre de déviations: $n = 3$

5.3.15 Chocs

Voir l'IEC 60115-1:2020, 9.10, avec les détails suivants.

Forme des impulsions: demi-sinusoïdale

Accélération de crête, d : $50 g_n (500 \text{ m/s}^2)$

Durée d'impulsion, t_p : 11 ms

Nombre d'impulsions, n : 3 pour chaque axe et direction

Cet essai est obligatoire uniquement pour les résistances bobinées (modèle RW), sauf indication contraire dans la spécification particulière.

5.3.16 Vibrations

Voir l'IEC 60115-1:2020, 9.11, avec les détails suivants.

La méthode à utiliser est l'endurance par balayage conformément à l'IEC 60068-2-6:2007, 8.3.1, les éprouvettes étant montées de manière à ne pas être exposées aux résonances, et avec les détails suivants.

Plage de fréquences: $f_1 = 10 \text{ Hz}$ à $f_2 = 2\,000 \text{ Hz}$

Amplitude: $\hat{a} = 200 \text{ m/s}^2$, limitée par $d = 1,5 \text{ mm}$

Durée: $n = 10$ cycles de balayage dans chaque axe (x, y, z),
ce qui donne une durée d'essai $t_{\text{charge}} = 2,5 \text{ h}$ par axe.

Cet essai est uniquement obligatoire pour les résistances classées niveau P ou R.

5.3.17 Variation rapide de température

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.1, avec les détails suivants.

Température inférieure: $\vartheta_{\text{inf}} = \text{LCT}$

Température supérieure: $\vartheta_{\text{sup}} = \text{UCT}$

Nombre de cycles: $n = 5$

5.3.18 Variation rapide de température, ≥ 100 cycles

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.1, avec les détails suivants.

Température inférieure: $\vartheta_{\text{inf}} = \text{LCT}$

Température supérieure: $\vartheta_{\text{sup}} = \text{UCT}$

Nombre de cycles: les valeurs préférentielles pour n sont 100; 200; 500 et 1 000

La spécification particulière peut spécifier différentes valeurs pour n en fonction des propriétés et des capacités de chaque modèle.

Cet essai est uniquement obligatoire pour les résistances classées niveau P ou R.

5.3.19 Séquence climatique

5.3.19.1 Généralités

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.3.

Il convient que l'éprouvette soit montée sur une carte d'essai conformément à 5.2.2, ou tel que spécifié par la spécification particulière.

5.3.19.2 Chaleur sèche

IEC 60115-1:2020, 10.3.4.2

Les éprouvettes d'essai peuvent être introduites directement dans la chambre chauffée à n'importe quelle température comprise entre la température du laboratoire et la température maximale de catégorie, puis en être retirées directement. En effet, les effets d'une variation brusque de température ne sont pas connus pour porter préjudice aux éprouvettes.

5.3.19.3 Chaleur humide, cyclique, premier cycle

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.3.4.3

5.3.19.4 Froid

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.3.4.4

Les éprouvettes d'essai peuvent être introduites directement dans la chambre refroidie à n'importe quelle température comprise entre la température minimale de catégorie et la température de laboratoire, puis en être retirées directement. En effet, les effets d'une variation brusque de température ne sont pas connus pour porter préjudice aux éprouvettes.

Des précautions contre la condensation d'humidité sur les éprouvettes d'essai sont exigées si les éprouvettes sont insérées dans la chambre d'essai à une température inférieure à la température du laboratoire.

5.3.19.5 Basse pression atmosphérique

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.3.4.5, avec les détails suivants.

Pression atmosphérique: $p_{\text{amb}} = 8 \text{ kPa}$, pour les résistances classées niveau G, ou
 $p_{\text{amb}} = 1 \text{ kPa}$, pour les résistances classées niveau P ou R

NOTE Selon l'ISO 2533, la pression atmosphérique de 1 kPa représente une altitude approximative de 31 200 m au-dessus du niveau de la mer, et la pression atmosphérique de 8 kPa représente une altitude approximative de 17 600 m au-dessus du niveau de la mer.

5.3.19.6 Chaleur humide, cyclique, cycles supplémentaires

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.3.4.6.

Le nombre de cycles supplémentaires est défini par la catégorie climatique et donné dans l'IEC 60115-1:2020, Tableau 20.

5.3.19.7 Charge sous tension continue

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.3.4.7.

5.3.19.8 Mesurages finaux

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.3.5.

Voir 5.3.25 pour la mesure de la résistance d'isolement des résistances isolées.

5.3.20 Chaleur humide, essai continu

NOTE Cet essai est également appelé "essai 40/93" ou "essai d'humidité en charge" sans distinction évidente par rapport à "l'essai 85/85" spécifié en 5.4.4.

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.4, avec les détails suivants.

Il convient que l'éprouvette soit montée sur une carte d'essai conformément à 5.2.2, ou tel que spécifié par la spécification particulière.

La durée t_{exp} de cet essai est déterminée par la catégorie climatique; voir l'IEC 60115-1:2020, Tableau 21.

Voir 5.3.25 pour la mesure de la résistance d'isolement des résistances isolées.

5.3.21 Brasabilité, avec brasure sans plomb

Voir l'IEC 60115-1:2020, 11.1, avec les détails suivants.

L'essai de brasabilité doit être précédé d'un vieillissement accéléré. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, le vieillissement 3a (c'est-à-dire 4 h de chaleur sèche à 155 °C, voir l'IEC 60115-1:2020, Tableau 27) doit être employé. Après le vieillissement accéléré, l'éprouvette doit être soumise aux conditions atmosphériques normales des essais pendant une durée comprise dans la plage de 2 h à 24 h.

Une variété d'alliages de brasure sans plomb est applicable pour l'assemblage de résistances fixes pour montage en surface, avec leurs propres exigences de température de processus et leur méthode de brasage typique, voir l'IEC 60115-1:2020, 11.1.4.3.

Les essais de brasabilité du groupe 3 doivent recourir à la méthode du bain de brasage, voir l'IEC 60115-1:2020, Tableau 29, Méthode 1, avec les détails suivants.

Alliage à braser: Sn96,5Ag3,0Cu0,5

Température du bain: $\vartheta_{\text{bain}} = (245 \pm 3) ^\circ\text{C}$

Temps d'immersion: $t_{\text{imm}} = (3 \pm 0,3) \text{ s}$

Un écran isolant thermique ne peut être utilisé que s'il est spécifié par la spécification particulière.

Il convient de ne pas appliquer cet essai si la spécification particulière applicable exclut explicitement la compatibilité des composants qu'elle couvre avec un procédé de brasage sans plomb.

5.3.22 Brasabilité avec brasure SnPb

Voir l'IEC 60115-1:2020, 11.1, avec les détails suivants.

L'essai de brasabilité doit être précédé d'un vieillissement accéléré. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, le vieillissement 3a (c'est-à-dire 4 h de chaleur sèche à 155 °C, voir l'IEC 60115-1:2020, Tableau 27) doit être employé. Après le vieillissement accéléré, l'éprouvette doit être soumise aux conditions atmosphériques normales des essais pendant une durée comprise dans la plage de 2 h à 24 h.

Une variété d'alliages de brasure sans plomb est applicable pour l'assemblage de résistances fixes pour montage en surface, avec leurs propres exigences de température de processus et leur méthode de brasage typique, voir l'IEC 60115-1:2020, 11.1.4.3.

Les essais de brasabilité du groupe 2 doivent recourir à la méthode du bain de brasage, voir l'IEC 60115-1:2020, Tableau 29, Méthode 1, avec les détails suivants.

Alliage à braser: Sn60Pb40 ou Sn63Pb37

Température du bain: $\vartheta_{\text{bain}} = (235 \pm 3) ^\circ\text{C}$

Temps d'immersion: $t_{\text{imm}} = (2 \pm 0,2) \text{ s}$

Un écran isolant thermique ne peut être utilisé que s'il est spécifié par la spécification particulière.

Normalement, cet essai s'applique également aux composants avec revêtement sans plomb, car la plupart de ces revêtements sont également compatibles avec un procédé de brasage contenant du plomb. Toutefois, cet essai ne doit pas être appliqué si la spécification particulière applicable exclut explicitement la compatibilité des composants qu'elle couvre avec un procédé de brasage traditionnel contenant du plomb (SnPb).

5.3.23 Résistance à la chaleur de brasage

Voir l'IEC 60115-1:2020, 11.2, avec les détails suivants.

Les résistances doivent être capables de supporter la gamme complète de procédés de brasage décrits dans l'IEC 61760-1, sauf indication contraire explicite dans la spécification particulière applicable:

- brasage par refusion SnPb en phase vapeur;
- brasage par refusion sans plomb en phase vapeur;
- brasage SnPb par infrarouge ou brasage par refusion à convection forcée de gaz;
- brasage sans plomb par infrarouge ou brasage par refusion à convection forcée de gaz;
- brasage SnPb double vague;
- brasage sans plomb double vague.

La résistance à la chaleur de brasage pour la combinaison de toutes les méthodes de brasage doit être soumise à l'essai dans les conditions les plus défavorables définies dans l'IEC 60068-2-58:2015, 8.2.1 et l'IEC 60068-2-58:2015, 8.1.1.

Alliage à braser: tout alliage SnPb, SnCu, SnAgCu ou SnAg

Température du bain: $\vartheta_{\text{bain}} = (260 \pm 5) ^\circ\text{C}$

Temps d'immersion: $t_{\text{imm}} = (10 \pm 1) \text{ s}$

5.3.24 Résistance au solvant

Voir l'IEC 60115-1:2020, 11.3, avec les détails suivants.

Méthode: Méthode 1: avec polissage

Solvant: Alcool isopropylique (IPA)

Température du solvant: $\vartheta_{\text{bain}} = (23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ou $(50_{-5}^0) ^\circ\text{C}$

Temps d'immersion: $t_{\text{imm}} = (5 \pm 0,5) \text{ min}$

Dispositif de polissage: Tampon de laine de coton, ou brosse à dents, selon l'indication de la spécification particulière

Nombre de coups: $n = 10$

NOTE La température du bain de $23 ^\circ\text{C}$ est préférable dans certaines régions en raison des préoccupations de sécurité concernant le bain à $50 ^\circ\text{C}$.

5.3.25 Résistance d'isolement

Cet essai doit s'appliquer à toutes les résistances isolées.

Voir l'IEC 60115-1:2020, 12.1.

Une méthode appropriée de l'IEC 60115-1:2020, 12.1 doit être appliquée pour le mesurage de la résistance d'isolement, de préférence la méthode de serrage parallèle de l'IEC 60115-1:2020, 12.1.3.5 pour les résistances CMS rectangulaires et la méthode du prisme de fixation de l'IEC 60115-1:2020, 12.1.3.6 pour les résistances CMS cylindriques.

5.3.26 Tension de tenue

Cet essai doit s'appliquer à toutes les résistances isolées.

Voir l'IEC 60115-1:2020, 12.2.

Une méthode appropriée de l'IEC 60115-1:2020, 12.2 doit être appliquée pour l'essai de tension de tenue, de préférence la méthode de serrage parallèle indiquée dans l'IEC 60115-1:2020, 12.1.3.5 pour les résistances CMS rectangulaires et la méthode du prisme de fixation indiquée dans l'IEC 60115-1:2020, 12.1.3.6 pour les résistances CMS cylindriques.

5.3.27 Essai d'inflammabilité

L'essai au brûleur-aiguille conforme à l'IEC 60115-1:2020, 12.4 doit être appliqué avec les détails suivants.

Durée d'application du brûleur-aiguille: $t_a = 10_{-1}^0$ s.

5.4 Essais facultatifs et/ou supplémentaires

5.4.1 Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion

Cet essai présente l'utilisation de la forme d'onde des impulsions 1,2/50 comme variante de plusieurs sévérités pour l'essai de surcharge haute tension à une seule impulsion de 5.3.7.

Voir l'IEC 60115-1:2020, 8.2.

Il convient que l'éprouvette soit montée sur une carte d'essai conformément à 5.2.2, ou tel que spécifié par la spécification particulière. La carte d'essai doit être à l'air libre dans les conditions atmosphériques normales des essais. L'essai doit être réalisé avec des impulsions définies par:

Forme des impulsions: 1,2/50

Tension d'impulsion de crête: $\hat{U}_{\text{essai}} = x \times \sqrt{P_{70} \times R_n}$, avec $x \geq 20$,

qui doit être limitée par: $\hat{U}_{\text{essai}} \leq y \times U_{\text{max}}$, avec $y \geq 5$.

La spécification particulière doit spécifier les valeurs pour x et y .

L'essai de surcharge haute tension à une seule impulsion de 5.4.1 est recommandé uniquement pour les résistances classées niveau P ou R.

Si cet essai est appliqué dans un programme d'essais avancé, les éprouvettes doivent être inspectées pour détecter les défauts visuels et la variation de résistance qui s'est produite. L'exigence relative à la variation de résistance admissible doit être indiquée dans l'article portant sur les exigences de performance de la spécification particulière et de préférence ajoutée dans le tableau sur les limites de variation de résistance lors des essais.

5.4.2 Essai de surcharge à impulsions périodiques

Cet essai relève d'une ancienne méthode d'essai utilisée dans les spécifications traditionnelles des résistances fixes non bobinées (à film) de faible puissance contenant du plomb. Il convient d'utiliser cet essai uniquement dans les spécifications qui exigent une continuité stricte avec les exigences d'essai historiques. Dans ce cas, il convient de remplacer l'essai de surcharge haute tension à impulsions périodiques de 5.3.8.

La sévérité globale de cet essai est considérée comme inadéquate compte tenu des capacités des produits actuels et des exigences types d'application. Cette lacune est reconnaissable par la faible pointe de charge, la dissipation moyenne étant inférieure à la dissipation assignée des éprouvettes, et le nombre limité d'impulsions appliquées.

Voir l'IEC 60115-1:2020, 8.4, avec les détails suivants.

Il convient que l'éprouvette soit montée sur une carte d'essai conformément à 5.2.2, ou tel que spécifié par la spécification particulière. La carte d'essai doit être à l'air libre dans les conditions atmosphériques normales des essais, comme indiqué dans l'IEC 60115-1:2020, 5.2.3 (par exemple température ambiante de 15 °C à 35 °C).

La tension d'essai de surcharge à impulsions préférentielle est égale à:

$$\hat{U}_{\text{essai}} = \sqrt{15 \times P_{70} \times R_n},$$

qui doit être limitée par:

$$\hat{U}_{\text{essai}} \leq 2 \times U_{\text{max}}$$

où:

P_{70} est la dissipation assignée,

R_n est la résistance nominale,

U_{max} est la tension limite de l'élément.

La durée de l'essai est déterminée par les détails suivants:

Nombre de cycles d'impulsions: $n = 1\,000$,

Durée de l'état passant: $t_{\text{passant}} = 0,1 \text{ s}$, et

Durée de l'état bloqué: $t_{\text{bloqué}} = 2,5 \text{ s}$ au cours de chaque cycle d'impulsions.

Si cet essai est appliqué dans un programme d'essais avancé, les éprouvettes doivent être inspectées pour détecter les défauts visuels et la variation de résistance qui s'est produite. L'exigence relative à la variation de résistance admissible doit être indiquée dans l'article portant sur les exigences de performance de la spécification particulière et de préférence ajoutée dans le tableau sur les limites de variation de résistance lors des essais.

5.4.3 Fonctionnement à basse température

Cet essai est présenté comme un complément à l'essai passif à froid de la séquence climatique de 5.3.19 et de l'IEC 60115-1:2020, 10.3, qui reste une partie obligatoire de tous les programmes d'essais relevant du domaine d'application du présent document.

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.2, pour plus de détails sur cet essai.

Si cet essai est appliqué dans un programme d'essais avancé, les éprouvettes doivent être inspectées pour détecter les défauts visuels et la variation de résistance qui s'est produite. L'exigence relative à la variation de résistance admissible doit être indiquée dans l'article portant sur les exigences de performance de la spécification particulière et de préférence ajoutée dans le tableau sur les limites de variation de résistance lors des essais.

5.4.4 Chaleur humide, essai continu, accéléré

NOTE Cet essai est également appelé "essai 85/85", ou "essai d'humidité en charge" sans distinction évidente par rapport à "l'essai 40/93" spécifié en 5.3.20.

Cet essai est présenté comme un complément à l'essai continu de chaleur humide de 5.3.20 et de l'IEC 60115-1:2020, 10.4, qui reste une partie obligatoire de tous les programmes d'essais relevant du domaine d'application du présent document.

Voir l'IEC 60115-1:2020, 10.5, avec les détails suivants.

Afin de suivre la recommandation relative à cet essai de l'IEC 60068-2-67:1995, B.2 a) concernant la limitation de l'augmentation de température à moins de 2 K, l'essai doit être réalisé avec une polarisation de 10 % de la tension assignée U_r ; voir l'option a) de la tension de polarisation continue dans l'IEC 60115-1:2020, Tableau 23.

Pour une simplification pratique, l'essai peut être réalisé en groupant les tensions de polarisation continues comme indiqué dans l'IEC 60115-1:2020, 10.5.4.2.

Voir 5.3.25 pour la mesure de la résistance d'isolement des résistances isolées.

Si cet essai est appliqué dans un programme d'essais avancé, les éprouvettes doivent être inspectées pour détecter les défauts visuels et la variation de résistance qui s'est produite. Les résistances isolées doivent également être inspectées pour déterminer la résistance d'isolement. L'exigence relative à la variation de résistance admissible doit être indiquée dans l'article portant sur les exigences de performance de la spécification particulière et de préférence ajoutée dans le tableau sur les limites de variation de résistance lors des essais.

6 Exigences de performances

6.1 Généralités

Les sévérités d'essai et les exigences spécifiées par les spécifications particulières doivent être d'un niveau supérieur ou égal à celui de la présente spécification intermédiaire. Des niveaux de performances inférieurs ne sont pas admis.

Les sévérités des essais doivent être spécifiées par les spécifications particulières, selon les indications de la spécification générique IEC 60115-1 et de l'Article 5 de la présente spécification intermédiaire.

6.2 Limites de variation de résistance lors des essais

Le Tableau 10 donne la liste des limites préférentielles pour la variation de résistance de tous les essais énumérés dans les titres de colonnes. Les limites de variation de résistance sont affectées aux classes de stabilité, afin de classer les performances des résistances. Les exigences de performance spécifiées par la spécification particulière doivent être basées sur un choix approprié de ces classes de stabilité et sur les limites préférentielles assignées.

En règle générale, les limites de variation de résistance s'expriment comme la somme d'un écart absolu, a , et d'un écart relatif, $p \times R$:

$$\Delta R = p \times R + a$$

où le nombre réel sans dimension p est généralement exprimé en pourcentage.

NOTE La somme d'une part absolue et d'une part relative reflète le fait que certains mécanismes de variation de résistance sont liés à la valeur réelle des résistances, alors que d'autres sont indépendants de celle-ci.

L'incertitude de mesure des faibles résistances constitue sans doute un autre facteur historique expliquant cet écart absolu, quelle que soit la valeur de faible résistance alors disponible. L'amélioration des capacités de mesure au fil du temps suggère que l'écart absolu est devenu redondant. Ces améliorations ne suppriment cependant pas la part absolue des mécanismes de variation de résistance.

Une part égale d'écarts absolus et relatifs s'applique pour:

$$R' = \frac{a}{p}$$

Pour les faibles résistances ohmiques avec $R < R'$, la part relative perd de la valeur par rapport à la part absolue. Pour $R \ll R'$, l'écart absolu dominant atteint le même ordre de grandeur que la résistance soumise à essai R , ou peut même dépasser R . Une telle exigence de stabilité peut donc sembler en décalage par rapport aux qualités générales de la résistance. Par conséquent, il est conseillé aux rédacteurs des spécifications particulières d'envisager un écart absolu raisonnable pour la plage de faibles résistances à couvrir, qui peut être inférieur à toute proposition présentée dans le Tableau 10.

EXEMPLE 1 Appliquer une variation de résistance autorisée de $\Delta R = \pm(0,5 \% R + 50 \text{ m}\Omega)$ à une plage de résistance allant jusqu'à $100 \text{ m}\Omega$ porte la variation admise à $\pm 50,5 \%$ à la limite de plage inférieure. Les utilisateurs de composants s'attendent probablement à une meilleure stabilité; par conséquent, il est conseillé aux rédacteurs de la spécification d'utiliser un écart absolu plus faible dans de tels cas.

Pour les résistances ohmiques élevées avec $R > R'$, la part absolue perd de la valeur par rapport à la part relative; par exemple à $R = 100 \times R'$, la part absolue ne représente que 1% de la part relative. Pour une présentation claire, il convient de ne plus présenter ni appliquer une telle part absolue insignifiante.

EXEMPLE 2 L'application d'une variation de résistance autorisée de $\Delta R = \pm(0,5 \% R + 50 \text{ m}\Omega)$ donne une part égale d'écart pour $R' = 10 \Omega$. À $1 \text{ k}\Omega$, la part absolue n'atteint pas plus de $0,005 \% R$, soit 1% de la part relative, elle peut donc difficilement être essentielle à l'évaluation de la qualité des résistances. Par conséquent, si elle est présentée et appliquée pour toute valeur $R \geq 1 \text{ k}\Omega$, la part absolue ne fera que semer la confusion chez les lecteurs des spécifications ou des rapports d'essai associés.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023

Tableau 10 – Limites de variation de résistance lors des essais

Classe de stabilité	Limite de variation de résistance, ΔR Ω				
	Essais de longue durée		Essais de courte durée	Essais de contrainte accélérés	
	IEC 60115-1:2020, 7.3 endurance à la température maximale: UCT 10.3 Séquence climatique 10.4 Chaleur humide, essai continu	IEC 60115-1:2020, 7.1 Endurance à la température assignée de 70 °C 1 000 h Accélééré, 8 000 ha ^a	IEC 60115-1:2020, 8.1 Surchage à court terme 9.8 Essai de pliage du substrat 9.10 Chocs ^d 9.11 Vibration ^a 10.1 Variation rapide de température, 5 cycles 11.2 Résistance à la chaleur de brasage	IEC 60115-1:2020, 10.1 Variation rapide de température, ≥ 100 cycles ^a IEC 60115-1:2020, 8.2 Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion ^a 8.5 Décharge électrostatique ^b	IEC 60115-1:2020, 8.3 Essai de surcharge haute tension à impulsions périodiques ^a 8.4 Essai de surcharge à impulsions périodiques ^c
5	$\pm(5\% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(5\% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(1\% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1\% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(2\% R + 0,05 \Omega)$
2	$\pm(2\% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(2\% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(0,5\% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,5\% R + 0,05 \Omega)$	
1	$\pm(1\% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1\% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,25\% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,25\% R + 0,05 \Omega)$	
0,5	$\pm(0,5\% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,5\% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,1\% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,5\% R + 0,05 \Omega)$	
0,25	$\pm(0,25\% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,25\% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,05\% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,25\% R + 0,05 \Omega)$	
0,1	$\pm(0,1\% R + 0,02 \Omega)$	$\pm(0,1\% R + 0,02 \Omega)$	$\pm(0,05\% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,05\% R + 0,01 \Omega)$	
0,05	$\pm(0,05\% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,05\% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,025\% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,025\% R + 0,01 \Omega)$	
0 025	$\pm(0 025\% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0 025\% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01\% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01\% R + 0,01 \Omega)$	
^a Cet essai est obligatoire uniquement pour les résistances classées niveau P ou niveau R.					
^b Voir 5.3.9 pour connaître l'applicabilité de cet essai.					
^c Cet essai est facultatif, voir le paragraphe respectif de 5.4.					
^d Cet essai est facultatif et ne s'applique pas aux résistances générales pour montage en surface (résistances RR, RT et RC), sauf spécification particulière.					

6.3 Coefficient de température de la résistance

Le Tableau 11 récapitule les limites préférentielles pour la variation réversible de résistance au coefficient de température de l'essai de résistance conformément à l'IEC 60115-1:2020, 6.2 et 5.3.2 du présent document. Les exigences de performance spécifiées dans la spécification particulière doivent être basées sur un choix approprié de ces limites préférentielles.

Chaque ligne du Tableau 11 présente un coefficient de température préférentiel de résistance (TCR, Temperature Coefficient of Resistance) et les limites de la variation de résistance aux différentes températures de catégorie utilisées dans le présent document.

Tableau 11 – Variation autorisée de résistance due à la variation de température

Coefficient de température ^a	Code ^b	Limite de variation de résistance $\Delta R/R$ %								
		TCR à froid				TCR à chaud				
		Température minimale de catégorie/température de référence				Température de référence/température maximale de catégorie				
$10^{-6}/K$		-55 °C/20 °C	-40 °C/20 °C	-25 °C/20 °C	-10 °C/20 °C	20 °C/85 °C	20 °C/125 °C	20 °C/155 °C	20 °C/175 °C	20 °C/200 °C
±1 000	W	±7,50	±6,00	±4,50	±3,00	±6,50	±10,50	±13,50	±15,50	±18,00
±500	V	±3,75	±3,00	±2,25	±1,50	±3,25	±5,25	±6,75	±7,75	±9,00
±250	U	±1,875	±1,500	±1,125	±0,750	±1,625	±2,625	±3,375	±3,875	±4,500
±100	S	±0,750	±0,600	±0,450	±0,300	±0,650	±1,050	±1,350	±1,550	±1,800
±50	R	±0,375	±0,300	±0,225	±0,150	±0,325	±0,525	±0,675	±0,775	±0,900
±25	Q	±0,188	±0,150	±0,113	±0,075	±0,163	±0,263	±0,338	±0,388	±0,450
±15	P	±0,113	±0,090	±0,068	±0,045	±0,098	±0,158	±0,203	±0,233	±0,270
±10	N	±0,075	±0,060	±0,045	±0,030	±0,065	±0,105	±0,135	±0,155	±0,180
±5	M	±0,038	±0,030	±0,023	±0,015	±0,033	±0,053	±0,068	±0,078	±0,090
±2	L	±0,015	±0,012	±0,009	±0,006	±0,013	±0,021	±0,027	±0,031	±0,036
±1	K	±0,008	±0,006	±0,005	±0,003	±0,007	±0,011	±0,014	±0,016	±0,018
^a Si des coefficients de température supplémentaires sont exigés, ceux-ci doivent être spécifiés dans la spécification particulière, lorsque le codage applicable au TCR supérieur suivant doit être appliqué conformément à l'IEC 60062.										
^b Lettres codes conformes à l'IEC 60062:2016, 7.2.										

6.4 Augmentation de température

L'augmentation de température admise $\Delta\theta_{\max}$ pour l'essai d'augmentation de température selon l'IEC 60115-1:2020, 6.7 et 5.3.3 du présent document est déterminée par:

$$\Delta\theta_{\max} = \text{MET} - 70\text{ °C}$$

où:

MET est la température maximale de l'élément.

6.5 Examen visuel

6.5.1 Critères visuels généraux

La spécification particulière doit spécifier des critères d'acceptation pour l'examen visuel du corps de la résistance et de ses sorties. Ces critères d'acceptation doivent tenir compte des informations suivantes:

- les critères généraux donnés dans l'IEC 60115-1:2020, 9.1.3, points a) à d); et
- les exemples représentés sur des figures des critères spécifiques, applicables aux résistances du domaine d'application de la présente spécification intermédiaire, donnés à l'Annexe B du présent document.

La spécification particulière doit spécifier des critères d'acceptation pour l'examen visuel du marquage des éléments indiqués en 7.1 du présent document. Ces critères d'acceptation doivent tenir compte des informations suivantes:

- les critères généraux donnés dans l'IEC 60115-1:2020, 9.1.3, point e); et
- les exemples représentés sur des figures des critères spécifiques, applicables aux résistances du domaine d'application de la présente spécification intermédiaire, donnés à l'Annexe B du présent document.

6.5.2 Critères visuels après les essais

Sauf si des exigences plus spécifiques sont indiquées dans la spécification applicable pour le contrôle visuel après les essais, les critères suivants doivent s'appliquer:

- il ne doit y avoir aucun dommage visible sur le corps de la résistance et sur ses sorties après l'essai, à l'exception d'une décoloration acceptable après les essais d'endurance; et
- le marquage exigé des résistances marquées doit être lisible après l'essai, sauf après les essais d'endurance à durée prolongée.

6.5.3 Critères visuels pour l'emballage

Sauf si des exigences plus spécifiques sont indiquées dans la spécification applicable pour l'examen visuel de l'emballage, les critères suivants doivent s'appliquer:

- à l'emballage principal,
 - les bandes supérieures et inférieures doivent être correctement alignées afin de ne pas exposer l'adhésif;
 - les adhésifs des bandes supérieures et inférieures ne doivent pas être fixés aux résistances;
 - les résistances ne doivent pas dépasser les bandes (haut, bas et entraînement);
 - les bandes supérieures et inférieures ne doivent pas couvrir les trous d'entraînement de la bande d'entraînement;
 - les bandes ne doivent pas être épissées;
 - la résistance ne doit pas être renversée dans les logements de bande;
- à l'emballage de proximité,
 - la largeur intérieure de la bobine doit s'enrouler fermement autour de la largeur de la bande extérieure, mais sans bloquer la bande à son extraction;
 - le marquage appliqué sur le boîtier ou la bobine doit présenter tous les détails exigés en 7.3 et ne doit pas être estompé ou déformé.

6.6 Brasabilité

Voir l'IEC 60115-1:2020, 11.1.5 et 11.1.6.

L'exigence de l'examen visuel pour l'évaluation de la bonne brasabilité doit être comme suit:

≥ 95 % de la surface doit être couverte par une nouvelle brasure. La nouvelle brasure ne doit pas présenter plus que de petites quantités d'imperfections éparses, telles que des piqûres ou des zones non mouillées ou démouillées. Ces imperfections ne doivent pas être concentrées sur une seule zone.

6.7 Résistance d'isolement

Les exigences du présent article s'appliquent uniquement aux résistances isolées.

La résistance d'isolement, R_{iso} , ne doit pas être inférieure à 1 GΩ lors de l'essai IEC 60115-1:2020, 12.1, groupe 3 du programme d'essais pour l'homologation.

La résistance d'isolement, R_{iso} , ne doit pas être inférieure à 1 GΩ après l'un des essais suivants:

- endurance à la température assignée de 70 °C selon l'IEC 60115-1:2020, 7.1;
- endurance à la température maximale: UCT selon l'IEC 60115-1:2020, 7.3;

et au moins 100 MΩ après l'un des essais suivants:

- séquence climatique selon l'IEC 60115-1:2020, 10.3;
- chaleur humide, essai continu selon l'IEC 60115-1:2020, 10.4;
- chaleur humide, essai continu, accéléré selon l'IEC 60115-1:2020, 10.5.

6.8 Inflammabilité

Voir l'IEC 60115-1:2020, 12.4.5 et l'IEC 60115-1:2020, 12.4.6.

La durée de combustion, t_b , ne doit pas dépasser 30 s.

7 Marquage, emballage et informations pour la commande

7.1 Marquage du composant

Les résistances montées en surface ne sont généralement pas marquées sur leur corps.

Toutefois, si un marquage est appliqué sur son corps, la résistance doit porter la valeur de la résistance conformément à l'IEC 60062:2016, Article 3, l'IEC 60062:2016, Article 4, ainsi que le plus grand nombre possible d'éléments restants énumérés dans l'IEC 60115-1:2020, 4.4.

Toutes les informations exigées doivent être inscrites sur l'emballage.

7.2 Emballage

Le cas échéant, les résistances doivent être mises sur bande pour une manipulation automatique conformément aux dispositions de l'IEC 60286-3.

L'emballage doit faire l'objet d'un examen visuel.

7.3 Marquage de l'emballage

Toutes les informations exigées énumérées dans l'IEC 60115-1:2020, 4.5 doivent être marquées sur l'emballage de proximité.

7.4 Informations de commande

Il convient que la spécification particulière spécifie les informations minimales suivantes, comme exigé pour la commande des résistances:

- le numéro de la spécification particulière et la référence du modèle;
- la résistance, la tolérance sur la résistance et, le cas échéant, le coefficient de température de résistance. Le cas échéant, un codage alphanumérique spécifié dans l'IEC 60062 doit être utilisé.

Il convient que la spécification particulière spécifie les informations de commande spéciales pour les résistances 0 Ω , si celles-ci sont une partie supplémentaire de la famille de produits qu'elle couvre.

Des variantes spéciales des produits couverts par une spécification particulière peuvent être identifiées en ajoutant un suffixe facultatif aux informations de commande normales.

L'emballage et le mode de livraison des résistances ne font généralement pas partie intégrante des informations de commande, il est donc nécessaire que l'emballage soit spécifié séparément lors d'un processus de commande. Cela axe les entrées dans les nomenclatures sur les spécifications techniquement pertinentes et les distingue des informations logistiques.

Les recommandations du présent article doivent être appliquées en tant que dispositions obligatoires pour les spécifications particulières couvrant les produits classés niveau P ou R.

Les informations de commande utilisées pour le traitement électronique de la commande ne doivent pas contenir d'espaces.

8 Spécifications particulières

8.1 Généralités

Les spécifications particulières doivent dériver de la spécification particulière-cadre applicable.

Les spécifications particulières ne doivent pas indiquer d'exigences inférieures à celles de la spécification générique, de la spécification intermédiaire ou de la spécification particulière-cadre. Si des exigences plus strictes sont incluses, elles doivent être énumérées dans l'article correspondant de la spécification particulière et dans les programmes d'essai, par exemple par une note.

Les informations listées au 8.2 doivent être données dans chaque spécification particulière et les valeurs indiquées doivent être choisies parmi celles données dans l'article approprié de la présente spécification intermédiaire.

8.2 Informations à faire figurer dans une spécification particulière

8.2.1 Dessin d'encombrement ou représentation

Un dessin d'encombrement ou une représentation de la résistance doit être inclus pour identifier facilement la résistance et la comparer à d'autres.

8.2.2 Modèle et dimensions

Voir 4.2.

Toutes les dimensions et leurs tolérances associées, qui affectent l'interchangeabilité et le montage, doivent être indiquées dans la spécification particulière, à l'aide d'un dessin d'encombrement coté spécifique.

Une méthode de mesure adéquate doit être spécifiée de manière appropriée et la dimension maximale admise correspondante doit être spécifiée dans le tableau des dimensions.

La masse des produits peut être donnée à titre d'information.

8.2.3 Catégorie climatique

Voir 4.3.

8.2.4 Plage de résistance

Voir 4.4.

Si les produits approuvés conformément à la spécification particulière comportent différentes plages, il convient d'ajouter la déclaration suivante: "La plage des valeurs disponibles dans chaque modèle avec son coefficient de température et sa tolérance associée, est donnée dans la liste des produits qualifiés, disponible par exemple sur le site web www.iecq.org".

8.2.5 Tolérances sur la résistance

Voir 4.5.

Si les produits approuvés conformément à la spécification particulière comportent différentes plages, il convient d'ajouter la déclaration suivante: "La plage des valeurs disponibles dans chaque modèle avec son coefficient de température et sa tolérance associée, est donnée dans la liste des produits qualifiés, disponible par exemple sur le site web www.iecq.org".

8.2.6 Dissipation assignée P_{70}

Voir 4.6.

La spécification particulière doit indiquer la dissipation P_{70} maximale admise à une température ambiante de 70 °C (c'est-à-dire la température assignée).

La spécification particulière doit définir la dissipation maximale à des températures autres que 70 °C, c'est-à-dire le taux de réduction, soit dans un diagramme, soit sous la forme d'une déclaration.

8.2.7 Tension limite de l'élément $U_{\max}$

Voir 4.7 et la définition donnée dans l'IEC 60115-1:2020, 3.1.

8.2.8 Tension d'isolation U_{ins}

Cette information est exigée uniquement pour les résistances isolées.

Voir 4.8 et la définition donnée dans l'IEC 60115-1:2020, 3.1.

8.2.9 Résistance d'isolement R_{iso}

Cette information est exigée uniquement pour les résistances isolées.

Voir 4.9 et 6.7.

8.2.10 Sévérités des essais

Voir 5.3 et, le cas échéant, 5.4.

8.2.11 Limites de variation de résistance après les essais

Voir 6.2.

8.2.12 Coefficient de température de la résistance

Voir 6.3.

8.2.13 Marquage

Voir 7.1 pour le marquage des résistances.

Voir 7.3 pour le marquage de l'emballage.

8.2.14 Informations de commande

Voir 7.4.

8.2.15 Montage

La spécification particulière doit servir de recommandation pour les méthodes de montage pour une utilisation normale. Ces recommandations peuvent être basées sur les spécifications des conditions de processus d'assemblage données dans l'IEC 61760-1:2020, Article 5, pour la spécification des composants CMS.

Il convient que le montage exigé pour les essais et les mesures soit conforme aux dispositions de 5.2.

8.2.16 Stockage

Voir l'IEC 60115-1:2020, 4.9.

La spécification particulière doit spécifier la durée admise de stockage et, si cela est exigé, la périodicité, la méthode et les exigences d'un nouvel examen à effectuer.

8.2.17 Transport

Voir l'IEC 60115-1:2020, 4.10.

8.2.18 Informations supplémentaires

La spécification particulière peut inclure des informations supplémentaires (que la procédure d'inspection n'exige normalement pas de vérifier), telles que des schémas de circuit, des courbes, des dessins et des notes nécessaires à la clarification de la spécification particulière.

8.2.19 Procédures d'assurance de la qualité

La spécification particulière doit fournir des programmes d'essai complets pour l'homologation et pour le contrôle de conformité de la qualité des résistances qu'elle couvre.

8.2.20 Résistances 0 Ω

La spécification particulière peut fournir toutes les informations exigées relatives à la spécification et à l'évaluation de la qualité des résistances 0 Ω , voir l'Annexe D.

9 Procédures d'assurance de la qualité

9.1 Généralités

Voir l'IEC 60115-1:2020, Annexe Q.

9.2 Définitions

9.2.1 Étape principale de fabrication

Voir l'IEC 60115-1:2020, Q.1.3.1.

Pour les résistances fixes pour montage en surface, l'étape principale de fabrication est le dépôt du film résistif sur le substrat.

9.2.2 Composants de structure semblable

Voir l'IEC 60115-1:2020, Q.1.3.2.

Il est admis que les résistances fixes pour montage en surface sont de structure semblable:

a) si elles sont fabriquées sur un ou plusieurs sites de fabrication:

- au sein de la même technologie de produit; et
- utilisant les mêmes matières premières, les mêmes procédures de fabrication et d'inspection de la qualité spécifiées; et
- sous la responsabilité du même site de fabrication principal en ce qui concerne le produit et la qualité.

En cas de plusieurs sites de fabrication, le fabricant doit désigner le site de fabrication principal et le représentant associé désigné par la direction (DMR, Designated Management Representative);

b) lorsque tous les sites de fabrication sont contrôlés par le même organisme de certification (par exemple, l'IECQ CB). Il convient de préférence que ce soit l'organisme de certification du pays dans lequel se trouve le site de fabrication principal;

c) si elles possèdent les mêmes classes de stabilité et catégorie climatique;

d) si leur différence réside uniquement dans leurs dimensions; et

e) si elles possèdent des bornes similaires.

Les résistances dont la seule différence est celle indiquée en c) peuvent être considérées comme ayant une structure semblable si les différentes exigences de la classe de stabilité et/ou de la catégorie climatique sont évaluées séparément lors des mesures finales.

Le concept de structure semblable ne peut être utilisé que pour les résistances classées niveau R. Pour l'appréciation et la détermination d'un taux de panne, voir l'IEC 60115-1:2020, Annexe R.

9.2.3 Niveau d'évaluation EZ

Voir l'IEC 60115-1:2020, Q.1.3.3.

Le niveau d'évaluation EZ doit être appliqué à l'évaluation de la qualité des résistances fixes à film contenant du plomb, dans une spécification particulière faisant référence à la présente spécification intermédiaire.

9.3 Constitution des lots de contrôle

Un lot de contrôle doit se composer de résistances appartenant à la même technologie de produits, au même type et au même modèle.

Lorsqu'une plage de résistances doit faire l'objet d'une qualification, la répartition des valeurs de résistance au sein de l'échantillon doit s'effectuer comme suit:

- 1/3 avec la résistance la plus faible de cette plage, $R_{\min}$,
à prélever dans la plage comprise entre $R_{\min}$ et $2 \times R_{\min}$,
ou la plus faible résistance produite dans la plage homologuée;
- 1/3 avec la résistance critique, R_{crit} ,
à prélever dans la plage comprise entre $0,8 \times R_{\text{crit}}$ et R_{crit} ;
- 1/3 avec la résistance la plus élevée de cette plage, $R_{\max}$,
à prélever dans la plage comprise entre $0,7 \times R_{\max}$ et $R_{\max}$,
ou la résistance la plus élevée produite dans la plage homologuée.

La plage de résistance devant faire l'objet d'une qualification peut être un sous-ensemble de la plage complète couverte par la spécification particulière. Si la résistance critique est en dehors de la plage devant faire l'objet de la qualification, les résistances en milieu de plage (au voisinage de la moyenne géométrique entre la résistance la plus faible et la résistance la plus élevée, par exemple 1 k Ω pour une plage allant de 1 Ω à 1 M Ω), doivent être utilisées comme résistances de remplacement.

Si l'homologation est demandée pour plus d'un coefficient de température de résistance (TCR), l'échantillon doit contenir des éprouvettes représentatives des différents TCR. En général, un TCR supérieur est considéré comme représentatif de tout TCR inférieur. De la même manière, l'échantillon doit contenir un certain nombre d'éprouvettes des différentes résistances ayant la tolérance la plus proche pour laquelle l'homologation est demandée. Le nombre d'éprouvettes présentant les différentes caractéristiques est soumis à l'homologation de l'organisme de certification (par exemple, l'IECQ CB).

Si un contrôle périodique l'exige, il convient qu'un lot de contrôle soit représentatif des valeurs extrêmes de la plage de résistance produite pendant la période de contrôle. Les modèles, ayant les mêmes dimensions nominales mais des TCR différents, produits au cours de cette période peuvent être regroupés, sauf pour les sous-groupes comportant un essai de TCR.

Les résistances extrêmes basses et hautes, ou toute résistance critique comprise dans les plages de résistance et de caractéristiques de température de résistance pour lesquelles une homologation a été accordée, doivent être contrôlées au cours d'une période agréée par l'organisme de certification (par exemple, l'IECQ CB).

Les éprouvettes doivent être prélevées au cours des 13 dernières semaines de la période de contrôle.

9.4 Procédures des composants homologués (IECQ)

Les dispositions de l'IEC 60115-1:2020, Article Q.2 doivent s'appliquer.

9.5 Procédures d'homologation (QA)

9.5.1 Généralités

Les procédures applicables aux essais d'homologation sont données et référencées dans l'IEC 60115-1:2020, Article Q.3.

L'échantillon doit être établi selon 9.3.

Une éprouvette de rechange par résistance et une éprouvette de rechange pour chaque coefficient de température peuvent être utilisées pour remplacer les éprouvettes défectueuses par suite d'incidents non imputables au fabricant.

Pour les éprouvettes montées, toute éprouvette reconnue défectueuse après montage ne doit pas être prise en compte dans le calcul des éléments non conformes admis pour l'essai suivant. Ces éprouvettes doivent être remplacées par des éprouvettes de rechange.

9.5.2 Homologation

L'effectif d'échantillons total exigé correspond à la somme de tous les effectifs d'échantillon définie dans le programme d'essais d'homologation du Tableau 6, identifiés comme destructifs. Si des groupes d'essais destructifs supplémentaires sont introduits dans le programme d'essais d'homologation, l'effectif d'échantillons total doit être augmenté du nombre d'éprouvettes exigé pour les groupes supplémentaires.

Le programme d'essais applicable à l'homologation des résistances est donné dans le Tableau 12. Le programme offre des conseils sur l'applicabilité des essais individuels, qui doivent être appliqués dans le programme d'essais normatif détaillé dans la spécification particulière. Dans chaque groupe, les essais doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

La totalité des échantillons, à l'exception des éprouvettes exigées pour le groupe 4, doit être soumise aux essais des groupes 1 et 2, puis être affectée aux autres groupes d'essais. Les éprouvettes reconnues non conformes pendant les essais du groupe 1 ou 2 ne doivent être utilisées pour aucun autre groupe d'essai.

L'homologation doit être accordée après réussite des 1 000 h d'essai d'endurance à 70 °C et de tous les autres essais du Tableau 12.

9.5.3 Contrôle de conformité de la qualité

Le programme pour les essais lot par lot et pour les essais périodiques de contrôle de conformité de la qualité est présenté dans Tableau 13.

Le programme offre des conseils sur l'applicabilité des essais individuels, qui doivent être appliqués dans le programme d'essais normatif détaillé dans la spécification particulière. Les conditions d'essais et les exigences de performances doivent être les mêmes que celles spécifiées pour les essais respectifs du programme d'homologation. Dans chaque groupe, les essais doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

9.6 Procédures de certification de savoir-faire (IECQ AC-C)

La présente spécification intermédiaire ne couvre pas l'agrément de savoir-faire tel que décrit dans l'IEC 60115-1:2020, Article Q.4.

9.7 Procédures de certification technologique (IECQ-AC-TC)

Les dispositions de l'IEC 60115-1:2020, de l'Article Q.5 doivent s'appliquer et les programmes d'essais du Tableau 12 et du Tableau 13 doivent être utilisés.

9.8 Évaluation périodique du revêtement de sorties

Il convient que le fabricant de résistances établisse un système pour l'évaluation périodique des propriétés du revêtement des sorties de ses composants. Un aspect clé de ces évaluations est la propension des finitions de surface brasables au développement des trichites.

Il convient que ce système d'évaluation emploie des méthodes d'essai appropriées pour l'évaluation de la propension aux trichites, de préférence celles de l'IEC 60068-2-82, comme proposé par l'IEC 60115-1:2020, 10.7.

9.9 Livraison retardée

Les dispositions de l'IEC 60115-1:2020, paragraphe Q.1.8 doivent s'appliquer, à l'exception du fait que le niveau de contrôle doit être réduit à S-2.

9.10 Registres d'essais certifiés

Les dossiers d'essai certifiés selon l'IEC 60115-1:2020, paragraphe Q.1.6 peuvent être fournis si cela est convenu entre le client et le fabricant.

9.11 Certificat de conformité (CoC)

La conformité est déclarée en marquant l'emballage conformément aux règles de système correspondantes si les composants sont qualifiés conformément au présent document par un organisme de certification d'un système d'assurance-qualité (IECQ, successeur de CECC, par exemple).

Aucun certificat de conformité (CoC, Certificate of Conformity) supplémentaire n'est exigé pour les composants qualifiés.

Tableau 12 – Programme d'essai pour l'homologation

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances
6.1 [essai anciennement en 4.5] Résistance	Voir 5.3.1	ND	Groupe 1 ...	0	Comme dans l'IEC 60115-1:2020, 6.1.4.
9.1 [essai anciennement en 4.4.1] Examen visuel	Voir 5.3.10	ND	Groupe 2 ...	0	Comme indiqué en 6.5.1 et par la spécification particulière
9.2 [essai anciennement en 4.4.2] Calibrage des dimensions	Voir 5.3.11		(... de l'échantillon)		Comme indiqué par la spécification particulière

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances								
12.1 [essai anciennement en 4.6] Résistance d'isolement (pour les résistances isolées uniquement)	Voir 5.3.25	ND	Groupe 3		Comme en 6.7.								
			...	0									
12.2 [essai anciennement en 4.7] Tension de tenue (pour les résistances isolées uniquement)	Voir 5.3.26 $U_{\text{essai}} = \dots \cdot U_{\text{ins}};$ $t_{\text{charge}} = \dots \text{ s.}$				Comme dans l'IEC 60115-1:2020, 12.2.5.								
8.1 [essai anciennement en 4.13] Surcharge à court terme	Voir 5.3.6 $U_{\text{essai}} = \dots;$ <table border="1"><thead><tr><th>Modèle</th><th>t_{charge}</th></tr></thead><tbody><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></tbody></table> Examen visuel Résistance	Modèle	t_{charge}	...	...	...	...	...	...	D	(... de l'échantillon)		Comme en 6.5.2 Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.
Modèle	t_{charge}												
...	...												
...	...												
...	...												
			Groupe 4 ^d										
		D	...	0									
11.1 [essai anciennement en 4.17] Brasabilité, avec brasure sans plomb ^e	Voir 5.3.21 Vieillissement: ... Méthode du bain de brasage; $\vartheta_{\text{bain}} = \dots \text{ °C};$ brasure ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Examen visuel		(moitié de l'échantillon)		Comme en 6.6.								
11.1 [essai anciennement en 4.17] Brasabilité, avec brasure SnPb ^e	Voir 5.3.22 Vieillissement: ... Méthode du bain de brasage; $\vartheta_{\text{bain}} = \dots \text{ °C};$ brasure ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Examen visuel		(l'autre moitié de l'échantillon)		Comme en 6.6.								
6.2 [essai anciennement en 4.8] Coefficient de température de la résistance	Voir 5.3.2 $\vartheta = \{20 \text{ °C, LCT, } 20 \text{ °C}\};$ $\alpha_{\text{LCT}};$ $\vartheta = \{20 \text{ °C, UCT, } 20 \text{ °C}\};$ $\alpha_{\text{UCT}}.$	D	Groupe 5		Comme indiqué en 6.3 et par la spécification particulière. Comme indiqué en 6.3 et par la spécification particulière.								
			...	0									

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances					
		D	Groupe 6							
			20	0						
9.8 [essai anciennement en 4.33] Essai de pliage du substrat	Voir 5.3.14 Profondeur de courbure... mm, fois Examen visuel Résistance		(moitié de l'échantillon)		Continuité électrique, aucun circuit ouvert lorsque la carte est en position courbée après... courbures Comme en 6.5.2 Comme indiqué dans la spécification particulière					
10.1 [essai anciennement en 4.19] Variation rapide de température	Voir 5.3.17 $\vartheta_{inf} = LCT, \vartheta_{sup} = UCT; n = 5.$ Examen visuel Résistance		(l'autre moitié de l'échantillon)		Comme en 6.5.2 Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.					
9.10 [essai anciennement en 4.21] Chocs (pour les résistances modèle RW uniquement)	Voir 5.3.15 Accélération: ... Durée des impulsions: ... Forme d'onde: Demi-sinusoïdale, Sévérité: ... chocs successifs à appliquer dans chacune des trois directions (... chocs au total) Examen visuel Résistance				Comme en 6.5.2 Comme indiqué dans la spécification particulière					
9.7 [essai anciennement en 4.32] Essai de cisaillement (pour les résistances RR, RT et RC uniquement)	Voir 5.3.13 <table><tr><th>Modèle</th><th>Force</th></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Examen visuel		Modèle	Force	...	...	...	...		
Modèle	Force									
...	...									
...	...									
10.3 [essai anciennement en 4.23] Séquence climatique – Chaleur sèche – Chaleur humide, cyclique, premier cycle – Froid – Basse pression atmosphérique – Chaleur humide, cyclique, n cycle(s) supplémentaire(s) – Charge sous tension continue	Voir 5.3.19 $\vartheta = UCT; t_{exp} = 16 \text{ h.}$ 1 cycle; $\vartheta_{sup} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C.}$ $\vartheta = LCT; t_{exp} = 2 \text{ h.}$ $p_{amb} = \dots \text{ kPa; } t_{exp} = 1 \text{ h.}$ $n \text{ cycle(s); } \vartheta_{sup} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C.}$ $U_{essai} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limitée par $U_{essai \text{ max}} = U_{max}$; 1 min.		(tout l'échantillon)							

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances
– Mesurages finaux	Examen visuel Résistance Résistance d'isolement ^f				Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière. Comme en 6.7.
7.1 [essai anciennement en 4.25.1] Endurance à la température assignée de 70 °C	Voir 5.3.4 $U_{\text{essai}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limitée par $U_{\text{essai}} \leq U_{\text{max}}$; $t_{\text{passant}} = 1,5 \text{ h}$; $t_{\text{bloqué}} = 0,5 \text{ h}$; $t_{\text{charge}} = 1\,000 \text{ h}$. Examen visuel Résistance Résistance d'isolement ^f	D	Groupe 7 ...		Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière. Comme en 6.7.
7.1.9 [essai anciennement en 4.25.1.8] Endurance prolongée à la température assignée de 70 °C (pour les résistances classées niveau P ou R uniquement)	Durée prolongée à $t_{\text{charge}} = 8\,000 \text{ h}$. Résistance				Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.
10.4 [essai anciennement en 4.24] Chaleur humide, essai continu	Voir 5.3.20 $\vartheta = 40 \text{ °C}$; $HR = 93 \%$; $t_{\text{exp}} = \dots$. Examen visuel Résistance Résistance d'isolement ^f	D	Groupe 8 ...		Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière. Comme en 6.7.
11.2 [essai anciennement en 4.18] Résistance à la chaleur de brasage	Voir 5.3.23 Méthode du bain de brasage ; $\vartheta_{\text{bain}} = \dots \text{ °C}$; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s}$. Examen visuel Résistance	D	Groupe 9 ...		Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.
12.4 [essai anciennement en 4.35] Inflammabilité	Voir 5.3.27 $t_a = \dots \text{ s}$. Durée de combustion		(... de l'échantillon)		Comme en 6.8.

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances								
			Groupe 10										
9.3 [essai anciennement en 4.4.3] Dimensions du détail	Voir 5.3.12	D	...	0	Comme indiqué par la spécification particulière								
7.3 [essai anciennement en 4.25.3] endurance à la température maximale: UCT	Voir 5.3.5 $\vartheta = \text{UCT}; t_{\text{exp}} = 1\,000\text{ h.}$ Examen visuel Résistance Résistance d'isolement ^f				Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière. Comme en 6.7								
6.7 [essai anciennement en 4.14] Augmentation de température (uniquement pour les résistances avec $R_n < R_{\text{crit}}$)	Voir 5.3.3 $U_{\text{essai}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$ Augmentation de température				(... de l'échantillon)	Comme en 6.4							
			Groupe 11										
8.5 [essai anciennement en 4.38] Electro-Static Discharge (décharge électrostatique)	Voir 5.3.9 <table border="1"><thead><tr><th>Modèle</th><th>U_{HBM}</th></tr></thead><tbody><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></tbody></table> $n_{\text{pos}} = \dots; n_{\text{neg}} = \dots$ Examen visuel Résistance	Modèle	U_{HBM}	...	...	...	...	...	...	D	...	0	Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière
Modèle	U_{HBM}												
...	...												
...	...												
...	...												
11.3 [essais anciennement en 4.29, 4.30] Résistance au solvant	Voir 5.3.24 $\vartheta_{\text{bain}} = \dots\text{ °C}; \text{Solvant: } \dots;$ $t_{\text{imm}} = \dots\text{ s};$ Dispositif de polissage: ... Examen visuel	Comme en 6.5.2.											

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances								
9.11 [essai anciennement en 4.22] Vibrations (pour les résistances classées niveau P ou R uniquement)	Voir 5.3.16 Endurance par balayage; $f_1 = \dots$ Hz; $f_2 = \dots$ Hz; $n = \dots$ pour chaque axe; $\dot{a} = \dots$ m/s ² , limitée par $d = \dots$ mm. Continuité électrique. Examen visuel Résistance	D	Groupe 12 ...		Comme dans l'IEC 60115-1:2020, 9.11.7.1. Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.								
8.3 [essai anciennement en 4.28] Essai de surcharge haute tension à impulsions périodiques (pour les résistances classées niveau P ou R uniquement)	Voir 5.3.8 $\hat{U}_{\text{essai}} = \dots$; $t_{\text{impulsion}} = \dots$ µs; $f_{\text{impulsion}} = \dots$ Hz; $t_{\text{essai}} = \dots$ h Examen visuel Résistance				Comme en 6.5.2 Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière								
8.4 [essai anciennement en 4.39] Essai de surcharge à impulsions périodiques (pour les résistances classées niveau P ou R uniquement) (cet essai est historique, il est recommandé de le remplacer par 8.3)	Voir 5.4.2 Tension: $U = \sqrt{15 \cdot P_{70} \cdot R_n}$ ou $U = 2 \cdot U_{\text{max}}$, en prenant la valeur la moins sévère; 0,1 s à l'état passant / 2,5 s à l'état bloqué; 1 000 cycles Examen visuel Résistance				Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière								
10.1 [essai anciennement en 4.19] Variation rapide de température, ≥ 100 cycles (pour les résistances classées niveau P ou R uniquement)	Voir 5.3.17 $\vartheta_{\text{inf}} = \text{LCT}$; $\vartheta_{\text{sup}} = \text{UCT}$; <table><tr><th>Modèle</th><th>n</th></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Examen visuel Résistance	Modèle	n	...	...	...	...	...	...	D	Groupe 13 ...		Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.
Modèle	n												
...	...												
...	...												
...	...												

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances
8.2 [essai anciennement en 4.27] Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion (pour les résistances classées niveau P ou R uniquement)	Voir 5.3.7 Forme des impulsions: ...; $\hat{U}_{\text{essai}} = \dots$; $n = \dots, f \leq \dots$. Examen visuel Résistance	D	Groupe 14		Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.
			...	0	

^a Les numéros des paragraphes d'essai font référence à l'IEC 60115-1:2020, avec indication des numéros des paragraphes d'essai utilisés précédemment dans l'IEC 60115-1:2008 entre crochets.

^b Les informations données ici doivent fournir une vue d'ensemble appropriée des paramètres les plus pertinents de chaque essai, mais ne doivent pas prévaloir sur toute spécification plus détaillée donnée dans un article correspondant du présent document ou dans une référence normative citée.

^c Voir l'Annexe A pour les listes des symboles et des abréviations.

^d Les résistances soumises à cet essai ne doivent pas être mesurées dans le groupe 1, 2 ou 3; elles ne sont pas incluses dans le nombre d'éprouvettes du groupe 1 ou 2.

^e Cet essai n'est pas applicable si la spécification particulière exclut explicitement la compatibilité des composants qu'elle couvre avec les procédés de brasage représentés par cet essai. Voir 5.3.21 et 5.3.22.

^f Cette mesure s'applique uniquement aux résistances isolées.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023

Tableau 13 – Programme d'essai pour les contrôles de conformité de la qualité

Essais lot par lot											
Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	IL ^c	c ^c	Exigences de performances						
6.1 [essai anciennement en 4.5] Résistance ^d	Voir 5.3.1	ND	Groupe A1 100 %		Comme dans l'IEC 60115-1:2020, 6.1.4.						
9.1 [essai anciennement en 4.4.1] Examen visuel ^e	Voir 5.3.10	ND	S-4	0	Comme indiqué en 6.5.1 et par la spécification particulière.						
9.2 [essai anciennement en 4.4.2] Calibrage des dimensions ^e	Voir 5.3.11				Comme indiqué par la spécification particulière						
12.2 [essai anciennement en 4.7] Tension de tenue (pour les résistances isolées uniquement)	Voir 5.3.26 $U_{\text{essai}} = \dots \cdot U_{\text{ins}};$ $t_{\text{charge}} = \dots \text{ s.}$	ND	S-3	0	Comme dans l'IEC 60115-1:2020, 12.2.5.						
8.1 [essai anciennement en 4.13] Surcharge à court terme	Voir 5.3.6 $U_{\text{essai}} = \dots;$ <table><tr><th>Modèle</th><th>t_{charge}</th></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Examen visuel Résistance	Modèle			t_{charge}	...	...	...	...	...	...
Modèle	t_{charge}										
...	...										
...	...										
...	...										
		D	Groupe B2 ^f 0								
11.1 [essai anciennement en 4.17] Brasabilité avec brasure sans plomb ^g	Voir 5.3.21 Vieillissement: ... Méthode du bain de brasage; $\vartheta_{\text{bain}} = \dots \text{ °C};$ brasure ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s}$ Examen visuel		S-3		Comme en 6.6.						
11.1 [essai anciennement en 4.17] Brasabilité avec brasure SnPb ^g	Voir 5.3.22 Vieillissement: ... Méthode du bain de brasage; $\vartheta_{\text{bain}} = \dots \text{ °C};$ brasure ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Examen visuel		S-3		Comme en 6.6.						
		D	Groupe B3 0								
6.2 [essai anciennement en 4.8] Coefficient de température de la résistance (uniquement pour les résistances avec un TCR $ \alpha < 50 \times 10^{-6}/\text{K}$)	Voir 5.3.2 $\vartheta = \{20 \text{ °C, LCT, } 20 \text{ °C}\};$ $\alpha_{\text{LCT}};$ $\vartheta = \{20 \text{ °C, UCT, } 20 \text{ °C}\};$ $\alpha_{\text{UCT}}.$		S-3		Comme indiqué en 6.3 et par la spécification particulière. Comme indiqué en 6.3 et par la spécification particulière.						

Essais périodiques										
Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	p ^c	n ^c	c ^c	Exigences de performances				
		D	Groupe C1 ⁱ							
			3	20	0					
9.8 [essai anciennement en 4.33] Essai de courbure du substrat	Montage: voir 5.2.2 Voir 5.3.14 Déviation... mm, Temps de maintien de la déviation...s Nombre de déviations... fois, Examen visuel Résistance		(moitié de l'échantillon)		Continuité électrique, aucun circuit ouvert lorsque la carte est en position courbée après... courbures Comme en 6.5.2 Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière					
10.1 [essai anciennement en 4.19] Variation rapide de température	Voir 5.3.17 $\vartheta_{inf} = LCT$; $\vartheta_{sup} = UCT$; $n = 5$. Examen visuel Résistance		(l'autre moitié de l'échantillon)		Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.					
9.10 [essai anciennement en 4.21] Chocs (pour les résistances RW uniquement)	Voir 5.3.15 Accélération: ... Durée des impulsions: ... Forme d'onde: Demi-sinusoidale Sévérité: ... chocs successifs à appliquer dans chacune des trois directions (... chocs au total) Examen visuel Résistance				Comme en 6.5.2. Comme indiqué dans la spécification particulière					
9.11 [essai anciennement en 4.22] Vibrations (pour les résistances du modèle RW uniquement) (pour les résistances classées niveau P ou R uniquement)	Voir 5.3.16 Endurance par balayage; $f_1 = \dots$ Hz; $f_2 = \dots$ Hz; $\dot{a} = \dots$ m/s ² , limitée par $d = \dots$ mm; $n = \dots$ pour chaque axe Continuité électrique. Examen visuel Résistance				Comme dans l'IEC 60115-1:2020, 9.11.7.1 Comme en 6.5.2. Comme indiqué dans la spécification particulière					
9.7 [essai anciennement en 4.32] Essai de cisaillement (pour les résistances RR, RT et RC uniquement)	Montage: voir 5.2.2 Voir 5.3.13 <table><tr><td>Modèle</td><td>Force</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> Examen visuel		Modèle	Force	...	...	...	...		
Modèle	Force									
...	...									
...	...									

Essais périodiques						
Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	p ^c	n ^c	c ^c	Exigences de performances
10.3 [essai anciennement en 4.23] Séquence climatique	Voir 5.3.19		Groupe C1 ⁱ (suite)			
				(tout l'échantillon)		
– Chaleur sèche	$\vartheta = \text{UCT}; t_{\text{exp}} = 16 \text{ h.}$					
– Chaleur humide, cyclique premier cycle	1 cycle; $\vartheta_{\text{sup}} = 55 \text{ °C.}$					
– Froid	$\vartheta = \text{LCT}; t_{\text{exp}} = 2 \text{ h.}$					
– Basse pression atmosphérique	$p_{\text{amb}} = \dots \text{ kPa}; t_{\text{exp}} = 1 \text{ h.}$					
– Chaleur humide, cyclique cycles restants	$n \text{ cycle(s)}; \vartheta_{\text{sup}} = 55 \text{ °C.}$					
– Charge sous tension continue	$U_{\text{essai}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limitée par $U_{\text{essai max}} = U_{\text{max}}$; 1 min.					
– Mesurages finaux	Examen visuel Résistance Résistance d'isolement ^h .					Comme en 6.5.2 Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière Comme en 6.7.
7.1 [essai anciennement en 4.25.1] Endurance à la température assignée de 70 °C	Montage: voir 5.2.2 Voir 5.3.4 $U_{\text{essai}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limitée par $U_{\text{essai max}} = U_{\text{max}}$; $t_{\text{passant}} = 1,5 \text{ h};$ $t_{\text{bloqué}} = 0,5 \text{ h};$ $t_{\text{charge}} = 1\,000 \text{ h.}$ Examen visuel Résistance Résistance d'isolement ^h .	D	Groupe C2 ⁱ			
			3	20	0	
7.1.9 [essai anciennement en 4.25.1.8] Endurance prolongée à la température assignée de 70 °C (pour les résistances classées niveau P ou R uniquement)	Durée prolongée à $t_{\text{charge}} = 8\,000 \text{ h.}$ Résistance		12			Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.

Essais périodiques						
Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	p ^c	n ^c	c ^c	Exigences de performances
11.2 [essai anciennement en 4.18] Résistance à la chaleur de brasage	Voir 5.3.23 Méthode du bain de brasage; $\vartheta_{\text{bain}} = \dots \text{ } ^\circ\text{C}; t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Examen visuel Résistance	D	3	20	0	Comme en 6.5.2 Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.
12.4 [essai anciennement en 4.35] Inflammabilité	Voir 5.3.27 $t_a = \dots \text{ s.}$ Durée de combustion		36	(5 de l'échantillon)		Comme en 6.8.
6.2 [essai anciennement en 4.8] Coefficient de température de la résistance (uniquement pour les résistances avec un TCR $ \alpha \geq 50 \times 10^{-6}/\text{K}$)	Voir 5.3.2 $\vartheta = \{20 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{LCT}, 20 \text{ } ^\circ\text{C}\};$ $\alpha_{\text{LCT}};$ $\vartheta = \{20 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{UCT}, 20 \text{ } ^\circ\text{C}\};$ $\alpha_{\text{UCT}}.$	D	12	20	0	Comme indiqué en 6.3 et par la spécification particulière. Comme indiqué en 6.3 et par la spécification particulière.
10.4 [essai anciennement en 4.24] Chaleur humide, essai continu	Voir 5.3.20 $\vartheta = 40 \text{ } ^\circ\text{C}; \text{HR} = 93 \text{ } \%$ $t_{\text{exp}} = \dots$ Examen visuel Résistance Résistance d'isolement ^h .	D	12	20	0	Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière. Selon 6.7
9.3 [essai anciennement en 4.4.3] Dimensions du détail	Voir 5.3.12	D	36	20	0	Comme indiqué par la spécification particulière
7.3 [essai anciennement en 4.25.3] endurance à la température maximale: UCT	Voir 5.3.5 $\vartheta = \text{UCT}; t_{\text{exp}} = 1\,000 \text{ h.}$ Examen visuel Résistance Résistance d'isolement ^h .					Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière. Comme en 6.7
6.7 [essai anciennement en 4.14] Augmentation de température (uniquement pour les résistances avec $R_n < R_{\text{crit}}$)	Voir 5.3.3 $U_{\text{essai}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$ Augmentation de température			(6 de l'échantillon)		Comme en 6.4.

Essais périodiques														
Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	p ^c	n ^c	c ^c	Exigences de performances								
8.5 [essai anciennement en 4.38] Electro-Static Discharge (décharge électrostatique)	Voir 5.3.9	D	Groupe E ⁱ			Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière								
	<table><tr><th>Modèle</th><th>U_{HBM}</th></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table>		Modèle	U _{HBM}	...		...	...	...	...	...	12	20	0
	Modèle		U _{HBM}											
	...		...											
	...		...											
...	...													
n _{pos} = ...; n _{neg} = ...														
Examen visuel														
Résistance														
11.3 [essais anciennement en 4.29, 4.30] Résistance au solvant	Voir 5.3.24 g _{bain} = ... °C; Solvant: ...; t _{imm} = ... s; Matériau de polissage: ... Examen visuel					Comme en 6.5.2.								
10.1 [essai anciennement en 4.19] Variation rapide de température, ≥ 100 cycles (pour les résistances classées niveau P ou R uniquement)	Voir 5.3.18	D	Groupe F ⁱ			Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.								
	g _{inf} = LCT; g _{sup} = UCT;		36	20	0									
	<table><tr><th>Modèle</th><th>n</th></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table>		Modèle	n	...		...	...	...	...	...			
	Modèle		n											
	...		...											
...	...													
...	...													
Examen visuel														
Résistance														

Essais périodiques						
Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	p ^c	n ^c	c ^c	Exigences de performances
8.2 [essai anciennement en 4.27] Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion (pour les résistances classées niveau P ou R uniquement)	Voir 5.3.7 Forme des impulsions: ...; $\dot{U}_{\text{essai}} = \dots$; $n = \dots, f \leq \dots$ Examen visuel Résistance	D	12	20	0	Comme en 6.5.2. Comme indiqué en 6.2 et par la spécification particulière.

^a Les numéros des paragraphes d'essai font référence à l'IEC 60115-1:2020, avec indication des numéros des paragraphes d'essai utilisés précédemment dans l'IEC 60115-1:2008 entre crochets.

^b Les informations données ici doivent fournir une vue d'ensemble appropriée des paramètres les plus pertinents de chaque essai, mais ne doivent pas prévaloir sur toute spécification plus détaillée donnée dans un article correspondant du présent document ou dans une référence normative citée.

^c Voir l'Annexe A pour les listes des symboles et des abréviations.

^d Ce contrôle doit être effectué après le retrait des éléments non conformes par des essais à 100 % au cours du processus de fabrication. Que le lot ait été accepté ou non, tous les échantillons pour le contrôle d'échantillonnage doivent être examinés afin de surveiller le niveau de la qualité après contrôle. Le niveau d'échantillonnage doit être défini par le fabricant, de préférence selon l'IEC 61193-2:2007, Annexe A.

Si un ou de plusieurs éléments non conformes sont présents dans un échantillon, ce lot doit être rejeté, mais tous les éléments non conformes doivent être pris en compte pour l'évaluation d'un niveau de qualité. La limite de qualité vérifiée statistiquement (SVQL, Statistically Verified Quality Limit) doit être calculée en accumulant les données de contrôle selon la méthode donnée dans l'IEC 61193-2:2007, 6.2.

^e Cet essai peut être remplacé par des essais en cours de fabrication si le fabricant soumet les mesures dimensionnelles à un contrôle statistique du processus (CSP, Statistical Process Control) ou met en place d'autres mécanismes pour éviter que les pièces n'excèdent les limites dimensionnelles.

^f Les résistances soumises à cet essai ne doivent pas être mesurées dans le groupe A2 ou B1.

^g Cet essai n'est pas applicable si la spécification particulière exclut explicitement la compatibilité des composants qu'elle couvre avec les procédés de brasage représentés par cet essai. Voir 5.3.21 et 5.3.22.

^h Cette mesure s'applique uniquement aux résistances isolées.

ⁱ Tous les essais relatifs au sous-groupe doivent être répétés si un ou plusieurs éléments non conformes sont obtenus. Aucun élément non conforme n'est admis lors des essais répétés. La validation d'un produit peut continuer pendant la répétition des essais.

Annexe A (normative)

Symboles et abréviations

A.1 Symboles

α_{LCT}	TCR entre la température de référence et la LCT, TCR à froid	$10^{-6}/K$
α_{UCT}	TCR entre la température de référence et l'UCT, TCR à chaud	$10^{-6}/K$
ϑ_{inf}	Température inférieure, par exemple dans une séquence de température respective	$^{\circ}C$
ϑ_{sup}	Température supérieure, par exemple dans une séquence de température respective	$^{\circ}C$
ϑ_{amb}	Température ambiante	$^{\circ}C$
ϑ_{bain}	Température du bain, par exemple lors des essais de résistance au solvant ou de bain de brasage	$^{\circ}C$
ϑ_s	Température de surface	$^{\circ}C$
ϑ_t	Température de borne	$^{\circ}C$
ϑ_{essai}	Température appliquée lors de l'essai	$^{\circ}C$
ϑ_{te70}	Température de borne de l'endurance à la température assignée de $70^{\circ}C$	$^{\circ}C$
$\Delta\vartheta_{max}$	Augmentation de température maximale admise	K
λ_h	Conductivité thermique dans le sens horizontal	W/(mK)
λ_v	Conductivité thermique dans le sens vertical	W/(mK)
$\hat{a}$	Accélération, par exemple lors d'un essai de vibrations	m/s ²
a	Partie absolue d'un écart autorisé	Ω
C	Largeur d'un conducteur sur une carte d'essai ou une carte de circuit imprimé	mm
d	Déplacement, par exemple lors d'un essai de vibrations	mm
d	Déviation, par exemple dans un essai de courbure du substrat	mm
D	Diamètre du corps de la résistance	mm
f	Fréquence ou taux de répétition des charges d'essai	Hz; min ⁻¹
$f_{impulsion}$	Taux de répétition d'une charge d'impulsion	Hz
f_1	Fréquence inférieure d'un cycle de balayage, par exemple lors d'un essai de vibrations	Hz
f_2	Fréquence supérieure d'un cycle de balayage, par exemple lors d'un essai de vibrations	Hz
G	Dimension de la grille sur une carte d'essai ou une carte de circuit imprimé, le long de l'axe direct d'une résistance	mm
H	Hauteur du corps de la résistance	mm
I_r	Courant assigné	A
I_{max}	Courant maximal admis	A
I_{essai}	Courant à appliquer lors d'un essai respectif	A
$\hat{I}_{essai}$	Courant de crête à appliquer lors d'un essai de charge d'impulsions respectif	A
K	Largeur du conducteur de montage de Kelvin	mm
L	Longueur du corps de la résistance	mm
M	Marge sur une carte d'essai entre la position d'une grille extérieure et la limite de la zone définie	mm

n	Nombre d'échantillons	1
n	Nombre de cycles d'essai	1
n	Nombre arbitraire, position	1
n_{pos}	Nombre de décharges avec polarité positive lors d'un essai ESD sur un modèle du corps humain (HBM, Human Body Model)	1
n_{neg}	Nombre de décharges avec polarité négative lors d'un essai ESD HBM	1
p	Partie relative d'un écart autorisé (pourcentage)	1
p_{amb}	Pression atmosphérique, par exemple en tant que condition atmosphérique pour l'essai	kPa
P	Pas, dimension de la grille sur une carte d'essai ou un châssis d'essai, perpendiculaire à l'axe direct d'une résistance	mm
P	Dissipation	W
P_{70}	Dissipation assignée à une température ambiante de 70 °C	W
P_r	Dissipation assignée	W
R	Résistance réelle	Ω
R_{crit}	Résistance critique, $R_{\text{crit}} = U_{\text{max}}^2 / P_{70}$	Ω
R_{iso}	Résistance d'isolement	Ω
R_{min}	Résistance la plus faible dans une plage donnée	Ω
R_{max}	Résistance la plus élevée dans une plage donnée	Ω
R_n	Résistance nominale	Ω
R_{rsd}	Résistance résiduelle, résistance réelle d'une résistance 0 Ω	Ω
$R_{\text{rsd max}}$	Résistance résiduelle maximale admise	Ω
HR_{essai}	Humidité relative de l'atmosphère d'essai	%
ΔR	Variation de résistance	Ω
$\Delta R/R$	Variation de résistance par rapport à une mesure précédente	%
t_a	Durée d'application d'une flamme d'essai	s
t_b	Durée de combustion après retrait de la flamme d'essai	s
t_{exp}	Durée d'exposition aux conditions d'essai climatiques respectives	h; d
t_{imm}	Durée d'immersion, par exemple lors des essais de résistance au solvant ou de bain de brasage	s
t_{charge}	Durée de charge appliquée lors des essais électriques ou mécaniques respectifs	s
t_{passant}	Durée de l'état passant dans un cycle de charge périodique	s; h
$t_{\text{bloqué}}$	Durée de l'état bloqué dans un cycle de charge périodique	s; h
$t_{\text{impulsion}}$	Durée d'une impulsion d'onde carrée	s
t_{essai}	Durée d'une procédure d'essai ou d'une séquence d'essais	s; h
U_{ins}	Tension d'isolation	V
U_{max}	Tension limite de l'élément, tension maximale admise	V
U_r	Tension assignée $U_r = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$	V
U_{essai}	Tension à appliquer lors d'un essai respectif	V
$U_{\text{essai max}}$	Limitation de la tension appliquée lors d'un essai respectif	V
$\hat{U}_{\text{essai}}$	Tension de crête à appliquer lors d'un essai de charge à impulsions respectif	V
x	Position de mesure	mm
x	Facteur de charge	1

<i>y</i>	Facteur de charge	1
<i>X</i>	Largeur de la pastille ou de la zone de report	mm
<i>Y</i>	Longueur de la pastille ou de la zone de report	mm

A.2 Abréviations

AC	alternating current (courant alternatif), tension ou courant de forme d'onde sinusoïdale approximative
CAS	Chemical Abstracts Service (division de la société américaine de chimie)
CB	certification body (organisme de certification)
CoC	certificate of conformity (certificat de conformité)
D	destructif
DC	direct current (courant continu), tension ou courant non alternatif
DMR	designated management representative (représentant désigné, responsable du système qualité)
ESD	electro-static discharge (décharge électrostatique)
FR4	flame retardant type 4 (retardateur de flamme de type 4, désignation de classe NEMA pour le matériau stratifié verre-résine époxy couramment utilisé dans les cartes de circuit imprimé)
HBM	human body model (modèle du corps humain, représentation de la capacité et de la résistance d'un corps humain pour les essais ESD)
IECQ	IEC Quality assessment system for electronic components (système IEC d'assurance de la qualité des composants électroniques)
IECQ AC	Approved Components scheme (schéma de composants approuvés par l'IECQ)
IECQ CB	IECQ Certification Body (organisme de certification IECQ)
IL	inspection level (niveau de contrôle)
IPA	isopropyl alcohol (alcool isopropylique, numéro de registre CAS: 67-63-0), également connu sous le nom d'isopropanol, 2-Propanol ou Popan-2-ol
LCT	lower category temperature (température minimale de catégorie)
MET	maximum temperature of the resistive element (température maximale de l'élément résistif)
ND	non destructif
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (association des fabricants américains de matériel électrique)
PCB	printed circuit board (carte de circuit imprimé)
QA	qualification approval (homologation)
RC	resistor, cylindrical (désignation du modèle de résistance cylindrique, généralement utilisée pour les résistances CMS à film)
RMS	root mean square (tension ou courant alternatif efficace)
RR	resistor, rectangular (désignation du modèle de résistance rectangulaire, généralement utilisée pour les résistances CMS à film)
RT	resistor, transverse (désignation du modèle de résistance transversale, généralement utilisée pour les résistances CMS à film)
RW	resistor, wirewound (désignation du modèle de résistance bobinée, généralement utilisée pour les résistances CMS à film)
CMS	composant pour montage en surface
SPC	statistical process control (contrôle statistique des processus)

SVQL	statistically verified quality limit (limite de qualité vérifiée statistiquement)
TCR	temperature coefficient of resistance (coefficient de température de la résistance)
U	suffixe accolé aux désignations de modèle pour les résistances à film à sorties axiales contenant du plomb, si elles sont formées par suite d'une version radiale avec une position de corps droite
UCT	upper category temperature (température maximale de catégorie)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-8:2023

Annexe B (normative)

Critères d'examen visuel

B.1 Généralités

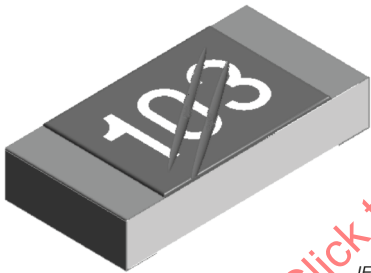
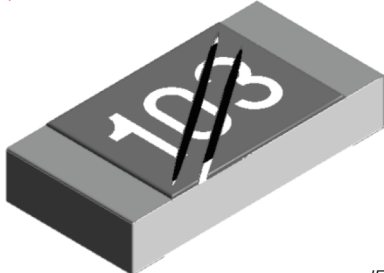
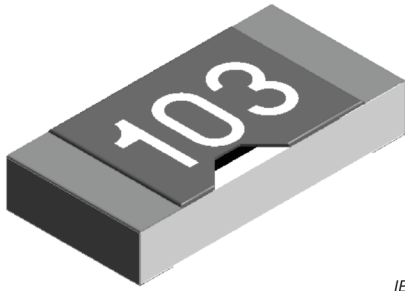
Les images et les figures présentées dans la présente annexe doivent être considérées comme des exemples représentatifs de l'aspect type du produit et des imperfections possibles.

B.2 Critères pour l'examen visuel général du corps des éprouvettes

Les modes de défaut types qui se produisent sur le corps des résistances sont représentés dans le Tableau B.1.

Les éprouvettes dans le Tableau B.1 sont représentées revêtues du marquage numérique, mais les critères ne sont pas liés à l'état du marquage. Les critères relatifs à l'état du marquage sont indiqués à l'Article B.4.

Tableau B.1 – Critères d'examen visuel du marquage de l'éprouvette

Acceptable	Inacceptable
 IEC	 IEC
Il convient d'accepter les rayures qui ne pénètrent pas dans le revêtement et qui n'exposent pas l'élément résistif.	Les rayures qui pénètrent dans le revêtement et exposent l'élément résistif ne doivent pas être acceptées.
 IEC	 IEC
Il convient d'accepter l'écaillage du matériau du revêtement sans exposition de l'élément résistif.	L'écaillage avec exposition de l'élément résistif ne doit pas être accepté.