

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed resistors for use in electronic equipment –
Part 2: Sectional specification: Leaded fixed low power film resistors**

**Résistances fixes utilisées dans les équipements électroniques –
Partie 2: Spécification intermédiaire: Résistances fixes à broches à couches, à faible dissipation**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-2:2014



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fixed resistors for use in electronic equipment –
Part 2: Sectional specification: Leaded fixed low power film resistors**

**Résistances fixes utilisées dans les équipements électroniques –
Partie 2: Spécification intermédiaire: Résistances fixes à broches à couches, à
faible dissipation**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 31.040.10

ISBN 978-2-8322-1584-5

**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.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions, product technologies and product classification	9
3.1 Terms and definitions.....	9
3.2 Product technologies	9
3.2.1 Metal film technology.....	9
3.2.2 Metal glaze technology	9
3.2.3 Metal oxide technology	10
3.2.4 Carbon film technology	10
3.3 Product classification	10
4 Preferred characteristics.....	11
4.1 General.....	11
4.2 Style and dimensions	11
4.3 Preferred climatic categories.....	12
4.4 Resistance.....	13
4.5 Tolerances on resistance	13
4.6 Rated dissipation P_{70}	13
4.7 Limiting element voltage $U_{\max}$	14
4.8 Insulation voltage U_{ins}	14
4.9 Insulation resistance R_{ins}	14
5 Tests and test severities.....	14
5.1 Preparation of specimen	14
5.1.1 Drying.....	14
5.1.2 Mounting of components on a test rack.....	14
5.1.3 Specification of test boards.....	14
5.1.4 Mounting of components on test boards.....	16
5.2 Tests	17
5.2.1 Dimensions.....	17
5.2.2 Insulation resistance.....	17
5.2.3 Voltage proof	17
5.2.4 Short time overload	18
5.2.5 Temperature rise	18
5.2.6 Robustness of terminations	18
5.2.7 Solderability.....	18
5.2.8 Resistance to soldering heat.....	19
5.2.9 Rapid change of temperature.....	19
5.2.10 Rapid change of temperature, ≥ 100 cycles	20
5.2.11 Vibration	20
5.2.12 Climatic sequence	20
5.2.13 Damp heat, steady state	21
5.2.14 Endurance at 70 °C	21
5.2.15 Endurance at room temperature	22
5.2.16 Endurance at the upper category temperature	22
5.2.17 Single pulse high voltage overload test.....	23

5.2.18	Component solvent resistance	23
5.2.19	Solvent resistance of marking	23
5.2.20	Flammability test	24
5.2.21	Electrostatic discharge (ESD) test	24
5.2.22	Periodic pulse overload test.....	24
6	Performance requirements	25
6.1	General.....	25
6.2	Limits for change of resistance	25
6.3	Insulation resistance	27
6.4	Variation of resistance with temperature	27
6.5	Temperature rise	28
6.6	Solderability	28
6.7	Flammability	28
7	Marking, packaging and ordering information.....	28
7.1	Marking of the component.....	28
7.2	Packaging.....	28
7.3	Marking of the packaging	28
7.4	Ordering information	28
8	Detail specifications.....	29
8.1	General.....	29
8.2	Information to be specified in a detail specification	29
8.2.1	Outline drawing or illustration	29
8.2.2	Style and dimensions	29
8.2.3	Climatic category	29
8.2.4	Resistance range.....	29
8.2.5	Tolerances on resistance.....	30
8.2.6	Rated dissipation P_{70}	30
8.2.7	Limiting element voltage $U_{\max}$	30
8.2.8	Insulation voltage U_{ins}	30
8.2.9	Insulation resistance R_{ins}	30
8.2.10	Test severities	30
8.2.11	Limits of resistance change after testing	30
8.2.12	Temperature coefficient of resistance	30
8.2.13	Marking	30
8.2.14	Ordering information.....	30
8.2.15	Mounting	31
8.2.16	Storage.....	31
8.2.17	Additional information	31
8.2.18	Quality assessment procedures	31
8.2.19	0 Ω resistors	31
9	Quality assessment procedures	31
9.1	General.....	31
9.2	Definitions.....	31
9.2.1	Primary stage of manufacture	31
9.2.2	Structurally similar components	31
9.2.3	Assessment level EZ	32
9.3	Formation of inspection lots	32
9.4	Qualification approval (QA) procedures.....	33

9.5	Quality conformance inspection	33
9.6	Capability approval (CA) procedures	33
9.7	Technology approval (TA) procedures	34
9.8	Delayed delivery	34
9.9	Certified test records	34
9.10	Certificate of conformity (CoC)	34
Annex A (normative)	0 Ω Resistors (Jumper)	45
A.1	General	45
A.2	Preferred characteristics	45
A.3	Tests and test severities	45
A.4	Performance requirements	46
A.5	Marking, packaging and ordering information	46
A.6	Detail specification	46
A.7	Quality assessment procedures	46
Annex B (informative)	Radial formed styles	48
B.1	General	48
B.1.1	Scope of this annex	48
B.1.2	Denomination of radial formed styles	48
B.1.3	Coated lead wires	49
B.1.4	Means for support of mounting height	49
B.1.5	Means for retention	49
B.2	Radial formed styles	50
B.2.1	Radial formed style with lateral body position	50
B.2.2	Radial formed style with upright body position	51
B.3	Packaging	54
B.4	Quality assessment	55
B.4.1	General	55
B.4.2	Quality assessment of formed resistors	55
B.4.3	Forming of finished resistors of assessed quality	55
B.4.4	Special inspection requirements	55
Annex C (normative)	Endurance at room temperature	57
C.1	Remark on the temporary relevance of this annex	57
C.2	General	57
C.3	Test chamber and mounting of specimen	57
C.4	Initial measurement	58
C.5	Temperature and load	58
C.6	Duration	60
C.7	Intermediate measurements	60
C.8	Final inspection, measurements and requirements	60
Annex D (informative)	Letter symbols and abbreviations	62
D.1	Letter symbols	62
D.2	Abbreviations	64
Annex X (informative)	Cross reference for references to the prior revision of this standard	66
Bibliography		68
Figure 1	– Shape and dimensions of axial leaded resistors	11

Figure 2 – Alternative methods for specification of the length of excessive protective coating on axial leaded resistors	12
Figure 3 – Lead-wire spacing of axial leaded resistors with bent leads	12
Figure 4 – Derating curve	13
Figure 5 – Basic layout for mechanical, environmental and electrical tests, Kelvin (4 point) connections	15
Figure 6 – Basic layout for mechanical, environmental and electrical tests, standard connections	16
Figure 7 – Assembly of specimen to the test board	17
Figure B.1 – Shape and dimensions of radial formed resistor for lateral body position	50
Figure B.2 – Shape and dimensions of radial formed resistor for lateral body position with kinked lead wires	50
Figure B.3 – Shape and dimensions of a radial formed resistor for upright body position	52
Figure B.4 – Shape and dimensions of a radial formed resistor for upright body position and wide spacing	52
Figure B.5 – Shape and dimensions of a radial formed resistor for upright body position and wide spacing, with kinked lead wire	53
Figure C.1 – Derating curve with specification of a suitable test dissipation	59
Figure C.2 – Derating curve without specification of a suitable test dissipation	59
Table 1 – Preferred styles of axial leaded resistors	11
Table 2 – Test board dimensions	15
Table 3 – Limits for change of resistance at tests	26
Table 4 – Permitted change of resistance due to variation of temperature	27
Table 5 – Test schedule for qualification approval	35
Table 6 – Test schedule for quality conformance inspection	40
Table B.1 – Feasible lead-wire spacing of radial formed resistor for lateral body position	51
Table B.2 – Feasible lead-wire spacing of a radial formed resistor for upright body position	54

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIXED RESISTORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –**Part 2: Sectional specification:
Leaded fixed low power film 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) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60115-2 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 1982, and it constitutes a technical revision.

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

- it includes test conditions and requirements for lead-free soldering and assessment procedures meeting the requirements of a "zero defect" approach;
- it introduces a product classification based on application requirements;
- it includes an extension of the list of styles and dimensions;
- it includes the use of an extended scope of stability class definitions;
- it includes the extension of the lists of preferred values of ratings;

- it includes test conditions and requirements for lead-free soldering, for periodic overload and for resistance to electrostatic discharge (ESD);
- it includes a new set of severities for a shear test;
- it includes definitions for a test board;
- it includes the replacement of assessment level E and possible others by the sole assessment level EZ, meeting the requirements of a “zero defect” approach;
- it includes an extended endurance test, a flammability test, a temperature rise test, vibration tests, an extended rapid change of temperature test, and a single pulse high-voltage overload test;
- it includes requirements applicable to 0 Ω resistors (jumpers);
- it includes recommendations for the denomination, description, packaging and quality assessment of radial formed styles;
- it includes prescriptions for endurance testing at room temperature, supplementary to the rulings of IEC 60115-1.

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

FDIS	Report on voting
40/2282/FDIS	40/2289/RVD

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

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.

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

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

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

FIXED RESISTORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

Part 2: Sectional specification: Leaded fixed low power film resistors

1 Scope

This part of IEC 60115 is applicable to leaded fixed low-power film resistors for use in electronic equipment.

These resistors are typically described according to types (different geometric shapes) and styles (different dimensions) and product technology. The resistive element of these resistors is typically protected by a conformal lacquer coating. These resistors have wire terminations and are primarily intended to be mounted on a circuit board in through-hole technique.

The object of this standard is to prescribe 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, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60062:2004, *Marking codes for resistors and capacitors*

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

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

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

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

IEC 60068-2-20:2008, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60115-1:2008, *Fixed resistors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 60286-1, *Packaging of components for automatic handling – Part 1: Tape packaging of components with axial leads on continuous tapes*

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

IEC 60301, *Preferred diameters of wire terminations of capacitors and resistors*

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

IEC 61760-1:2006, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)*

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 60115-1:2008, 2.2, as well as the following, apply.

3.1.1

axial style

physical design of a component with leads extending to both sides along the longitudinal axis of the components body

3.1.2

radial style

physical design of a component with leads extending to one side along the longitudinal or along the diagonal axis of the component body

Note 1 to entry: The single direction of the leads may originate from inside the component body or by forming one or both leads outside of the component body.

3.2 Product technologies

3.2.1 Metal film technology

The resistive element of a metal film resistor is a thin and homogeneous layer of a metal alloy, deposited on a ceramic core or substrate. Typical examples for such metal alloys are nickel chrome in various compositions and complexities, or tantalum nitride, which are typically deposited by sputtering or by evaporation. The typical thickness of a metal film layer is in the range of 50 nm to 4 μm .

Metal film technology permits achievement of specific levels of temperature stability by choice of material and variation of processing.

Where coding of the resistor technology is required, character M shall be used to identify the metal film technology.

NOTE A common alternative designation for metal film is thin film, which is mainly used for surface mount resistors.

3.2.2 Metal glaze technology

The resistive element of a metal glaze resistor is a thick and heterogeneous layer of a glaze, deposited on a ceramic core or substrate. The glaze is typically filled with ruthenium oxide (noble metal) or with tantalum nitride (non-noble metal) and deposited by coating a cylindrical core, or by printing on a flat substrate. The typical thickness of a metal glaze layer is in the range of 3 μm to 20 μm .

Metal glaze technology permits achievement of several specific levels of temperature stability, mainly by choice of material.

Where coding of the resistor technology is required, character G shall be used to identify the metal glaze technology.

NOTE A common alternative designation for metal glaze is thick film, which is mainly used for flat chip surface mount resistors.

3.2.3 Metal oxide technology

The resistive element of a metal oxide resistor is typically a layer of tin oxide with an addition of antimony, possibly stabilized in a glaze.

Metal oxide technology permits achievement of several specific levels of limited temperature stability.

Where coding of the resistor technology is required, character X shall be used to identify the metal oxide technology.

3.2.4 Carbon film technology

The resistive element of a carbon film resistor is a homogeneous layer of carbon, deposited by fractioning on a ceramic core or substrate.

The temperature stability of carbon film resistors does not offer any controlled variation, but typically depends on the actual resistance.

Where coding of the resistor technology is required, character C shall be used to identify the carbon film 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.

Two general end product levels have been established to reflect characteristic differences in functional, performance and reliability requirements and to permit the use of suitable inspection and test schedules. It should be recognized that there may be overlaps of applications between the levels.

Level G – General electronic equipment, typically operated under benign or moderate environmental conditions, where the major requirement is function. Examples for level G include consumer products and telecommunication user terminals.

Level P – High performance electronic equipment, where one or more of the following criteria applies:

- uninterrupted performance is desired or mandatory;
- operation in harsh environmental conditions;
- extended lifetime.

Examples for level P include professional equipment, telecommunication transmission systems, industrial control and measurement systems and most automotive applications operated outside the passenger compartment.

Level P is the suitable basis for detail specifications aiming at the approval of components with established reliability.

Each level shall be used in individual detail specifications.

4 Preferred characteristics

4.1 General

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

4.2 Style and dimensions

The shape and dimensions of axial leaded resistors are shown in Figure 1, with preferred styles and their respective dimensions given in Table 1. Style designators of axial leaded film resistors begin with RA.

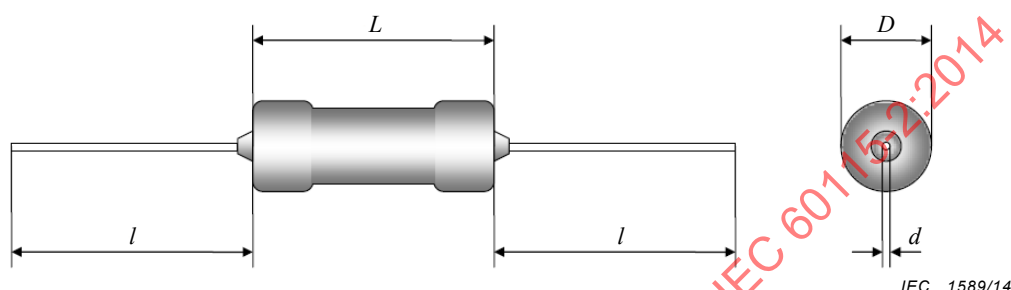


Figure 1 – Shape and dimensions of axial leaded resistors

Table 1 – Preferred styles of axial leaded resistors

Style ^a	Dimensions			
	Body diameter D^c mm	Body length L^b mm	Lead diameter d^d mm	Lead length $l_{\min}^e$ mm
RA_0204	$2^{+0}_{-0,7}$	$4^{+1,0}_{-1,0}$	0,5	21
RA_0207	$2^{+0,5}_{+0}$	$7^{+0,2}_{-2,0}$	0,6	21
RA_0309	$3^{+0}_{-0,5}$	$9^{+0,2}_{-2,5}$	0,7	21
RA_0411	$4^{+0}_{-1,0}$	$11^{+0,2}_{-3,5}$	0,7	21
RA_0414	$4^{+0,2}_{-0,5}$	$14^{+0,2}_{-4,0}$	0,8	21
RA_0617	$6^{+0,5}_{-1,0}$	$17^{+0,2}_{-4,0}$	0,8	21
RA_0922	$9^{+0,5}_{-3,0}$	$22^{+0,2}_{-5,0}$	0,8	21

^a The style reference is completed by a third character for the product technology, as given in 3.2:
M = metal film; G = metal glaze; C = carbon film; X = metal oxide.
Examples for complete style references are RAM0204, RAX0414.

^b The body length of the resistor L shall be measured according to IEC 60294, see 5.2.1.

^c The body diameter of the resistor D shall be gauged as prescribed in IEC 60294.

^d Nominal diameter of the lead wires d , with permissible tolerances according to IEC 60301.

^e The minimum lead length $l_{\min}$ applies only to the free lead length in tape packaging according to IEC 60286-1.

The detail specification may specify the permissible length of excessive protective coating extending onto the leads of the resistor, using one of the alternative methods given in Figure 2.

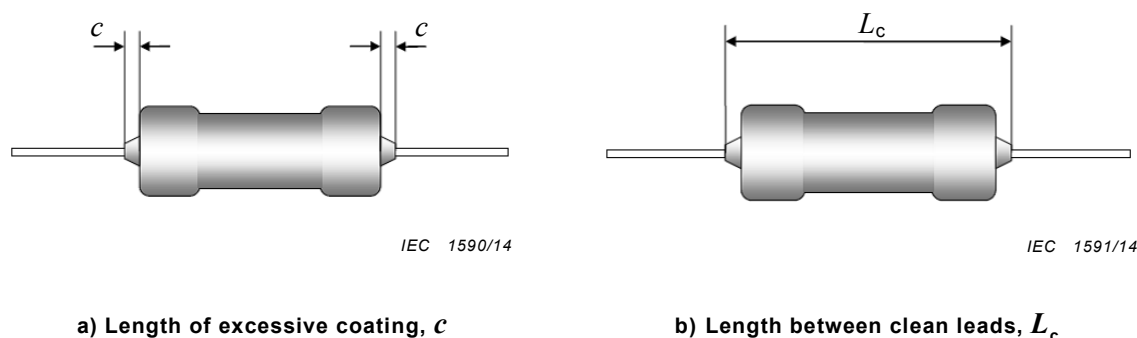
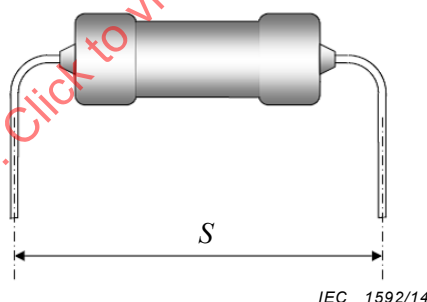


Figure 2 – Alternative methods for specification of the length of excessive protective coating on axial leaded resistors

The length of excessive protective coating, dimension c , as shown in Figure 2a, shall be gauged as prescribed in IEC 60294:2012, Clause 4, using a gauge plate of a thickness corresponding to the maximum permissible length of excessive protective coating. A method for measuring or gauging the length between clean leads, dimension L_c , as shown in Figure 2b, shall be prescribed in the detail specification, if required.

Associated with a style and the actual dimensions of the respective products is the shortest possible standard distance of the centre line of the lead wires bent to 90° from the direct axis of the resistor body, the lead-wire spacing S , as shown in Figure 3. The spacing S also defines the minimum grid dimension G of PCB bores into which the resistor can be assembled with its body located lateral on the PCB surface, when the required forming is done in the assembly process.

NOTE The drawing of the resistor with formed leads is not intended to suggest the availability of ready formed resistors in this standard.



NOTE Spacing S is the distance of the centre lines of the bent leads.

Figure 3 – Lead-wire spacing of axial leaded resistors with bent leads

When the component style is other than the one described above, e.g. for radial leaded resistors, the detail specification shall state such dimensional information as will adequately describe the resistor.

4.3 Preferred climatic categories

The leaded film resistors covered by this standard are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC 60068-1:2013, Annex A.

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

Lower category temperature (LCT) –65 °C; –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, 21 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 60115-1:2008, 2.3.2.

4.5 Tolerances on resistance

The preferred tolerances on resistance are:

$\pm 10\%$; $\pm 5\%$; $\pm 2\%$; $\pm 1\%$; $\pm 0,5\%$; $\pm 0,25\%$; $\pm 0,1\%$; $\pm 0,05\%$; $\pm 0,02\%$ and $\pm 0,01\%$.

4.6 Rated dissipation P_{70}

The preferred values of rated dissipation P_{70} for mounted resistors at 70 °C ambient temperature are:

0,063 W; 0,125 W; 0,25 W; 0,5 W; 1 W and 2 W.

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

Figure 4 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.

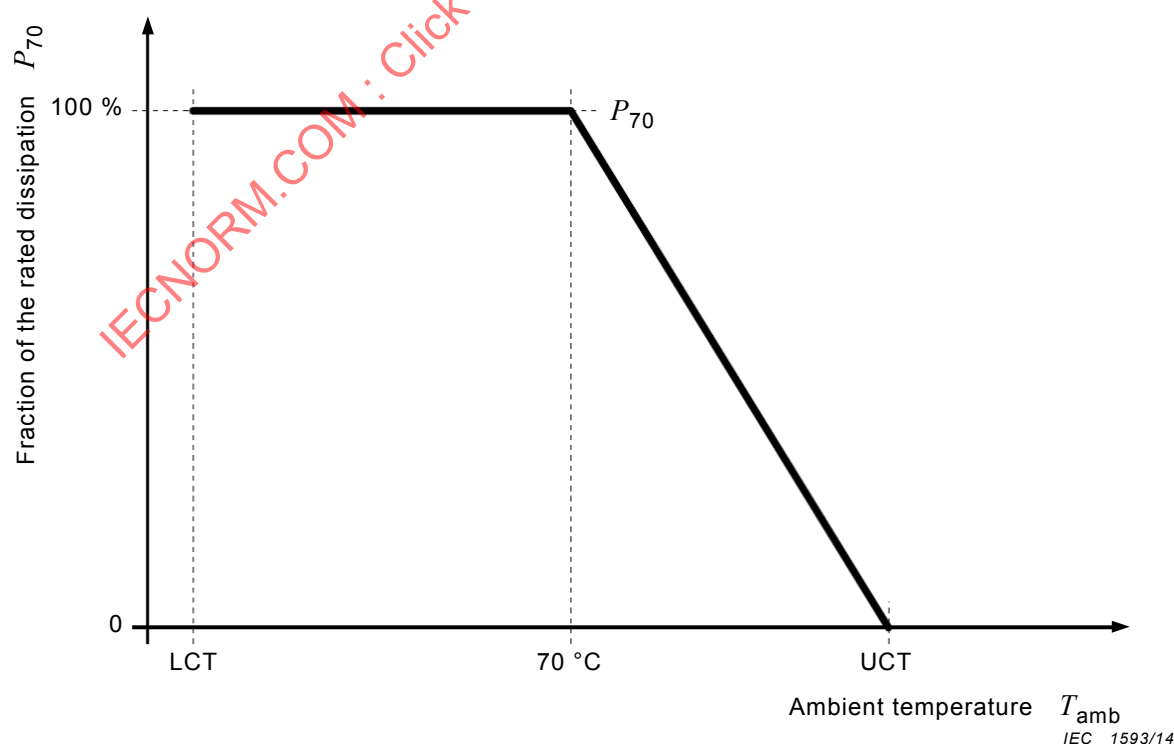


Figure 4 – Derating curve

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 test.

4.7 Limiting element voltage $U_{\max}$

The preferred values of d.c. or a.c. (r.m.s.) limiting element voltage $U_{\max}$ are:

50 V; 100 V; 200 V; 300 V; 500 V; 750 V and 1 000 V.

4.8 Insulation voltage U_{ins}

For insulated resistors, the preferred values of d.c. or a.c. (peak) insulation voltage U_{ins} are:

75 V; 150 V; 300 V; 500 V; 750 V; 1 100 V and 1 500 V.

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

4.9 Insulation resistance R_{ins}

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

NOTE See 6.3 for requirements to the insulation resistance R_{ins} after tests.

5 Tests and test severities

5.1 Preparation of specimen

5.1.1 Drying

Procedure I of IEC 60115-1:2008, 4.3 shall be used.

5.1.2 Mounting of components on a test rack

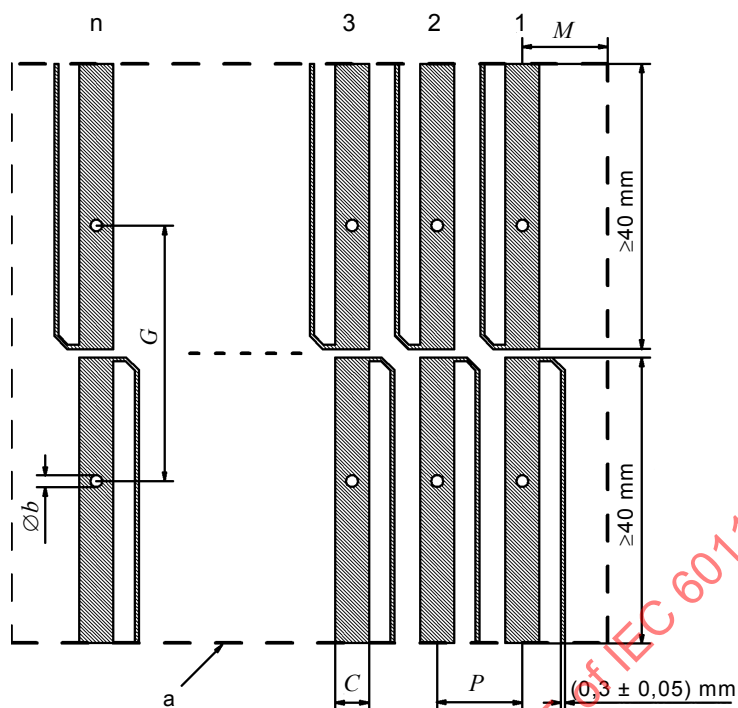
The provisions of IEC 60115-1:2008, 4.25.1.4 shall be applied

The resistors shall be connected by their terminations to suitable clips on a rack of insulating material. All resistors shall be mounted in a horizontal position, in one layer only. The distance between the axes of the resistors shall be not less than seven times the diameter of the resistors.

This method of mounting shall be used as the default mounting method, unless specific ruling permits or prescribes the mounting of the components on a test board.

5.1.3 Specification of test boards

Axial leaded resistors, regardless of their product technology, shall be mounted on a test board with a basic layout as shown in Figure 5 or Figure 6. Test boards with Kelvin (4 point) connections according to Figure 5, with the dimensions given in Table 2, shall be used for tests for a stability class 0,1 or below and if the resistance of the specimen is below 100 Ω .



IEC 1594/14

Key

a Limit of the defined area, where dimensions apply as given in Table 2.

■ Copper layer

NOTE The test board may also run both Kelvin connections to the same edge of the defined area.

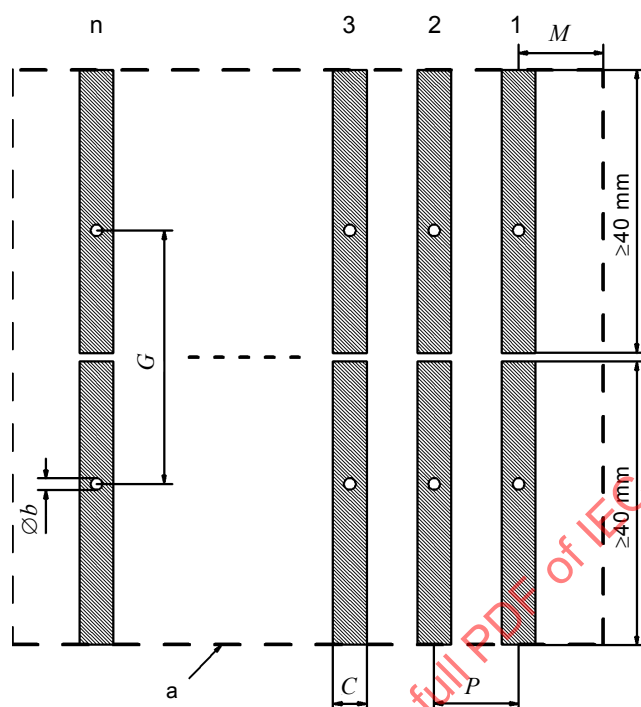
Figure 5 – Basic layout for mechanical, environmental and electrical tests, Kelvin (4 point) connections

The test boards shall be an epoxide woven glass type with a thickness of $(1,6 \pm 0,1)$ mm, with conductors made of un-tinned copper with a nominal thickness of $35 \mu\text{m}$. If necessary, the detail specification may provide a different material specification and basic layout.

Table 2 – Test board dimensions

Style	b mm	G mm	C mm	P mm	M mm
RA_0204	$0,8 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$
RA_0207	$1,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$5,0 \pm 0,1$	$20,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$
RA_0309	$1,3 \pm 0,1$	$12,5 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$	$25,0 \pm 0,1$	$12,5 \pm 0,1$
RA_0411	$1,3 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$30,0 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$
RA_0414	$1,3 \pm 0,1$	$17,5 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$30,0 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$
RA_0617	$1,3 \pm 0,1$	$22,5 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$45,0 \pm 0,1$	$22,5 \pm 0,1$
RA_0922	$1,3 \pm 0,1$	$27,5 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$	$45,0 \pm 0,1$	$22,5 \pm 0,1$
No metal area is permitted on the bottom side or on any inner layer under the defined area, except a single straight 0,3 mm conductor for every Kelvin connection.					
If applicable, the test board layout may also run both Kelvin connectors to the same edge of the defined area.					

Test boards according to Figure 6, with the dimensions given in Table 2, may be used for tests for any stability class above 0,1, when the resistance of the specimen is $100\ \Omega$ or higher, or for tests not requiring a measurement of the resistance value.



IEC 1595/14

Key

- a Limit of the defined area, where dimensions apply, as given in Table 5.
- Copper layer

Figure 6 – Basic layout for mechanical, environmental and electrical tests, standard connections

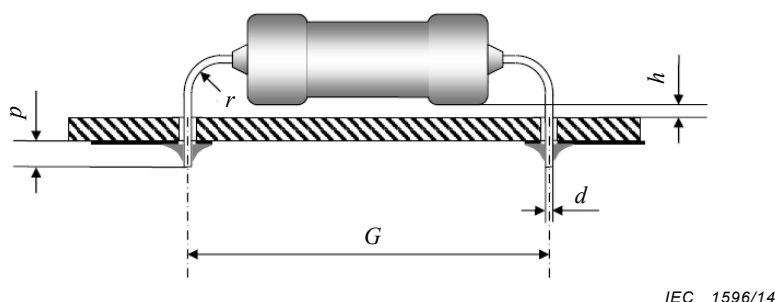
5.1.4 Mounting of components on test boards

The resistors shall be mounted directly to the mounting bores utilizing 90° lead bends, as shown in Figure 7, with consideration of the following constraints:

- the straight portion of the lead shall extend for a length of at least one time the lead diameter from the body or weld before the start of the bending radius; and
- the bending radius r , measured on the inside of the lead wire bend, shall be
 - $r \geq 1,0\ d$ for $d \leq 0,8\ \text{mm}$,
 - $r \geq 1,5\ d$ for $0,8\ \text{mm} < d \leq 1,2\ \text{mm}$,
 - $r \geq 2,0\ d$ for $d > 1,2\ \text{mm}$;
- the clearance h between the resistor body and the test board surface shall be
 - $h \leq 0,25\ \text{mm}$ for resistors with a rated dissipation $P_{70} < 1\ \text{W}$,
 - $h = (1,75 \pm 0,25)\ \text{mm}$ for resistors with a rated dissipation $P_{70} \geq 1\ \text{W}$;
- the cropped lead wire shall be visible in the solder, the protrusion length p below the test board shall be
 - $p \leq 2,5\ \text{mm}$.

NOTE 1 The above requirements are based on the workmanship recommendations of IEC 61192-3.

NOTE 2 Special considerations may be required on a minimum clearance of resistors specified for a high limiting element voltage. Such considerations and/or constraints are subject to the relevant detail specification.



IEC 1596/14

NOTE Plated via holes may be required for the vibration test, the bump test or the shock test in order to build a stronger solder joint.

Figure 7 – Assembly of specimen to the test board

5.2 Tests

5.2.1 Dimensions

See IEC 60115-1:2008, 4.4.2, with the following details:

The length of the resistor body shall be measured as prescribed in IEC 60294:2012, 3.1, using a gauge plate of 4 mm thickness.

If prescribed by the detail specification, either the length of excessive protective coating, dimension c as shown in Figure 2a, shall be gauged as prescribed in IEC 60294:2012, Clause 4, or the length between clean leads, dimension L_c , as shown in Figure 2b shall be measured or gauged as prescribed in the detail specification.

5.2.2 Insulation resistance

This test shall be applied only to insulated resistors.

See IEC 60115-1:2008, 4.6.

A suitable method given in IEC 60115-1:2008, 4.6 shall be applied for measurement of the insulation resistance, preferably the V-block method of IEC 60115-1:2008, 4.6.1.1.

For a specimen mounted on a test board, such a board placed in a suitable fixture may be used as the lower support, with its connections to the specimen's lead wires forming test point B. The V-shaped metal block, test point A, shall be applied from above with a suitable clamping force.

5.2.3 Voltage proof

This test shall be applied only to insulated resistors.

See IEC 60115-1:2008, 4.7.

A suitable method given in IEC 60115-1:2008, 4.6 shall be applied for measurement of the insulation resistance, preferably the V-block method of IEC 60115-1:2008, 4.6.1.1.

5.2.4 Short time overload

See IEC 60115-1:2008, 4.13, with the following details:

The specimen shall be mounted on a test rack according to 5.1.2, or mounted on a test board according to 5.1.3 and 5.1.4, as prescribed by the detail specification. The test board shall be mounted horizontally and shall be in free air at the standard atmospheric conditions for testing as given in IEC 60115-1:2008, 4.2.1 (e.g. ambient temperature 15 °C to 35 °C).

The preferred overload test voltage is

$$U_{\text{test}} = 2,5 \cdot U_r = 2,5 \cdot \sqrt{P_{70} \cdot R_n}, \text{ limited by}$$

$$U_{\text{test max}} = 2 \cdot U_{\text{max}}$$

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.

Preferred values for the load duration t_{load} are 0,5 s; 1 s; 2 s; 5 s and 10 s. The duration shall be prescribed by the detail specification in such a way that the achieved peak surface temperature is at least 30 K above the maximum element temperature, which is equal to the upper category temperature in this standard.

5.2.5 Temperature rise

See IEC 60115-1:2008, 4.14, with the following details:

The specimen shall be mounted on a test rack according to 5.1.2, or mounted on a test board according to 5.1.3 and 5.1.4, as prescribed by the detail specification. The test board shall be mounted horizontally and shall be in free air at the standard atmospheric conditions for testing as given in IEC 60115-1:2008, 4.2.1 (e.g. ambient temperature 15 °C to 35 °C).

5.2.6 Robustness of terminations

See IEC 60115-1:2008, 4.16, with the following details:

The tests shall be carried out at the standard atmospheric conditions for testing as given in IEC 60115-1:2008, 4.2.1 (e.g. ambient temperature 15 °C to 35 °C). The specimen shall be kept in standard atmospheric conditions for at least 1 h prior to the tests.

The following tests shall be applied.

- The whole sample shall be subjected to test U_{a1} – Tensile, as prescribed in IEC 60115-1:2008, 4.16.2.
- Then half of the sample shall be subjected to test U_b – Bending, as prescribed in IEC 60115-1:2008, 4.16.3, where each two successive bends shall be applied in alternate directions.
- The other half of the sample shall be subjected to test U_c – Torsion, as prescribed in IEC 60115-1:2008, 4.16.4, where method 1, severity 2 shall be applied.

NOTE Method A, as prescribed in IEC 60115-1:2008, 4.16.4 is called method 1 in IEC 60068-2-21:1999 and later editions.

5.2.7 Solderability

See IEC 60115-1:2008, 4.17, with the following details:

The solderability test shall be preceded by an accelerated ageing. Unless specified otherwise in the relevant detail specification, ageing 3a of IEC 60068-2-20:2008, 4.1.1 (i.e. 4 h at 155 °C dry heat) shall be used. After the accelerated ageing, the specimen shall be subjected to standard atmospheric conditions for testing for not less than 2 h and not more than 24 h.

The solderable surface on the wires of the resistors shall be compatible with both traditional SnPb solder and lead-free solder, unless explicitly stated otherwise in the relevant detail specification. Therefore solderability testing is required for both soldering processes.

Solderability with traditional SnPb solder shall be tested according to IEC 60068-2-20:2008, Test Ta, solder bath method with the following severity

Solder alloy: Sn60Pb40 or Sn63Pb37

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

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

Solderability with lead-free solder shall be tested according to IEC 60068-2-20:2008, Test Ta, solder bath method with the following preferred severity:

Solder alloy: Sn99,3Cu0,7;

Bath temperature: $T_{\text{bath}} = (250 \pm 3) ^\circ\text{C}$;

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

or with the following severity:

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

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

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

NOTE Lead-free solder alloys may be grouped according to their typical process temperature. Typical solder alloys used mainly for reflow soldering are contained in a group for "medium-high temperature", where SnAgCu is a most popular representative. SnCu solder alloy is more typical for wave soldering and is contained in a group for "high temperature".

A thermal insulating screen shall be used only if prescribed by the detail specification.

5.2.8 Resistance to soldering heat

See IEC 60115-1:2008, 4.18, with the following details:

Resistance to soldering heat shall be tested according to IEC 60068-2-20, Test Tb, solder bath method, with the following severity:

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

Bath temperature: $T_{\text{bath}} = (260 \pm 3) ^\circ\text{C}$

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

A thermal insulating screen shall be used only if prescribed by the detail specification.

5.2.9 Rapid change of temperature

See IEC 60115-1:2008, 4.19, with the following details:

Lower temperature: $T_A = \text{LCT}$;

Upper temperature: $T_B = \text{UCT}$;

Number of cycles: $n = 5$.

5.2.10 Rapid change of temperature, ≥ 100 cycles

See IEC 60115-1:2008, 4.19, with the following details:

Lower temperature: $T_A = \text{LCT}$;

Upper temperature: $T_B = \text{UCT}$;

Number of cycles: preferred values for n are 100; 200; 500 and 1 000.

The detail specification may prescribe different values for n depending on the individual style.

This test is mandatory only for resistors categorized as Level P.

5.2.11 Vibration

See IEC 60115-1:2008, 4.22, with the following details:

Endurance by sweeping according to IEC 60068-2-6:2007, 8.3.1 with the specimen 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: $a = 200 \text{ m/s}^2$, limited by
 $\Delta r = 1,5 \text{ mm}$;

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.

5.2.12 Climatic sequence

5.2.12.1 General

See IEC 60115-1:2008, 4.23.

The specimen shall be mounted on a test rack according to 5.1.2, or mounted on a test board according to 5.1.3 and 5.1.4, as prescribed by the detail specification.

5.2.12.2 Dry heat

NOTE IEC 60068-2-2:2007 deleted test Ba, which has usually been used in the IEC 60115 series of standards. As an interim solution, IEC 60115-1:2008 referenced the superseded edition of IEC 60068-2-2:1974 in order to continue its use of test Ba. A suitable succession applying test Bb of IEC 60068-2-2 is under preparation for the next revision of the Generic Specification IEC 60115-1, from which the following replacement has been adopted.

For the purpose of this standard, the prescriptions of IEC 60115-1:2008, 4.23.2 shall be replaced by the following:

The resistors shall be subjected to test Bb of IEC 60068-2-2 and shall remain at the upper category temperature for a duration of 16 h.

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.

5.2.12.3 Damp heat, cyclic, first cycle

See IEC 60115-1:2008, 4.23.3.

5.2.12.4 Cold

NOTE IEC 60068-2-1:2007 deleted test Aa, which has usually been used in the IEC 60115 series of standards. As an interim solution, IEC 60115-1:2008 referenced the superseded edition IEC 60068-2-1:1990 in order to continue its use of test Aa. A suitable succession applying test Ab of IEC 60068-2-1 is under preparation for the next revision of the Generic Specification IEC 60115-1, from which the following replacement has been adopted.

For the purposes of this standard, the prescriptions of IEC 60115-1:2008, 4.23.4 shall be replaced by the following:

The resistors shall be subjected to test Ab of IEC 60068-2-1 and shall remain at the lower category temperature for a duration of 2 h.

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 specimens.

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

5.2.12.5 Low air pressure

See IEC 60115-1:2008, 4.23.5, 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.

5.2.12.6 Damp heat, cyclic, remaining cycles

See IEC 60115-1:2008, 4.23.6.

The number of remaining cycles is given in IEC 60115-1:2008, Table 7.

5.2.12.7 DC load

See IEC 60115-1:2008, 4.23.7.

5.2.12.8 Final measurements

See IEC 60115-1:2008, 4.23.8.

For the measurement of the insulation resistance, see 5.2.2.

5.2.13 Damp heat, steady state

See IEC 60115-1:2008, 4.24, with the following details:

The specimen shall be mounted on a test rack according to 5.1.2, or mounted on a test board according to 5.1.3 and 5.1.4, as prescribed by the detail specification.

The duration t_{exp} of this test is defined by the climatic category, to which a tolerance of +8 h shall apply.

For the measurement of the insulation resistance, see 5.2.2.

5.2.14 Endurance at 70 °C

See IEC 60115-1:2008, 4.25.1, with the following details:

The specimen shall be mounted on a test rack according to 5.1.2, or mounted on a test board according to 5.1.3 and 5.1.4, as prescribed by the detail specification.

The test shall be performed with the rated voltage:

$$U_{\text{test}} = U_r = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}, \text{ limited by}$$

$$U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$$

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.

A tolerance of +16 h shall apply to the prescribed test duration $t_{\text{load}} = 1\,000$ h, and a tolerance of +24 h shall apply to the prescribed extended endurance $t_{\text{load}} = 8\,000$ h.

For the measurement of the insulation resistance, see 5.2.2.

The extended endurance of this test is mandatory only for resistors categorized as Level P.

5.2.15 Endurance at room temperature

For resistors categorized as Level G, the testing for endurance at 70 °C may be replaced by testing for endurance at room temperature.

See Annex C, with the following details:

The specimen shall be mounted on a test rack according to 5.1.2, or mounted on a test board according to 5.1.3 and 5.1.4, as prescribed by the detail specification.

The test shall be performed with a test dissipation P_{test} determined by:

$$P_{\text{test}} = P_{70} \times \frac{(UCT - 25\text{ °C})}{(UCT - 70\text{ °C})}$$

where P_{70} is the rated dissipation for $T_{\text{rated}} = 70\text{ °C}$

Hence the test shall be performed with the voltage:

$$U_{\text{test}} = \sqrt{P_{\text{test}} \cdot R_n}, \text{ limited by}$$

$$U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$$

where

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

A tolerance of +16 h shall apply to the prescribed test duration $t_{\text{load}} = 1\,000$ h.

For the measurement of the insulation resistance, see 5.2.2.

NOTE The provisions for testing endurance at room temperature are currently missing in the generic specification IEC 60115-1:2008, 4.25. It is intended to include these provisions in the next revision, so that it will be possible to refer to that method in IEC 60115-1 in a future edition of this standard.

5.2.16 Endurance at the upper category temperature

See IEC 60115-1:2008, 4.25.3, with the following details:

The specimen shall be tested unmounted, or mounted on a test rack according to 5.1.2, or mounted on a test board according to 5.1.3 and 5.1.4, as prescribed by the detail specification.

A tolerance of +16 h shall apply to the prescribed test duration $t_{\text{exp}} = 1\,000$ h.

For the measurement of the insulation resistance, see 5.2.2.

5.2.17 Single pulse high voltage overload test

See IEC 60115-1:2008; 4.27.

The specimen shall be unmounted, or mounted on a test rack according to 5.1.2, or mounted on a test board according to 5.1.3 and 5.1.4, as prescribed by the detail specification. If unmounted, the specimen shall be placed in a suitable fixture for the duration of the test.

The test shall be performed with pulses defined by:

Pulse shape: 10/700

Pulse peak voltage: $\hat{U}_{\text{test}} = x \cdot \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, with $x \geq 10$, which is limited by
 $\hat{U}_{\text{test max}} = y \cdot U_{\text{max}}$, with $y \geq 2$.

The detail specification shall prescribe 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 60115-1:2008, 4.27.

This test is mandatory only for resistors categorized as Level P.

5.2.18 Component solvent resistance

See IEC 60115-1:2008, 4.29, with the following detail:

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

5.2.19 Solvent resistance of marking

This test shall be applied only to marked resistors.

See IEC 60115-1:2008, 4.30, with the following details:

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

Rubbing device: Cotton wool or tooth brush,
as prescribed by the detail specification.

The toothbrush prescribed as the rubbing device shall be a regular commercial hard grade quality with tightly clustered bristles of consistent length, made of regular synthetic fibres. It shall be used with a single solvent only and applied with normal hand pressure (approximately 0,5 N to 1 N normal to the specimen surface) for the required ten strokes. The toothbrush shall be discarded when there is any evidence of softening, bending, wear, or loss of bristles.

5.2.20 Flammability test

The needle-flame test according to IEC 60115-1:2008, 4.35 shall be applied with the following detail:

Duration of application: $t_a = 10$ s, with a tolerance of $\begin{smallmatrix} 0 \\ -1 \end{smallmatrix}$ s.

5.2.21 Electrostatic discharge (ESD) test

See IEC 60115-1:2008, 4.38, with the following details:

The specimen shall be unmounted, or mounted on a test rack according to 5.1.2, or mounted on a test board according to 5.1.3 and 5.1.4, as prescribed by the detail specification. If unmounted, the specimen shall be placed in a suitable fixture for the duration of the test.

The number of discharges with positive and with negative polarity shall be prescribed by the detail specification as follows:

Positive discharges $n_{\text{pos}} = 1$ for resistors categorized as Level G, or
 $n_{\text{pos}} = 3$ for resistors categorized as Level P;

Negative discharges $n_{\text{neg}} = 1$ for resistors categorized as Level G, or
 $n_{\text{neg}} = 3$ for resistors categorized as Level P.

5.2.22 Periodic pulse overload test

See IEC 60115-1:2008, 4.39, with the following details:

The specimen shall be mounted on a test rack according to 5.1.2, or mounted on a test board according to 5.1.3 and 5.1.4, as prescribed by the detail specification. The test board shall be mounted horizontally and shall be in free air at the standard atmospheric conditions for testing as given in IEC 60115-1:2008, 4.2.1 (e.g. ambient temperature 15 °C to 35 °C).

The preferred pulse overload test voltage is

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

$$\hat{U}_{\text{test max}} = 2 \cdot U_{\text{max}}$$

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

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

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

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

This test is mandatory only for resistors categorized as Level P.

6 Performance requirements

6.1 General

Test severities and requirements prescribed in detail specifications referring to this sectional specification shall be of equal or higher performance level, because lower performance levels are not permitted.

6.2 Limits for change of resistance

Table 3 lists preferred limits for resistance change for all tests listed in the column headings. To classify the performance of resistors, they will be assigned to stability classes as listed below.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-2:2014

Table 3 – Limits for change of resistance at tests

Stability class	Limit of resistance change, ΔR Ω					
	Long term tests		Short term tests		Advanced stress tests	
	IEC 60115-1:2008, 4.23 Climatic sequence 4.24 Damp heat, steady state 4.25.3 Endurance at upper category temperature	IEC 60115-1:2008, 4.25.1 Endurance at 70 °C Annex C of this standard, Endurance at room temperature ^b 1 000 h	IEC 60115-1:2008, 4.13 Overload 4.16 Robustness of terminations 4.18 Resistance to soldering heat 4.19 Rapid change of temperature, 5 cycles 4.22 Vibration	IEC 60115-1:2008, 4.19 Rapid change of temperature, ≥ 100 cycles ^a 4.38 Electrostatic discharge ^c	IEC 60115-1:2008, 4.27 Single pulse high voltage overload test ^a 4.39 Periodic electric overload ^a	IEC 60115-1:2008, 4.39 Periodic electric overload ^a
10	$\pm(10 \% R + 0,5 \Omega)$	$\pm(10 \% R + 0,5 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,05 \Omega)$
5	$\pm(5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$
2	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,1 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$
1	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$
0,5	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,05 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$
0,25	$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,05 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$
0,1	$\pm(0,1 \% R + 0,02 \Omega)$	$\pm(0,1 \% R + 0,02 \Omega)$	$\pm(0,05 \% R + 0,02 \Omega)$	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$
0,05	$\pm(0,05 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,05 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,005 \% R + 0,005 \Omega)$	$\pm(0,005 \% R + 0,005 \Omega)$
0,025	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,005 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,0025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,0025 \% R + 0,01 \Omega)$

^a Test is mandatory only for resistors categorized as Level P.

^b Test is applicable only for resistors categorized as Level G.

^c See 5.2.21 for the applicability of this test.

6.3 Insulation resistance

The requirements of this clause only apply to insulated resistors.

The insulation resistance R_{ins} shall be not less than 1 G Ω in the test IEC 60115-1:2008, 4.6 in group 3 of the test schedule for the qualification approval.

The insulation resistance R_{ins} shall be not less than 1 G Ω after the tests of IEC 60115-1:2008,

- Test 4.25.1, Endurance at 70 °C; and
- Test 4.25.3, Endurance at Upper Category Temperature;

and not less than 100 M Ω after the tests

- Test 4.23, Climatic sequence; and
- Test 4.24, Damp heat, steady state.

NOTE The test reference numbers refer to the subclauses in IEC 60115-1:2008.

6.4 Variation of resistance with temperature

The preferred limits of resistance change due to the variation of resistance with temperature are given in Table 4.

Table 4 – Permitted change of resistance due to 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 in the detail specification, where the applicable coding according to IEC 60062 for the next larger TCR shall be applied.

^b Code letters according to IEC 60062:2004, 5.5.

Each line in the table gives the preferred temperature coefficient and limits of change in resistance for the measurement of the variation of resistance with temperature (see IEC 60115-1:2008, 4.8) on the basis of category temperature ranges of 4.3 of this standard.

6.5 Temperature rise

The permissible temperature rise $\Delta T_{\max}$ for the temperature rise test according to IEC 60115-1:2008, 4.14 is determined by

$$\Delta T_{\max} = \text{MET} - 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

where MET is the maximum element temperature.

6.6 Solderability

See IEC 60115-1:2008, 4.17.3.

The requirement to the visual inspection 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 Flammability

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

7 Marking, packaging and ordering information

7.1 Marking of the component

See IEC 60115-1:2008, 2.4, with the following details:

Resistance, tolerance on resistance, and, if applicable and feasible, the temperature coefficient of resistance shall be marked according to IEC 60062, preferably by means of a colour code according to IEC 60062:2004, Clause 3.

If the marking is done by means of a letter and digit code, this shall utilize one of the methods given in IEC 60062:2004, Clause 4, the code letter for the tolerance given in IEC 60062:2004, 5.1, and the letter code for the temperature coefficient given in IEC 60062:2004, 5.5.

7.2 Packaging

Wherever applicable, the resistors shall be taped for automatic handling according to the provisions of IEC 60286-1.

7.3 Marking of the packaging

The complete required information as listed in IEC 60115-1:2008, 2.4 shall be marked on the packaging.

7.4 Ordering information

The detail specification shall specify the following minimum information as required for the ordering 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, a coding given in IEC 60062 shall be used.

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/subclause of the detail specification and indicated in the test schedules, for example by a note.

The following information shall be given in each detail specification and the prescribed values shall preferably be selected from those given in the appropriate clause/subclause 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.

The free termination length should be given for appropriate tape packaging.

Where applicable, a method for the specification of the length of excessive protective coating on the leads shall be applied, selected from those given in Figure 2. The relevant maximum permissible dimension shall be specified in the table of dimensions. A suitable measurement method shall be prescribed, preferably in a table footnote.

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 e.g. on the website <http://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 e.g. on the website <http://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 respective definition given in IEC 60115-1:2008, Clause 2.

8.2.8 Insulation voltage U_{ins}

This information is required for insulated resistors only.

See 4.8 and the respective definition given in IEC 60115-1:2008, Clause 2.

8.2.9 Insulation resistance R_{ins}

This information is required for insulated resistors only.

See 4.9 and 6.5.

8.2.10 Test severities

See 5.2.

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 61760-1:2006, Clause 5, for the specification of SMD components.

Mounting required for test and measurement purposes shall be in accordance with the provisions of 5.1.

8.2.16 Storage

See IEC 60115-1:2008, 2.7.

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 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.

8.2.18 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.

8.2.19 0 Ω resistors

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

9 Quality assessment procedures

9.1 General

See IEC 60115-1:2008, Annex Q.

9.2 Definitions

9.2.1 Primary stage of manufacture

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

9.2.2 Structurally similar components

Fixed low power film resistors are accepted as being structurally similar

- a) when 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;
- when there are several manufacturing sites, the manufacturer shall nominate the leading manufacturing site and the associated Designated Management Representative (DMR).

- b) when all manufacturing sites are supervised by the same IECQ Certification Body (IECQ CB). Preferably it should be the IECQ CB of that country in which the leading manufacturing site is located,
- c) when they have the same stability class and climatic category,
- d) when they are different in dimensions only and
- e) when they have similar terminal types.

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

Structurally similar components may only be used for the evaluation and determination of a failure rate.

9.2.3 Assessment level EZ

Assessment level EZ meets the requirements of a “zero defect” approach. It has been introduced to align the assessment procedures and levels with current industry practices by prescribing the permitted number of nonconforming items (acceptance number) *c* as zero.

Therefore the sample size for lot-by-lot testing is determined by IEC 61193-2:2007, Table 2.

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 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;
- 1/3 with the critical resistance;
- 1/3 with the highest resistance within that 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 k Ω for a range of 1 Ω to 1 M Ω) shall be used for substitution.

When approval is being sought for more than one temperature coefficient of resistance (TCR), the sample shall contain specimen 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 IECQ Certification Body.

When 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 IECQ CB.

“Low resistance” shall be within 100 % and 200 % of the lowest approved resistance, or the lowest resistance produced within the approval range.

“Critical resistance” shall be within 80 % and 100 % of the calculated value.

“High resistance” shall be within 70 % and 100 % of the highest approved resistance, or the highest resistance produced within the approval range.

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

9.4 Qualification approval (QA) procedures

The procedures for Qualification Approval testing are given in IEC 60115-1:2008, Clause Q.5, with the test procedures described in IEC 60115-1:2008, Q.5.3 b).

The sample shall be established according to 9.3. The required total sample size is the sum of all sample sizes in the qualification approval test schedule of Table 5 identified as destructive.

When 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 5. The schedule offers advice on the applicability of individual tests, which shall be followed in the detailed test schedule given in 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 divided for the other groups. Specimens found nonconforming during the tests of group 1 or group 2 shall not be used for the other groups.

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.

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 5.

9.5 Quality conformance inspection

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for Quality Conformance Inspection of resistors categorized as level G or P are given in Table 6. The tests of each group shall be carried out in the given order.

The schedule offers advice on the applicability of individual tests, which shall be followed in the detailed test schedule given in the detail specification. The conditions of tests and the performance requirements shall be the same as prescribed for the respective tests in the schedule for qualification approval.

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 specimen.

9.6 Capability approval (CA) procedures

This sectional specification does not support the capability approval as described in IEC 60115-1:2008, Clause Q.6.

9.7 Technology approval (TA) procedures

The provisions of IEC 60115-1:2008, Clause Q.14 shall apply, and the test schedules of Table 5 and Table 6 shall be used.

9.8 Delayed delivery

The provisions of IEC 60115-1:2008, Clause Q.10 shall apply, except that the inspection level shall be reduced to S-2.

9.9 Certified test records

Certified test records according to IEC 60115-1:2008, Clause Q.9 can be supplied, if agreed upon between the manufacturer and the customer.

9.10 Certificate of conformity (CoC)

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-2:2014

Table 5 – Test schedule for qualification approval

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements								
4.5 Resistance		ND	Group 1		As in IEC 60115-1:2008, 4.5.2.								
			...	0									
4.4.1 Visual examination	For marking, see 7.1.	ND	...	0	As in IEC 60115-1:2008, 4.4.1.								
4.4.2 Dimensions (gauging)	See 5.2.1.		(... of the sample)		As specified by the detail specification.								
4.6 Insulation resistance (applicable only to insulated resistors)	See 5.2.2.	ND	...	0	As in 6.3.								
4.7 Voltage proof (applicable only to insulated resistors)	See 5.2.3. $U_{\text{test}} = \dots \cdot U_{\text{ins}};$ $t_{\text{load}} = \dots \text{ s.}$				As in IEC 60115-1:2008, 4.7.3.								
4.13 Short time overload	See 5.2.4. $U_{\text{test}} = \dots;$ <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}	...	...	...	...	...	...	D	(... of the sample)		As in IEC 60115-1:2008, 4.13.3. As specified by the detail specification.
Style	t_{load}												
...	...												
...	...												
...	...												
		D											
		D	Group 4 ^d										
			...	0									
4.17 Solderability with SnPb solder	See 5.2.7. Ageing: Solder bath method; $T_{\text{bath}} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$; Solder ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Visual examination.		(half of the sample)		As in 6.6.								
4.17 Solderability with lead-free solder ^e	See 5.2.7. Ageing: Solder bath method; $T_{\text{bath}} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$; Solder ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Visual examination.	(the other half of the sample)		As in 6.6.									
4.8 Variation of resistance with temperature	$T = \{20 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{LCT}, 20 \text{ }^{\circ}\text{C}\};$ $\alpha_{\text{LCT}};$ $T = \{20 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{UCT}, 20 \text{ }^{\circ}\text{C}\};$ $\alpha_{\text{UCT}}.$	D	Group 5		As specified by the detail specification. As specified by the detail specification.								
			...	0									

Table 5 (2 of 5)

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements
		D	Group 6		
			...	0	
4.16 Robustness of terminations	See 5.2.6. Visual examination. Resistance.		(half of the sample)		As in IEC 60115-1:2008, 4.16.6a. As specified by the detail specification.
4.19 Rapid change of temperature	See 5.2.9. $T_A = \text{LCT}$, $T_B = \text{UCT}$; $n = 5$. Visual examination. Resistance.		(the other half of the sample)		As in IEC 60115-1:2008, 4.19.3. As specified by the detail specification.
4.22 Vibration	See 5.2.11. Endurance by sweeping; $f_1 = \dots \text{ Hz}$; $f_2 = \dots \text{ Hz}$; $n = \dots$ for each axis; $a = \dots \text{ m/s}^2$, limited by $\Delta r = \dots \text{ mm}$. Electrical continuity. Visual examination. Resistance.				As in IEC 60115-1:2008, 4.22.3 and 4.22.4. As in IEC 60115-1:2008, 4.22.4. As specified by the detail specification.
4.23 Climatic sequence - Dry heat - Damp heat, cyclic first cycle - Cold - Low air pressure - Damp heat, cyclic remaining $n-1$ cycle(s) - DC load - Final measurements	See 5.2.12. $T = \text{UCT}$; $t_{\text{exp}} = 16 \text{ h}$. 1 cycle; $T_{\text{sup}} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$. $T = \text{LCT}$; $t_{\text{exp}} = 2 \text{ h}$. $p_{\text{amb}} = \dots \text{ kPa}$; $t_{\text{exp}} = 1 \text{ h}$. $n-1$ cycle(s); $T_{\text{sup}} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$. $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limited by $U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$; 1 min. Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^f .		(all of the sample)		As in IEC 60115-1:2008, 4.23.8. As specified by the detail specification. As in 6.3.

Table 5 (3 of 5)

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements
4.25.1 Endurance at 70 °C	See 5.2.14. $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, 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 ^f .	D	Group 7 ... 0		As in IEC 60115-1:2008, 4.25.1.7. As specified by the detail specification. As in 6.3.
Annex C of this standard Endurance at room temperature (alternative test procedure, applicable only to resistors categorized as Level G)	See 5.2.15. $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{\text{test}} \cdot R_n}$, 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 ^f .				As in Clause C.7. As specified by the detail specification. As in 6.3.
4.25.1.8 Extended endurance at 70 °C (applicable only to resistors categorized as Level P)	Duration extended to $t_{\text{load}} = 8\,000 \text{ h}$. Resistance.				As specified by the detail specification.
4.24 Damp heat, steady state	See 5.2.13. $T = \dots \text{ °C}$; $RH = \dots \%$; $t_{\text{exp}} = \dots$. Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^f .	D	Group 8 ... 0		As in IEC 60115-1:2008, 4.24.4. As specified by the detail specification. As in 6.3.
4.18 Resistance to soldering heat	See 5.2.8. Solder bath method; $T_{\text{bath}} = \dots \text{ °C}$; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s}$. Visual examination. Resistance.	D	Group 9 ... 0		As in IEC 60115-1:2008, 4.18.4. As specified by the detail specification.
4.35 Flammability	See 5.2.20. $t_a = \dots \text{ s}$. Duration of burning.		(... of the sample)		As in 6.7.

Table 5 (4 of 5)

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements								
4.4.3 Dimensions (detail)		D	Group 10		As specified by the detail specification								
4.25.3 Endurance at upper category temperature	See 5.2.16. T = UCT; t _{exp} = 1 000 h. Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^f .		...	0	As in IEC 60115-1:2008, 4.25.3.7. As specified by the detail specification. As in 6.3.								
4.14 Temperature rise (applicable only to resistors below the critical resistance)	See 5.2.5. U _{test} = √P ₇₀ · R _n Temperature rise.		(... of the sample)		As in 6.5.								
4.38 Electrostatic discharge	See 5.2.21. <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 11		As in IEC 60115-1:2008, 4.38.4. As specified by the detail specification
Style	U _{HBM}												
...	...												
...	...												
...	...												
4.29 Component solvent resistance	See 5.2.18. T _{bath} = ... °C; Solvent: ...; t _{imm} = ... s. Visual examination.	(half of the sample)	0	As in IEC 60115-1:2008, 4.4.1.									
4.30 Solvent resistance of marking (applicable only to marked resistors)	See 5.2.19. T _{bath} = ... °C; Solvent: ...; t _{imm} = ... s; Rubbing material: ... Visual examination.	(the other half of the sample)		As in IEC 60115-1:2008, 4.30.2.									
4.39 Periodic pulse overload test (applicable only to resistors categorized as Level P)	See 5.2.22. Ū _{test} = ...; t _{on} = ... s; t _{off} = ... s; n = ... Visual examination. Resistance.		Group 12		As in IEC 60115-1:2008, 4.4.1. As specified by the detail specification								
			...	0									

Table 5 (5 of 5)

Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	n ^c	c ^c	Performance requirements								
4.19 Rapid change of temperature, ≥100 cycles (applicable only to resistors categorized as Level P)	See 5.2.10. $T_A = \text{LCT}; T_B = \text{UCT};$ <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		As in IEC 60115-1:2008, 4.19.3. As specified by the detail specification.
		Style	n										
		...	...										
		...	...										
...	...												
...	0												
4.27 Single pulse high voltage overload test (applicable only to resistors categorized as Level P)	See 5.2.17. Pulse shape: ...; $\dot{U}_{\text{test}} = \dots;$ $n = \dots, f \leq \dots$ Visual examination. Resistance.	D	Group 14		As in IEC 60115-1:2008, 4.27.3.7. As specified by the detail specification.								
			...	0									

^a Clause/Subclause numbers according to IEC 60115-1:2008.

^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 prescription given in a respective clause/subclause of this standard or in a cited normative reference.

^c Refer to Annex D for lists of letter symbols and of abbreviations.

^d Resistors submitted to this test shall not be measured in Group 1, 2, 3, A1, A2 or B1 and are not included in the number of specimen in Group 1 or 2.

^e This test is not applicable if the relevant detail specification explicitly excludes compatibility of the components covered therein with any lead-free soldering process.

^f This measurement is applicable only to insulated resistors.

Table 6 – Test schedule for quality conformance inspection

Lot-by lot tests													
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	IL ^c	c ^c	Performance requirements								
4.5 Resistance ^d		ND	Group A1		As in IEC 60115-1:2008, 4.5.2.								
			100 %										
4.4.1 Visual examination ^e	For marking, see 7.1.	ND	Group A2		As in IEC 60115-1:2008, 4.4.1.								
4.4.2 Dimensions (gauging) ^e	See 5.2.1.		As specified by the detail specification.										
4.7 Voltage proof (applicable only to insulated resistors)	See 5.2.3. $U_{\text{test}} = \dots \cdot U_{\text{ins}};$ $t_{\text{load}} = \dots \text{ s.}$	ND	Group B1		As in IEC 60115-1:2008, 4.7.3.								
4.13 Short time overload	See 5.2.4. $U_{\text{test}} = \dots;$ <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			As in IEC 60115-1:2008, 4.13.3. As specified by the detail specification.
Style	t_{load}												
...	...												
...	...												
...	...												
		D	Group B2 ^f										
4.17 Solderability with SnPb solder	See 5.2.7. Ageing: ... Solder bath method; $T_{\text{bath}} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$; Solder ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Visual examination.		S-3	0		As in 6.6.							
4.17 Solderability with lead-free solder ^g	See 5.2.7. Ageing: ... Solder bath method; $T_{\text{bath}} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$; Solder ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Visual examination.		S-3			As in 6.6.							
4.8 Variation of resistance with temperature (applicable only to resistors with a TCR superior to $\pm 50 \cdot 10^{-6}/\text{K}$)	$T = \{20 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{LCT}, 20 \text{ }^{\circ}\text{C}\};$ $\alpha_{\text{LCT}};$ $T = \{20 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{UCT}, 20 \text{ }^{\circ}\text{C}\};$ $\alpha_{\text{UCT}}.$	D	Group B3		As specified by the detail specification. As specified by the detail specification.								
			S-3	0									

Table 6 (2 of 5)

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	
4.16 Robustness of terminations	See 5.2.6. Visual examination. Resistance.			(half of the sample)		As in IEC 60115-1:2008, 4.16.6a. As specified by the detail specification.
4.19 Rapid change of temperature	See 5.2.9. $T_A = \text{LCT}$; $T_B = \text{UCT}$; $n = 5$. Visual examination. Resistance.			(the other half of the sample)		As in IEC 60115-1:2008, 4.19.3. As specified by the detail specification.
4.22 Vibration	See 5.2.11. Endurance by sweeping; $f_1 = \dots \text{ Hz}$; $f_2 = \dots \text{ Hz}$; $n = \dots$ for each axis; $a = \dots \text{ m/s}^2$, limited by $\Delta r = \dots \text{ mm}$. Electrical continuity. Visual examination. Resistance.					As in IEC 60115-1:2008, 4.22.3 and 4.22.4. As in IEC 60115-1:2008, 4.22.4. As specified by the detail specification.
4.23 Climatic sequence - Dry heat - Damp heat, cyclic first cycle - Cold - Low air pressure - Damp heat, cyclic remaining $n-1$ cycle(s) - DC load - Final measurements	See 5.2.12. $T = \text{UCT}$; $t_{\text{exp}} = 16 \text{ h}$. 1 cycle; $T_{\text{sup}} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$. $T = \text{LCT}$; $t_{\text{exp}} = 2 \text{ h}$. $p_{\text{amb}} = \dots \text{ kPa}$; $t_{\text{exp}} = 1 \text{ h}$. $n-1$ cycle(s); $T_{\text{sup}} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$. $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limited by $U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$; 1 min. Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^h .			(all of the sample)		As in IEC 60115-1:2008, 4.23.8. As specified by the detail specification. As in 6.3.

Table 6 (3 of 5)

Periodic tests						
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	p ^c	n ^c	c ^c	Performance requirements
4.25.1 Endurance at 70 °C	See 5.2.14. $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, 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			As in IEC 60115-1:2008, 4.25.1.7. As specified by the detail specification. As in 6.3.
	Annex C of this standard Endurance at room temperature (alternative test procedure, applicable only to resistors categorized as Level G) $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{\text{test}} \cdot R_n}$, 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 .		12	20	0	
	4.25.1.8 Extended endurance at 70 °C (applicable only to resistors categorized as Level P) Duration extended to $t_{\text{load}} = 8\,000 \text{ h}$. Resistance.					
4.18 Resistance to soldering heat	See 5.2.8. Solder bath method; $T_{\text{bath}} = \dots \text{ °C}$; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s}$. Visual examination. Resistance.	D	Group C3 ⁱ			As in IEC 60115-1:2008, 4.18.4 As specified by the detail specification
4.35 Flammability	See 5.2.20. $t_a = \dots \text{ s}$. Duration of burning.		36	(5 of the sample)	0	
4.8 Variation of resistance with temperature (applicable only to resistors with a TCR of $\pm 50 \cdot 10^{-6}/\text{K}$ or less)	$T = \{20 \text{ °C, LCT, } 20 \text{ °C}\}$; α_{LCT} ; $T = \{20 \text{ °C, UCT, } 20 \text{ °C}\}$; α_{UCT} .	D	Group D1 ⁱ			As specified by the detail specification. As specified by the detail specification.
			12	20	0	

Table 6 (4 of 5)

Periodic tests													
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	p ^c	n ^c	c ^c	Performance requirements							
4.24 Damp heat, steady state	See 5.2.13. $T = \dots\text{ }^{\circ}\text{C}$; $RH = \dots\text{ }\%$ $t_{\text{exp}} = \dots$ Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^h .	D	Group D2 ⁱ			As in IEC 60115-1:2008, 4.24.4. As specified by the detail specification. As in 6.3.							
			12	20	0								
			Group D3 ⁱ										
			36	20	0								
4.4.3 Dimensions (detail)		D	36	20	0	As specified by the detail specification							
4.25.3 Endurance at upper category temperature	See 5.2.16. $T = \text{UCT}$; $t_{\text{exp}} = 1\,000\text{ h}$. Visual examination. Resistance. Insulation resistance ^h .					As in IEC 60115-1:2008, 4.25.3.7. As specified by the detail specification. As in 6.3.							
4.14 Temperature rise (applicable only to resistors below the critical resistance)	See 5.2.5. $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$ Temperature rise.					(6 of the sample)	As in 6.5.						
4.38 Electrostatic discharge	See 5.2.21. <table><tr><td>Style</td><td>U_{HBM}</td></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}	...	...	...	...	...	...
Style	U_{HBM}												
...	...												
...	...												
...	...												
4.29 Component solvent resistance	See 5.2.18. $T_{\text{bath}} = \dots\text{ }^{\circ}\text{C}$; Solvent: ...; $t_{\text{imm}} = \dots\text{ s}$. Visual examination.	D		(half of the sample)		As in IEC 60115-1:2008, 4.4.1.							
4.30 Solvent resistance of marking (applicable only to marked resistors)	See 5.2.19. $T_{\text{bath}} = \dots\text{ }^{\circ}\text{C}$; Solvent: ...; $t_{\text{imm}} = \dots\text{ s}$; Rubbing material: ... Visual examination.			(the other half of the sample)		As in IEC 60115-1:2008, 4.30.2.							

Table 6 (5 of 5)

Periodic tests														
Test ^a	Conditions of test ^b	D ^c or ND	p ^c	n ^c	c ^c	Performance requirements								
4.19 Rapid change of temperature, ≥100 cycles (applicable only to resistors categorized as Level P)	See 5.2.10. $T_A = LCT; T_B = UCT;$ <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 IEC 60115-1:2008, 4.19.3. As specified by the detail specification.
		Style	n											
		...	...											
		...	...											
		...	...											
36	20	0												
4.27 Single pulse high voltage overload test (applicable only to resistors categorized as Level P)	See 5.2.17. Pulse shape: ...; $\dot{U}_{test} = \dots;$ $n = \dots, f \leq \dots$ Visual examination. Resistance.	D	Group G ⁱ			As in IEC 60115-1:2008, 4.27.3.7. As specified by the detail specification.								
			12	20	0									

^a Clause/Subclause numbers according to IEC 60115-1:2008.

^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 prescription given in a respective clause/subclause of this standard or in a cited normative reference.

^c Refer to Annex D for lists of letter symbols and of abbreviations.

^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.

In case 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 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 1, 2, 3, A1, A2 or B1 and are not included in the number of specimen in Group 1 or 2.

^g This test is not applicable if the relevant detail specification explicitly excludes compatibility of the components covered therein with any lead-free soldering process.

^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)

0 Ω Resistors (Jumper)

A.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 to a family 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 below.

A.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, Resistance for 0 Ω resistors is 0 Ω .
- Subclause 4.4, Tolerance on resistance is not applicable to 0 Ω resistors. Instead a maximum permissible residual resistance $R_{rsd \max}$ shall be applied, to be selected from the preferred values: 10 m Ω ; 20 m Ω and 50 m Ω .
- Subclause 4.6, Limiting element voltage $U_{\max}$ is not applicable to 0 Ω resistors. Instead a d.c. or a.c. (r.m.s.) maximum permissible current $I_{\max}$ shall be applied.

A.3 Tests and test severities

For 0 Ω resistors, the prescriptions 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 prescription for I_{test} shall be applied.
- 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 5.2.4, Short time overload, the prescribed 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 5.2.17, Single pulse high voltage overload test, is not applicable to 0 Ω resistors.
- Subclause 5.2.21, Electrostatic discharge (ESD) test, is not applicable to 0 Ω resistors.
- Subclause 5.2.22, Periodic pulse overload test, the prescribed test voltage is not applicable to 0 Ω resistors; instead the following shall be applied:

The preferred pulse overload test current is

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

where

I_{max} is the maximum permissible current.

A.4 Performance requirements

For 0 Ω 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, the prescribed limits for change of resistance are not applicable to 0 Ω 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, Variation of resistance with temperature, is not applicable to 0 Ω resistors.

A.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 60062:2004, 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 a letter and digit code according to IEC 60062:2004, 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 prescribe the use of fill characters instead of the tolerance and TCR in order to maintain a consistent length of the ordering information.

A.6 Detail specification

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

A.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 prescription 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, and therefore shall not be applied as the lowest resistance within such a range.

Test 4.14 of IEC 60115-1:2008, Temperature rise, 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 Table 5 or Table 6 are not applicable to 0 Ω resistors:

- Test 4.8 of IEC 60115-1:2008, Variation of resistance with temperature.
- Test 4.27 of IEC 60115-1:2008, Single-pulse high-voltage overload test.
- Test 4.38 of IEC 60115-1:2008, Electrostatic discharge, Human Body Model.

NOTE The test reference numbers refer to the subclauses in IEC 60115-1:2008.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-2:2014

Annex B (informative)

Radial formed styles

B.1 General

B.1.1 Scope of this annex

This annex provides basic information and recommendations on a variety of radial formed resistor styles, where the forming is applied to lead wires outside of the resistor body, e.g. which are based on axial leaded resistors as a primary product.

This informative annex is not a suitable basis for a quality assessment of such radial formed resistor styles. However, the information and recommendations covered herein may be used for the establishment of suitable blank detail and detail specifications on radial formed resistors under this sectional specification.

The information and recommendations given herein apply to formed resistors for a lateral or for an upright body position, to styles with straight leads or with integral means for supporting mounting height or for retention, to variants with coated or insulated leads or with just naked lead wires.

Radial resistor styles, where the radial orientation of the leads or terminations is not the result of a forming process applied to lead wires outside of the resistor body are not the subject of this informative annex, instead they need to be specified according to the normative elements of this sectional specification.

B.1.2 Denomination of radial formed styles

B.1.2.1 Scope of the quality assessment

The lead-forming process typically is a final step of the production flow of such resistors, and therefore may be applied prior to or after the regular product acceptance testing. The lead-forming process however bears the risk of affecting the properties and the reliability of the products. Therefore, any denomination should be clearly defined to permit discrimination between styles formed prior to acceptance testing and styles formed after acceptance testing.

B.1.2.2 Quality assessment includes leads forming

If the lead-forming process is to be considered part of the product manufacturing, and thus the product qualification and quality conformance inspection are intended to be performed after the lead-forming, the formed products qualify for being the subject of a dedicated detail specification.

Such a detail specification dedicated to formed styles should designate the formed styles in a way which is different from the denomination of axial styles, but also clearly suggest the similarity to a related axial style as defined by this standard.

As this sectional specification prescribes the style references of axial leaded styles to start with RA_, where the third character is to tell the applied product technology, the style denomination of radial formed styles may rely on a variation of the second character. A possible way to build such style denomination would be:

RL_ for radial formed resistors for lateral body position,
leading to complete style references like e.g. RLM0204, or RLC0207.

RU_ for radial formed resistors for upright body position,
leading to complete style references like e.g. RUM0207, or RUX0411.

B.1.2.3 Quality assessment prior to leads forming

If the lead-forming process is to be applied after the product manufacturing, either by the component manufacturer or as a part of the component user's assembly process, the product quality assessment does not include the forming process. Then any style denomination should remain in line with the codes prescribed for the axial leaded resistor for which the quality has been assessed.

However, a suffix to the original style denomination may be acceptable in order to clearly address the formed component style. A possible way to build such style denomination would be:

- L as a suffix for radial formed resistors for lateral body position,
leading to complete style references like e.g. RAM0204L, or RAC0207L.
- U as a suffix for radial formed resistors for upright body position,
leading to complete style references like e.g. RAM0207U, or RAX0411U.

B.1.3 Coated lead wires

One or both lead wires may be furnished with a protective coating, either the same as applied to the resistor body, or another dedicated coating material. Such coating should provide sufficient clearance from those sections of the lead wires intended for soldering.

Such coating should not be assumed to be an insulation unless this property has been established by dedicated testing of insulation resistance and of voltage proof in the same instances, where such insulation resistance and voltage proof testing is prescribed for the resistor in general and generally performed on the resistor body only. Identical test severities and performance requirements should apply to the resistor body and to an insulated lead wire.

B.1.4 Means for support of mounting height

Radial formed resistors with straight leads are likely to rest directly on the board surface and thereby to jeopardize any reasonable workmanship requirement, hence would require special tooling to establish a desired mounting height over the top surface of the circuit board.

Alternatively, the lead wires may be fitted with means designed to establish a desired clearance between the component and the board, such as stage bending or kinking. Any such means should be illustrated and dimensioned in a relevant specification to adequately describe the outline and the designed mounting height.

The effect of such supporting means may depend on the actual dimensions of the bores in the circuit board. Therefore the relevant specification may need to recommend a suitable range for the bore diameter.

B.1.5 Means for retention

Radial formed resistors with straight lead ends protruding through the circuit board are generally not sufficiently fixed in place prior to soldering, except through clinching the lead protrusion.

Alternatively, the lead wires may be fitted with means designed to establish a suitable retention of the component in the board prior to soldering, e.g. an extra kinking, or radial or axial compression crimps. Any such means should be illustrated and dimensioned in a relevant specification to adequately describe the outline and any applicable constraints.

The effect of such retention means is likely to depend on the actual dimensions of the bores in the circuit board. Therefore, the relevant specification should recommend a suitable bore diameter.

B.2 Radial formed styles

B.2.1 Radial formed style with lateral body position

Figure B.1 and Figure B.2 show the shape and dimensions of radial formed resistors with lateral body position.

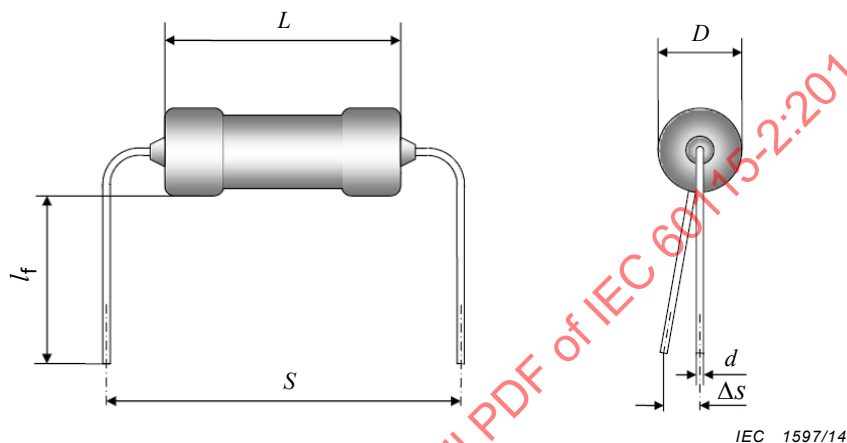
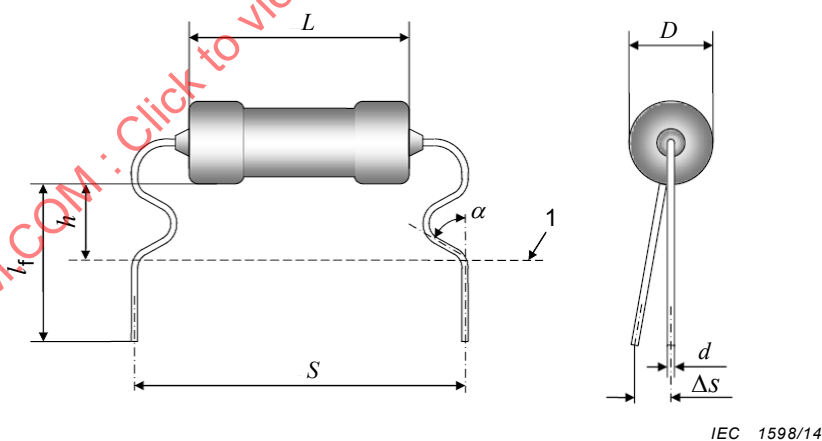


Figure B.1 – Shape and dimensions of radial formed resistor for lateral body position



Key

- 1 Seating plane resembling the top surface of a circuit board, see IEC 60717.

Figure B.2 – Shape and dimensions of radial formed resistor for lateral body position with kinked lead wires

A specification of radial formed resistors for lateral body position should, as a minimum, specify the following dimensions:

- L body length, measured according to IEC 60294, minimum information is $L_{\max}$;
- D body diameter, gauged according to IEC 60294, minimum information is $D_{\max}$;
- d nominal lead wire diameter, according to IEC 60301;
- S spacing of the formed lead wires;

$l_{f \min}$ minimum free length of the formed lead wire not covered by tape packaging;

$\Delta s_{\max}$ maximum spread of the formed lead wires, measured at the length $l_{f \min}$.

And, in addition, for formed resistors with means of securing a distance to the board surface, e.g. with kinked lead wires:

α the angle of the lead wire in the bend intended to secure the distance to the board surface;

h the free height of the resistor body over the board surface, minimum information is $h_{\min}$.

The forming shown in Figure B.1 and Figure B.2 does not provide any retention of the resistors in the circuit board prior to soldering. Any additional retention means, e.g. crimping of the lead wires or double kinking, should be illustrated and dimensioned in the relevant specification.

The relevant specification may include additional dimensions and illustrations as appropriate. Where the configuration is other than based on a cylindrical body, the specification should specify such dimensional information as will adequately describe the resistor.

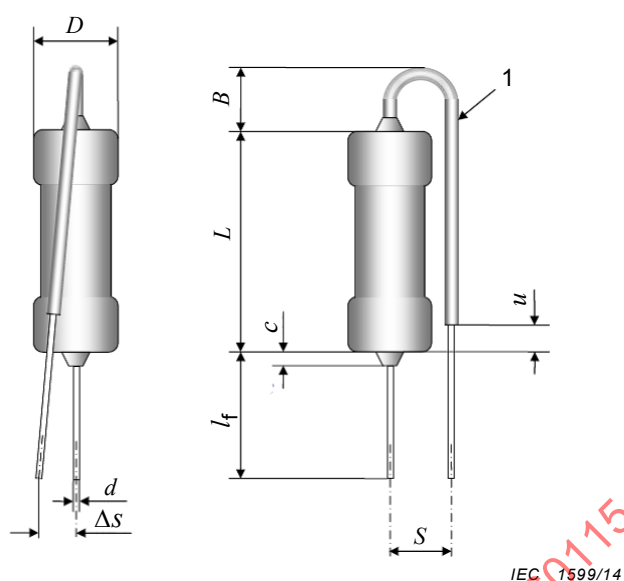
Table B.1 provides an overview on possible combinations of the resistor body styles as defined for their axial leaded shapes with typical lead-wire spacing for assembly with a lateral body position.

Table B.1 – Feasible lead-wire spacing of radial formed resistor for lateral body position

Style	Lead-wire spacing S^a mm							
	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
RA_0204	—	(Y)	Y	Y	NA	NA	NA	NA
RA_0207	—	—	Y	Y	Y	NA	NA	NA
RA_0309	—	—	—	(Y)	Y	Y	Y	Y
RA_0411	—	—	—	—	(Y)	Y	Y	Y
RA_0414	—	—	—	—	—	(Y)	Y	Y
RA_0617	—	—	—	—	—	—	(Y)	Y
RA_0922	—	—	—	—	—	—	—	—
Lead-wire spacing $S > 20$ mm is not supported by IEC 60286-2 and therefore is not assumed suitable for the automatic handling of radial formed components.								
Key Y feasible lead-wire spacing for the respective body style (Y) potentially feasible lead-wire spacing with a resistor body diameter $D < D_{\max}$. NA lead-wire spacing not advisable for delivery as a formed resistor								
NOTE This overview of a feasible resistor with leads formed to different lead-wire spacing is not intended to suggest the actual availability of ready formed resistors in this standard.								
^a Tolerance on spacing S shall be +0,5 / -0,2 mm								

B.2.2 Radial formed style with upright body position

Figure B.3, Figure B.4 and Figure B.5 show the shape and dimensions of radial formed resistors with upright body position.

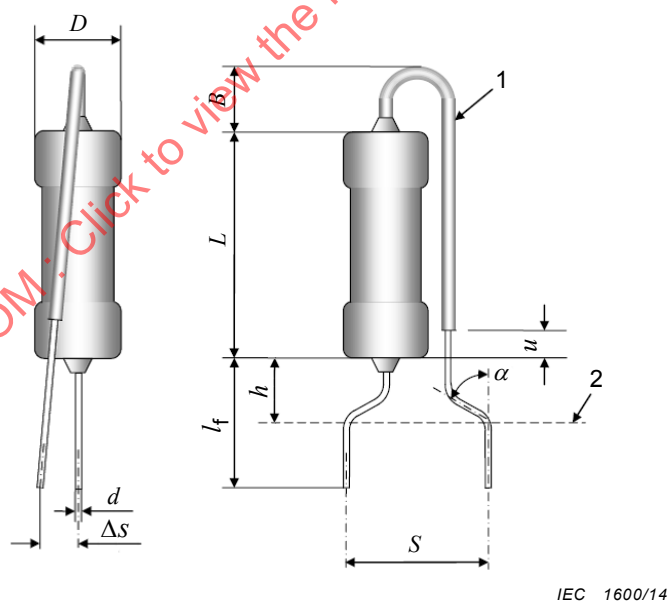


Key

- 1 Application of protective coating on the free leg is optional.

It is recommended for the board assembly to maintain a visible clearance between the coating meniscus and the subsequent solder fillet, see IEC 61192-3.

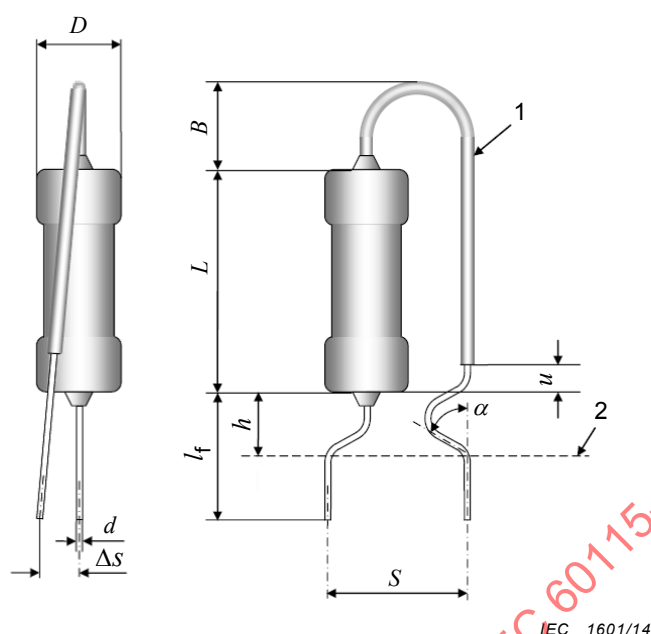
Figure B.3 – Shape and dimensions of a radial formed resistor for upright body position



Key

- 1 Application of a protective coating on the free leg is optional.
2 Seating plane resembling the top surface of a circuit board, see IEC 60717.

Figure B.4 – Shape and dimensions of a radial formed resistor for upright body position and wide spacing



Key

- 1 Application of protective coating on the free leg is optional.
- 2 Seating plane resembling the top surface of a circuit board, see IEC 60717.

Figure B.5 – Shape and dimensions of a radial formed resistor for upright body position and wide spacing, with kinked lead wire

A specification of radial formed resistors for upright body position should, as a minimum, specify the following dimensions:

- L body length, measured according to IEC 60294, minimum information is $L_{\max}$;
- D body diameter, gauged according to IEC 60294, minimum information is $D_{\max}$;
- d nominal lead wire diameter, according to IEC 60301;
- $B_{\max}$ maximum height of the lead-wire bow;
- c length of meniscus of excessive coating;
- u clearance of unprotected lead wire relative to the lower body end, if applicable;
- S spacing of the formed lead wires;
- $l_{f \min}$ minimum free length of the formed lead wire not covered by tape packaging;
- $\Delta s_{\max}$ maximum spread of the formed lead wires, measured at the length $l_{f \min}$.

And, in addition for formed resistors with means of securing a distance to the board surface, e.g. with stage bent or kinked lead wires:

- α the angle of the lead wire in the bend intended to secure the distance to the board surface;
- h the free height of the resistor body over the board surface, minimum information is $h_{\min}$.

The forming shown in Figure B.3, Figure B.4 and Figure B.5 does not provide any retention of the resistors in the circuit board prior to soldering. Any additional retention means, e.g. crimping of the lead wires or double kinking, should be illustrated and dimensioned in the relevant specification.

The relevant specification may include additional dimensions and illustrations as appropriate. Where the configuration is other than based on a cylindrical body, the specification should specify such dimensional information as will adequately describe the resistor.

Table B.2 provides an overview on possible combinations of the resistor body styles as defined for their axial leaded shapes with typical lead-wire spacing for assembly with an upright body position.

Table B.2 – Feasible lead-wire spacing of a radial formed resistor for upright body position

Style	Lead-wire spacing S^a mm							
	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
RA_0204	Y	Y	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RA_0207	Y	Y	Y	NA	NA	NA	NA	NA
RA_0309	—	Y	Y	Y	NA	NA	NA	NA
RA_0411	—	Y	Y	Y	NA	NA	NA	NA
RA_0414	—	(Y)	Y	Y	NA	NA	NA	NA
RA_0617	—	—	Y	Y	Y	NA	NA	NA
RA_0922	—	—	—	(Y)	Y	Y	Y	NA
Key Y feasible lead-wire spacing for the respective body style (Y) potentially feasible lead-wire spacing with a resistor body diameter $D < D_{\max}$ NA lead-wire spacing not advisable for delivery as a formed resistor								
Lead-wire spacing $S > 20$ mm is not supported by IEC 60286-2 and therefore is not assumed suitable for the automatic handling of radial formed components.								
NOTE This overview of feasible resistors with leads formed to different spacing is not intended to suggest the actual availability of ready formed resistors in this standard.								
^a Tolerance on spacing S shall be $+0,5 / -0,2$ mm								

B.3 Packaging

The formed resistors may be delivered in bulk, or taped for automatic handling according to the provisions of IEC 60286-2.

If taping is applied, the relevant specification should describe and illustrate the relevant details and provide as a minimum the following dimensions, based on IEC 60286-2:

- W carrier tape width;
- P_0 pitch of the sprocket holes;
- P pitch of the formed resistors;
- H distance of the bottom plane of the resistor body to the sprocket holes centre line; or
- H_0 distance of the formed resistors' seating plane to the sprocket holes centre line;
- H_1 distance of the top of the formed resistors, including a bent lead wire, to the sprocket holes centre line.

B.4 Quality assessment

B.4.1 General

The quality assessment of formed resistors should be based on the same principles, procedures, methods, schedules and requirements as are prescribed for the quality assessment of the similar unformed axial resistors.

B.4.2 Quality assessment of formed resistors

If the lead-forming process is part of the product manufacturing, the product qualification and quality conformance inspection performed on the finished product covers any effect the forming process might have on the properties or on the reliability of the products.

For this case a dedicated detail specification would be required to provide the full description, illustration and dimensioning of the formed product, all relevant characteristics, ratings and test severities, and the prescription of the relevant quality assessment procedures.

The quality assessment procedure of such a dedicated detail specification should utilize test schedules for the initial product qualification approval and for the product quality conformance inspection, which are based on those given in this sectional specification and, if applicable, supplemented by the relevant tests for coated and/or insulated lead wires as given in B.4.4. The scope of testing should not be less than applied for axial leaded resistors, and the test severities and the performance requirements should not be inferior to those specified for the axial leaded resistors.

B.4.3 Forming of finished resistors of assessed quality

If the lead-forming process is applied after the product manufacturing, either by the component manufacturer or as a part of the component user's assembly process, the product quality assessment does not include the forming process.

It should be understood that the subsequent bending process has a potential of affecting the properties and the reliability of the products. Hence any detail specification on axial leaded resistors which would include prescription on lead-forming should clearly point out the limited scope of the prescribed quality assessment.

B.4.4 Special inspection requirements

B.4.4.1 Visual inspection of the formed lead wires

The visual inspection according to IEC 60115-1:2008, 4.4 should be applied to insulated lead wires additional to the test applied to the resistor body, wherever this test is prescribed for the resistor.

Acceptance should not be granted if any of the following is observed:

- kinked lead wire, other than specified;
- cracked lead wire;
- pit or indentation mark on a lead wire deeper than 10 % of its nominal diameter.

If a lead wire is furnished with protective coating or insulation, the following observations should prohibit acceptance:

- cracked coating;
- peeling or flakes of coating;
- void in the coating.

B.4.4.2 Insulation resistance of insulated lead wires

The insulation resistance test according to IEC 60115-1:2008, 4.6 should be applied to insulated lead wires additional to the test applied to the protective coating of the resistor body, wherever this test is prescribed for the resistor.

While for the resistor body the V-block method may be prescribed, the foil method as given in IEC 60115-1:2008, 4.6.1.2 should be applied to the insulation resistance testing of insulated lead wires. The foil should be wrapped around the full coated length, leaving a space of 1 mm to 1,5 mm between the edge of the foil and the naked lead wire.

The same acceptance criteria prescribed for the insulation resistance testing of the resistor body should also be applied to the insulation resistance testing of insulated lead wires.

B.4.4.3 Voltage proof of insulated lead wires

The voltage proof test according to IEC 60115-1:2008, 4.7 should be applied to insulated lead wires additional to the test applied to the protective coating of the resistor body, wherever this test is prescribed for the resistor.

While for the resistor body the V-block method may be prescribed, the foil method as given in IEC 60115-1:2008, 4.6.1.2 should be applied to the voltage proof testing of insulated lead wires. The foil should be wrapped around the full coated length, leaving a space of 1 mm to 1,5 mm between the edge of the foil and the naked lead wire.

The same acceptance criteria prescribed for the voltage proof testing of the resistor body should also be applied to the voltage proof testing of insulated lead wires.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-2:2014

Annex C (normative)

Endurance at room temperature

C.1 Remark on the temporary relevance of this annex

This clause is given for information only to explain the necessity of this normative annex. In the drafting of the 2008 revision of IEC 60115-1, subclause 4.25 on endurance testing has been modified with the result that e.g. provisions typically applied by power resistors have been skipped, like the endurance testing at room temperature.

A complete revision of subclause 4.25 is under preparation for the next revision of the generic specification IEC 60115-1, aiming to restore the full range of traditional endurance test provisions, from which the following provisions have been adopted as an interim solution.

Upon release of the fifth edition of IEC 60115-1 with the revised subclause 4.25, this Annex C will become obsolete and the references within this sectional specification to this Annex C will be re-directed to the appropriate subclause of IEC 60115-1 (future fifth edition)¹.

NOTE Due to a possible new structure the subclause number may change in the next edition of IEC 60115-1.

C.2 General

The endurance testing at the rated temperature as described in IEC 60115-1:2008, 4.25.1 may be unsuitable for power resistors. The issue is the amount of heat generated in the test, which may leave the requirement to control the chamber at a rated temperature unachievable within any reasonable dimension or effort.

In cases where such a problem prohibits an endurance testing at rated temperature, the relevant specification may prescribe endurance testing at room temperature instead.

Then a relevant dissipation, possibly exceeding the rated dissipation, needs to be applied in order to establish the same level of temperature in the resistive element as with the other methods of endurance testing.

C.3 Test chamber and mounting of specimen

The size of the testing chamber and the number of resistors under test shall be such that the temperature can still be maintained within the prescribed range of 15 °C to 35 °C. The temperature sensors shall be suitably spaced from the resistors and shall be shielded so as not to be directly influenced by the radiation of the resistors.

NOTE For the purpose of this endurance test at room temperature a whole dedicated room within a building may be used as the test chamber. This will have to provide at least the same monitoring and safety mechanisms as are usually integrated with a separate test chamber.

There shall be no undue draught over the resistors. If forced air circulation is used in the test chamber, the resistors shall be protected so that there is no draught, other than by natural convection, over the resistors.

¹ Currently under consideration.

The mounting of the specimen depends on the type of resistor and shall be according to the following provisions, unless otherwise specified by the relevant specification.

- a) Resistors not designed for assembly on heat sinks and also not primarily intended for use on printed circuit boards shall be connected by their terminations to suitable clips on a rack of insulating material. Half the number of specimens shall be mounted in a horizontal position and the other half in a vertical position, in one layer only. The distance between the axes of the resistors shall be not less than seven times the diameter of the resistors' bodies.
- b) For resistors with termination wires, which are intended for use on printed circuit boards, the same mounting as under a) shall be applied, unless the relevant specification prescribes a suitable test board for the mounting of the specimen.

C.4 Initial measurement

The resistance shall be measured as specified in IEC 60115-1:2008, 4.5.

C.5 Temperature and load

Inserted into the test chamber, the resistors shall be subjected to the standard atmospheric conditions for testing (see IEC 600115-1:2008, 4.2.1), which includes a prescription for the temperature to be in the range of 15 °C to 35 °C. Hence, the nominal test temperature for this test shall be 25 °C.

The resistors shall be subjected to a test voltage in cycles of 1,5 h on and 0,5 h off throughout the test for the prescribed duration.

The test voltage shall be the voltage calculated from the relevant dissipation and the rated resistance, or the limiting element voltage, whichever is the smaller. It shall be maintained within a relative tolerance of $\pm 5\%$. The test voltage may be d.c. or a.c. r.m.s., unless specific prescriptions are given by the relevant specification.

The determination of the relevant dissipation for this test depends on the ratings and derating curve given for the resistors to be tested.

- a) For those resistors for which a rated dissipation is given for a rated temperature within the range of standard atmospheric conditions for testing, e.g. a P_{25} for 25 °C ambient temperature, as shown in Figure C.1, this rated dissipation shall be applied as the relevant dissipation for this test. This is regardless of the existence of another rated dissipation, e.g. P_{70} for the standard rated temperature 70 °C.

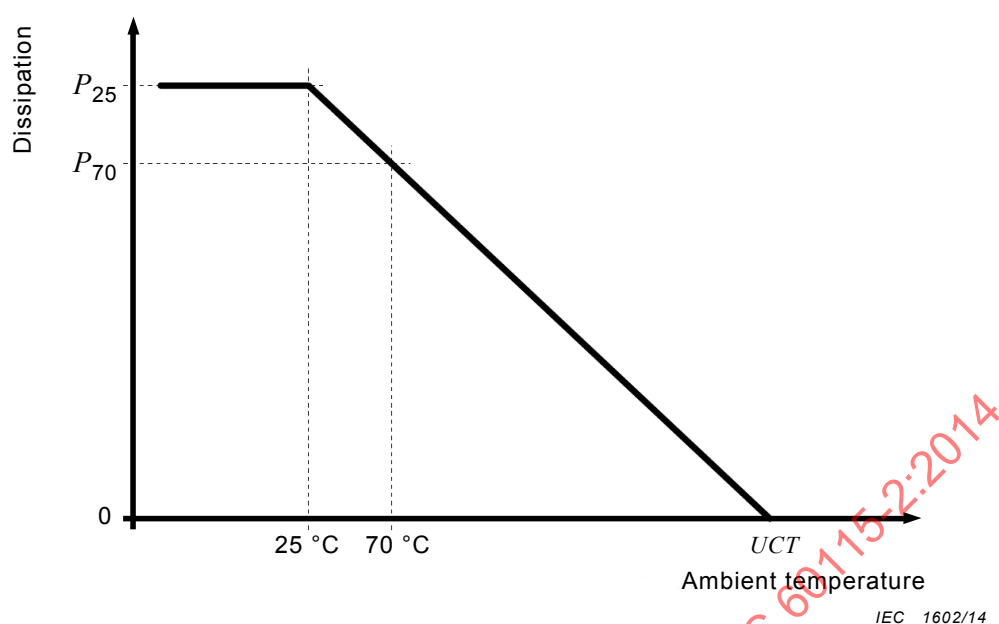


Figure C.1 – Derating curve with specification of a suitable test dissipation

- b) For those resistors for which no rated dissipation is given for any rated temperature within the range of standard atmospheric conditions for testing, e.g. only a rated dissipation P_{70} for the standard rated temperature 70 °C, as shown in Figure C.2, the relevant dissipation for this test shall be determined by extrapolation of the derating curve's slope above the rated temperature down to zero dissipation for the nominal test temperature of 25 °C (often referred to as uprating).

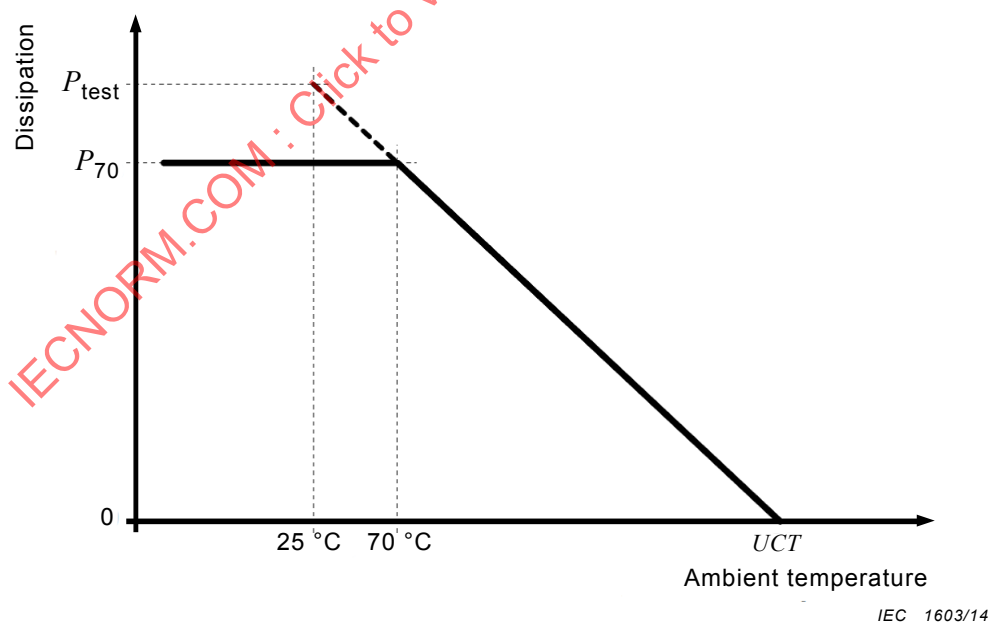


Figure C.2 – Derating curve without specification of a suitable test dissipation

The extrapolation is done using

$$P_{test} = P_r \times \frac{(UCT - T_{amb})}{(UCT - T_r)}$$

where

P_{test} is the relevant dissipation for this test;

P_r is the rated dissipation, probably P_{70} for $T_r = 70\text{ °C}$;

T_{amb} is the ambient temperature for this test, with $T_{\text{amb}} = 25\text{ °C}$;

T_r is the rated temperature, probably $T_r = 70\text{ °C}$.

NOTE This determination of the test dissipation applies, regardless of the derating diagram actually showing dissipation above the rated dissipation or not, i.e. regardless of the relevant specification permitting uprating or not. The extrapolation to the test dissipation does not become part of the derating diagram.

C.6 Duration

The duration of the endurance test at rated temperature shall be $(1\,000 + 16)$ h, which is approximately 42 days.

C.7 Intermediate measurements

The relevant specification may prescribe durations after which intermediate resistance measurements shall be performed, e.g. 48 h, 168 h, or 500 h. Any such prescription of an intermediate measurement shall also state suitable requirements.

The relevant specification may prescribe intermediate measurements as part of the qualification test schedule and concurrently omit them or leave them optional in the schedule for quality conformance inspections.

Any requirement prescribed for intermediate measurements should not be inferior to the requirement prescribed for the regular test duration of 1 000 h.

For intermediate measurements one of the following methods may be applied, where the chosen method shall be maintained for all intermediate measurements of any specimen under test within a particular test schedule.

- a) Intermediate resistance measurements may be performed inside the test chamber, if an additional reference measurement inside the test chamber has been performed at the beginning of the test. Such measurements inside the test chamber shall be performed in the second half of a 0,5 h off period.
- b) The resistors may be removed from the chamber and then shall be allowed to recover under standard atmospheric conditions for testing for a period of 1 h to 4 h prior to performance of an intermediate resistance measurement. The removal from the chamber shall take place in the second half of a 0,5 h off period. The interval between the removal of any specimen from the chamber and its return to the chamber shall not exceed 8 h, nonetheless, it is not counted for the prescribed test duration.

C.8 Final inspection, measurements and requirements

The resistors shall be removed from the test chamber and be allowed to recover under standard atmospheric conditions for testing for a period of 1 h to 4 h after completion of the test duration.

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

The resistance shall be measured as specified in IEC 60115-1:2008, 4.5 and the change in resistance with respect to the value measured in Clause C.4, shall not exceed the requirement prescribed by the relevant specification.

The insulation resistance of insulated resistors shall be measured as prescribed by the relevant specification, based on one of the methods of IEC 60115-1:2008, 4.6. The insulation resistance shall meet the requirement prescribed by the relevant specification.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-2:2014

Annex D (informative)

Letter symbols and abbreviations

D.1 Letter symbols

α	Angle of lead wire bend	°
α_{LCT}	TCR between the reference temperature and LCT	$10^{-6}/\text{K}$
α_{UCT}	TCR between the reference temperature and UCT	$10^{-6}/\text{K}$
a	Acceleration, e.g. in a vibration test	m/s^2
b	Diameter of bores in a test board or PCB	mm
c	Acceptance criteria (permitted number of nonconforming items)	1
c	Length of excessive protective coating extending on a lead-wire	mm
C	Width of a conductor on a test board or PCB	mm
d	Diameter of the wire terminations	mm
D	Diameter of the resistor body	mm
f	Frequency or repetition rate of test loads	$\text{Hz}; \text{min}^{-1}$
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	Mounting height of a component on a PCB, clearance	mm
H	Distance of the bottom plane of the resistor body to the sprocket holes centre line of a carrier tape	mm
H_0	Distance of the formed resistor's seating plane to the sprocket holes centre line of a carrier tape	mm
H_1	Distance of the top of the formed resistor, including a bent lead wire, to the sprocket holes centre line of a carrier tape	mm
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
l	Length of wire terminations	mm
$l_{\text{f min}}$	Minimum free length of formed wire terminations not covered by tape packaging	mm
L	Length of the resistor body	mm
L_{c}	Length between clean lead-wires, outside of any excessive protective coating extending on a lead-wire	mm
m	Mass	mg
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	Repetition period of a test	month
p	Lead-wire protrusions below a test board or PCB	mm
p_{amb}	Air pressure, e.g. as an atmospheric condition for testing	kPa
P	Pitch, grid dimension on a test board, perpendicular to the direct axis of a resistor	mm
P	Pitch of components in a carrier tape	mm
P_0	Pitch of sprocket holes in a carrier tape	mm
P_{70}	Rated dissipation at 70 °C ambient temperature	W
P_r	Rated dissipation	W
P_{test}	Dissipation to be applied in a respective test	W
r	Inner bending radius of a lead-wire	mm
Δr	Displacement, e.g. in a vibration test	mm
R	Actual resistance	Ω
R_{crit}	Critical resistance, $R_{\text{crit}} = U_{\text{max}}^2 / P_{70}$	Ω
R_{ins}	Insulation resistance	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	Relative humidity, e.g. as an atmospheric condition for testing	%
ΔR	Change of resistance	Ω
$\Delta R/R$	Change of resistance related to the prior measurement	%
S	Spacing of the lead-wires of a radial formed resistor	mm
Δs_{max}	Maximum spread of formed lead wires	mm
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	Temperature, e.g. as an atmospheric condition for testing	°C
T_A	Low temperature of a change of temperature test	°C
T_B	High temperature of a change of temperature test	°C
T_{amb}	Ambient temperature	°C
T_{bath}	Bath temperature, e.g. in solvent resistance or solder bath tests	°C
T_{max}	Maximum temperature, maximum element temperature	°C
T_r	Rated temperature	°C
T_{sup}	Upper temperature, e.g. in a respective temperature sequence	°C
ΔT	Temperature rise	K
ΔT_{max}	Maximum permissible temperature rise	K
u	Clearance of unprotected lead wire, relative to the lower body end	mm

U	Voltage	V
U_{ins}	Insulation voltage	V
U_{max}	Limiting element voltage, maximum permissible voltage	V
U_r	Rated voltage, $U_r = \sqrt{P_{70} \cdot R}$	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
$\hat{U}_{\text{test max}}$	Limitation to the peak voltage applied in a respective pulse load test	V
W	Width of a carrier tape	mm

D.2 Abbreviations

C	Carbon film technology (Character for style designations)
CA	Capability approval
CB	Certification body
CoC	Certificate of conformity
D	Destructive
DMR	Designated management representative (quality system manager)
ESD	Electrostatic discharge
G	Metal glaze technology (Character for style designations)
HBM	Human body model, representation of the capacitance and resistance of a human body for ESD testing
IECQ CB	IECQ Certification body
IL	Inspection level
IPA	Isopropyl alcohol (CAS Registry Number: 67-63-0), also known as Isopropanol, 2-propanol, or popan-2-ol
L	Suffix to style designations for axial leaded film resistors, if formed subsequently to a radial version with lateral body position
LCT	Lower category temperature
M	Metal film technology (Character for style designations)
MET	Maximum element temperature
ND	Non destructive
NSI	National supervising inspectorate
	NOTE IECQ 01, IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ Scheme) – Basic Rules, has implemented in its 2007-12 revision a change of the term Supervising Inspectorate to IECQ Certification Body (IECQ CB).
ONS	Organisme National de Surveillance (National Supervising Inspectorate)
	NOTE This term has been used in specifications prior to using the term National Supervising Inspectorate (NSI)
PCB	Printed circuit board
QA	Qualification approval
RA	Style designation prefix for axial leaded film resistors
RL	Style designation prefix for radial leaded film resistors with lateral body position
RU	Style designation prefix for radial leaded film resistors with upright body position
SPC	Statistical process control
TA	Technology approval
TADD	Technology approval declaration document

TAS	Technology approval schedule
TC	Temperature coefficient (not specific to resistance)
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
X	Metal oxide technology (Character for style designations)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-2:2014

Annex X (informative)

Cross reference for references to the prior revision of this standard

The revision of this sectional specification has resulted in a new structure. The following table provides a cross reference for all references to specific elements of the prior revision of this Sectional Specification.

IEC 60115-2:1982 (2 nd edition) Clause/Subclause	IEC 60115-2:2014 (3 rd edition) Clause/Subclause	Notes
1	—	The subject is covered by Clauses 1, 2 and 8.
1.1 1.2	1	The prior scope and object are merged into Clause 1.
1.3	2	—
1.4	8 8.1	—
1.4.1	8.2.1 8.2.2	—
1.4.2	8.2.15	—
1.4.3	8.2.2	—
1.4.4	8.2.3 to 8.2.9	—
1.4.4.1	8.2.4	—
1.4.5	8.2.13	—
2	—	The subject is covered by Clauses 4, 5 and 6.
2.1	—	The subject is covered by Clauses 4 and 6.
2.1.1	4.3	—
2.1.2	6.4	The prior Table I is succeeded by Table 4.
2.1.3	6.2	The prior Table II is succeeded by Table 3.
2.2	4	—
2.2.1	4.4	—
2.2.2	4.5	—
2.2.3	4.6	The prior untitled figure is succeeded by Figure 4.
2.2.4	4.7	—
2.2.5	4.8	—
2.2.6	4.9	—
2.3	5	—
2.3.1	5.1.1	—
2.3.2	5.2.11	—
2.3.3	5.2.12.5	—
2.3.4	5.2.4	—
3	9	—
3.1	9.2.2	—
3.2	9.4	The prior Table III is succeeded by Table 5.
3.3	9.5	—
3.3.1	9.3	—

IEC 60115-2:1982 (2nd edition) Clause/Subclause	IEC 60115-2:2014 (3rd edition) Clause/Subclause	Notes
3.3.2	9.5	—
3.3.3	9.2.3	The information of the prior Tables IVA and IVB is implemented in Table 6.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-2:2014

Bibliography

- IEC 60027-1, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*
- IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*
- IEC 60063, *Preferred number series for resistors and capacitors*
- IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*²
- IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2-13: Tests – Test B: Dry heat*³
- IEC 60068-2-13, *Environmental testing – Part 2-13: Tests – Test M: Low air*
- 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 60068-2-78, *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 60286-2, *Packaging of components for automatic handling – Part 2: Packing of components with unidirectional leads on continuous tapes*
- 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 60717, *Method for the determination of the space required by capacitors and resistors with unidirectional terminations*
- IEC 61192-3, *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies – Part 3: Through-hole mount assemblies*
- IEC 61340-3-1, *Electrostatics – Part 3-1: Methods for simulation of electrostatic effects – Human body model (HBM) electrostatic discharge test waveforms*
- IECQ 03-3, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Rules of Procedure – Part 3: IECQ Approved Component Products, Related Materials & Assemblies Scheme*

² Fifth edition, replaced by IEC 60068-2-1:2007 (sixth edition).

³ Fourth edition, replaced by IEC 60068-2-2:2007 (fifth edition).

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)*

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60115-2:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	74
1 Domaine d'application	76
2 Références normatives	76
3 Termes, définitions, technologies de produit et technologie de l'émail métallique	77
3.1 Termes et définitions	77
3.2 Technologies de produit	77
3.2.1 Technologie à couches minces	77
3.2.2 Technologie de l'émail métallique	77
3.2.3 Technologie de l'oxyde métallique	78
3.2.4 Technologie à couche de carbone	78
3.3 Classification de produit	78
4 Caractéristiques préférentielles	79
4.1 Généralités	79
4.2 Modèle et dimensions	79
4.3 Catégories climatiques préférentielles	80
4.4 Résistance	81
4.5 Tolérances sur la résistance	81
4.6 Dissipation assignée P_{70}	81
4.7 Tension limite de l'élément $U_{\max}$	82
4.8 Tension d'isolement U_{ins}	82
4.9 Résistance d'isolement R_{ins}	83
5 Essais et sévérités d'essais	83
5.1 Préparation des spécimens	83
5.1.1 Séchage	83
5.1.2 Installation des composants dans un châssis d'essai	83
5.1.3 Spécification des cartes d'essai	83
5.1.4 Montage des composants sur les cartes d'essai	85
5.2 Essais	86
5.2.1 Dimensions	86
5.2.2 Résistance d'isolement	86
5.2.3 Tension de tenue	86
5.2.4 Surcharge de courte durée	87
5.2.5 Echauffement	87
5.2.6 Robustesse des sorties	87
5.2.7 Brasabilité	88
5.2.8 Résistance à la chaleur de brasage	88
5.2.9 Variation rapide de température	89
5.2.10 Variation rapide de température, ≥ 100 cycles	89
5.2.11 Vibrations	89
5.2.12 Séquence climatique	89
5.2.13 Chaleur humide, essai continu	91
5.2.14 Endurance à 70 °C	91
5.2.15 Endurance à la température de la salle	91
5.2.16 Endurance à la température de catégorie supérieure	92
5.2.17 Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion	92

5.2.18	Résistance au solvant des composants	92
5.2.19	Résistance au solvant du marquage	93
5.2.20	Essai d'inflammabilité	93
5.2.21	Essai de décharge électrostatique (ESD)	93
5.2.22	Essai de surcharge à impulsions périodiques	93
6	Exigences de performances	94
6.1	General	94
6.2	Limites de la variation de résistance	94
6.3	Résistance d'isolement	96
6.4	Variation de la résistance avec la température	96
6.5	Echauffement	97
6.6	Brasabilité	97
6.7	Inflammabilité	97
7	Marquage, emballage et informations relatives aux commandes	97
7.1	Marquage du composant	97
7.2	Emballage	97
7.3	Marquage de l'emballage	97
7.4	Informations relatives aux commandes	98
8	Spécifications particulières	98
8.1	Généralités	98
8.2	Informations à indiquer dans une spécification particulière	98
8.2.1	Dessin d'encombrement ou illustration	98
8.2.2	Modèle et dimensions	98
8.2.3	Catégorie climatique	98
8.2.4	Plage de résistances	99
8.2.5	Tolérances sur la résistance	99
8.2.6	Dissipation assignée P_{70}	99
8.2.7	Tension limite de l'élément $U_{\max}$	99
8.2.8	Tension d'isolement U_{ins}	99
8.2.9	Résistance d'isolement R_{ins}	99
8.2.10	Sevérités des essais	99
8.2.11	Limites de variation de résistance après essai	99
8.2.12	Coefficient de température de résistance	99
8.2.13	Marquage	100
8.2.14	Informations relatives aux commandes	100
8.2.15	Montage	100
8.2.16	Stockage	100
8.2.17	Informations supplémentaires	100
8.2.18	Procédures d'assurance de la qualité	100
8.2.19	Résistances de 0Ω	100
9	Procédures d'assurance de la qualité	100
9.1	Généralités	100
9.2	Définitions	100
9.2.1	Etape initiale de fabrication	100
9.2.2	Composants de structure semblable	101
9.2.3	Niveau d'assurance EZ	101
9.3	Formation des lots de contrôle	101
9.4	Procédures d'homologation (QA)	102

9.5	Contrôle de conformité de la qualité	103
9.6	Procédures d'agrément de savoir-faire (CA: <i>Capability Approval</i>)	103
9.7	Procédures d'agrément technologique de filière (TA: <i>Technology Approval</i>)	103
9.8	Livraison retardée	103
9.9	Rapports d'essais certifiés	103
9.10	Certificat de conformité (CoC: <i>Certificate of Conformity</i>)	103
Annexe A (normative) Résistances de 0 Ω (câble de liaison)		114
A.1	Généralités	114
A.2	Caractéristiques préférentielles	114
A.3	Essais et sévérités d'essais	114
A.4	Exigences de performances	115
A.5	Marquage, emballage et informations relatives aux commandes	115
A.6	Spécification particulière	115
A.7	Procédures d'assurance de la qualité	115
Annexe B (informative) Modèles de forme radiale		117
B.1	Généralités	117
B.1.1	Domaine d'application de cette annexe	117
B.1.2	Dénomination de modèles de forme radiale	117
B.1.3	Broches revêtues	118
B.1.4	Moyen pour supporter la hauteur de montage	118
B.1.5	Moyen de maintien	119
B.2	Modèles de forme radiale	119
B.2.1	Modèle de forme radiale avec la position horizontale du corps	119
B.2.2	Modèle de forme radiale avec la position verticale du corps	121
B.3	Emballage	124
B.4	Assurance de la qualité	125
B.4.1	Généralités	125
B.4.2	Assurance de la qualité de résistances formées	125
B.4.3	Formation de résistances finies sous assurance de la qualité	125
B.4.4	Exigences d'inspection particulières	125
Annexe C (normative) Endurance à la température de la salle		127
C.1	Remarque sur la pertinence temporaire de la présente annexe	127
C.2	Généralités	127
C.3	Chambre d'essai et montage de spécimen	127
C.4	Mesure initiale	128
C.5	Température et charge	128
C.6	Durée	130
C.7	Mesures intermédiaires	130
C.8	Exigences, mesures et inspection finale	131
Annexe D (informative) Symboles littéraux et abréviations		132
D.1	Symboles littéraux	132
D.2	Abréviations	134
Annexe X (informative) Correspondance pour la révision précédente de cette norme		136
Bibliographie		138
Figure 1 – Forme et dimensions des résistances à broches axiales		79

Figure 2 – Méthodes alternatives pour la spécification de la longueur d'excès de revêtement de protection sur les résistances à broches axiales	80
Figure 3 – Espacement des broches de résistances à broches axiales avec broches courbées.....	80
Figure 4 – Courbe de taux de réduction	82
Figure 5 – Configuration de base pour les essais mécaniques, environnementaux et électriques dans le cas de montages de Kelvin (à 4 points)	84
Figure 6 – Configuration de base pour les essais mécaniques, environnementaux et électriques, connexions normalisées.....	85
Figure 7 – Montage d'un spécimen sur la carte d'essai	86
Figure B.1 – Forme et dimensions de résistance de forme radiale pour position horizontale du corps	119
Figure B.2 – Forme et dimensions de résistance de forme radiale pour position horizontale du corps avec broches recourbées	120
Figure B.3 – Forme et dimensions de résistance de forme radiale pour position verticale du corps	122
Figure B.4 – Forme et dimensions de résistance de forme radiale pour position verticale du corps et espacement large	122
Figure B.5 – Forme et dimensions de résistance de forme radiale pour position verticale du corps et espacement large, avec broche recourbée	123
Figure C.1 – Courbe de taux de réduction avec spécification de dissipation d'essai appropriée	129
Figure C.2 – Courbe de taux de réduction sans spécification de dissipation d'essai appropriée	130
Tableau 1 – Modèles préférentiels des résistances à broches axiales	79
Tableau 2 – Dimensions de la carte d'essai	84
Tableau 3 – Limites de variation de résistance lors des essais	95
Tableau 4 – Variation de résistance permise en raison de la variation de température	96
Tableau 5 – Plan d'essai pour homologation	104
Tableau 6 – Programme d'essai pour le contrôle de conformité de la qualité	109
Tableau B.1 – Espacement des broches réalisable d'une résistance de forme radiale pour position horizontale du corps	121
Tableau B.2 – Espacement des broches réalisable d'une résistance de forme radiale pour position verticale du corps	124

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSISTANCES FIXES UTILISÉES
DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –****Partie 2: Spécification intermédiaire:
Résistances fixes à broches à couches, à faible dissipation**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60115-2 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée en 1982. Elle constitue une révision technique

Les modifications techniques majeures par rapport à la première édition sont les suivantes:

- inclut des conditions d'essai et des exigences pour le brasage sans plomb et des procédures d'évaluation satisfaisant aux exigences d'une approche "zéro défaut";
- introduction d'une classification de produit basée sur des exigences d'application;
- extension de la liste des modèles et dimensions;

- utilisation d'un domaine d'application élargi des définitions de classes de stabilité;
- extension des listes de valeurs assignées préférentielles;
- introduction de conditions d'essais et d'exigences pour la brasure sans plomb, pour les surcharges périodiques et pour la résistance aux décharges électrostatiques (ESD);
- introduction de nouvelles sévérités pour un essai de cisaillement;
- introduction de définitions pour une carte d'essai;
- remplacement du niveau d'assurance E et d'autres niveaux possibles par le seul niveau d'assurance EZ, satisfaisant aux exigences d'une approche "zéro défaut";
- introduction d'un essai d'endurance prolongée, d'un essai d'inflammabilité, d'un essai d'échauffement, d'un essai de vibrations, d'un essai de variation rapide de température étendu et d'un essai de surcharge haute tension à une seule impulsion;
- introduction d'exigences applicables aux résistances de 0 Ω (câbles de liaison);
- introduction de recommandations pour la dénomination, la description, l'emballage et l'évaluation de la qualité des modèles de forme radiale;
- introduction de prescriptions pour les essais d'endurance à la température ambiante, en complément des règles de l'IEC 60115-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
40/2282/FDIS	40/2289/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de la présente norme.

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

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

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

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

RÉSISTANCES FIXES UTILISÉES DANS LES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –

Partie 2: Spécification intermédiaire: Résistances fixes à broches à couches, à faible dissipation

1 Domaine d'application

La présente norme est applicable aux résistances fixes à broches à couches, à faible dissipation utilisées dans les équipements électroniques.

Ces résistances sont généralement décrites en fonction des types (formes géométriques différentes), des modèles (dimensions différentes) et de la technologie de produit. L'élément résistif de ces résistances est généralement protégé par un revêtement de laque conforme. Ces résistances comportent des fils de sortie et sont principalement destinées à être montées sur une carte de circuits avec la technique des trous traversants.

L'objectif de la présente norme est de prescrire des valeurs assignées et des caractéristiques préférentielles et de sélectionner d'après l'IEC 60115-1 les procédures d'assurance de qualité, les essais et les méthodes de mesures appropriés, et de fournir des exigences générales pour ce type de résistance.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60062:2004, *Codes de marquage des résistances et des condensateurs*

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

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

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

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

IEC 60068-2-20:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la brasabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

IEC 60115-1:2008, *Résistances fixes utilisées dans les équipements électroniques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 60286-1, *Emballage des composants pour opérations automatisées – Partie 1: Emballage des composants à sorties axiales en bandes continues*

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

IEC 60301, *Valeurs préférentielles des diamètres des fils de sorties des condensateurs et résistances*

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

IEC 61760-1:2006, *Technique du montage en surface – Partie 1: Méthode de normalisation pour la spécification des composants montés en surface (CMS)*

3 Termes, définitions, technologies de produit et technologie de l'émail métallique

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60115-1:2008, 2.2, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1.1

modèle axial

conception physique d'un composant avec des broches s'étendant des deux côtés le long de l'axe longitudinal du corps du composant

3.1.2

modèle radial

conception physique d'un composant avec des broches s'étendant sur un côté le long de l'axe longitudinal ou de l'axe diagonal du corps du composant

Note 1 à l'article: La direction unique des broches peut être intrinsèque au corps du composant ou être obtenue en formant une ou les deux broches à l'extérieur du corps du composant.

3.2 Technologies de produit

3.2.1 Technologie à couches minces

L'élément résistif d'une résistance à couche métallique est une couche mince et homogène d'un alliage de métal, déposée sur un noyau ou un substrat en céramique. Des exemples typiques de tels alliages de métal sont le nickel-chrome dans différentes compositions et complexités ou le nitrure de tantale, qui sont typiquement déposés par pulvérisation ou par évaporation. L'épaisseur typique d'une couche métallique est dans la plage de 50 nm à 4 µm.

La technologie des couches métalliques permet d'obtenir des niveaux spécifiques de stabilité de température en choisissant les matériaux et les traitements.

Lorsqu'il est nécessaire de coder la technologie des résistances, le caractère M doit être utilisé pour identifier la technologie des couches métalliques.

NOTE Les couches métalliques sont également appelées couches minces, principalement dans le domaine des résistances pour montage en surface.

3.2.2 Technologie de l'émail métallique

L'élément résistif d'une résistance à émail métallique est une couche épaisse et hétérogène d'un émail, déposée sur un noyau ou un substrat en céramique. L'émail est typiquement rempli d'oxyde de ruthénium (métal noble) ou de nitrure de tantale (métal non noble) et déposé par revêtement sur un noyau cylindrique, ou par impression sur un substrat plat. L'épaisseur typique d'une couche d'émail métallique est dans la plage de 3 µm à 20 µm.

La technologie de l'émail métallique permet d'obtenir plusieurs niveaux spécifiques de stabilité de température, principalement en choisissant les matériaux.

Lorsqu'il est nécessaire de coder la technologie des résistances, le caractère G doit être utilisé pour identifier la technologie de l'émail métallique.

NOTE L'émail métallique s'appelle essai couche épaisse, principalement dans le domaine des résistances pour montage en surface sur puces plates.

3.2.3 Technologie de l'oxyde métallique

L'élément résistif d'une résistance à oxyde métallique est généralement une couche d'oxyde d'étain avec de l'antimoine, qui peut être stabilisée dans un émail.

La technologie de l'oxyde métallique permet d'obtenir plusieurs niveaux spécifiques de stabilité de température limitée.

Lorsqu'il est nécessaire de coder la technologie des résistances, le caractère X doit être utilisé pour identifier la technologie de l'oxyde métallique.

3.2.4 Technologie à couche de carbone

L'élément résistif d'une résistance à couche de carbone est une couche de carbone homogène, déposée par fractionnement sur un noyau ou un substrat en céramique.

La stabilité de la température des résistances à couche de carbone n'offre aucune variation contrôlée, mais elle dépend typiquement de la résistance réelle.

Lorsqu'il est nécessaire de coder la technologie des résistances, le caractère C doit être utilisé pour identifier la technologie des couches de carbone.

3.3 Classification de produit

L'introduction d'une classification de produit permet à l'utilisateur de sélectionner les exigences en fonction des conditions de l'application finale envisagée.

Deux niveaux généraux de produits finis ont été déterminés pour représenter les différences de caractéristiques des exigences fonctionnelles, de performance et de fiabilité et pour permettre l'utilisation de programmes d'inspection et d'essai appropriés. Il convient de reconnaître que les applications peuvent se chevaucher entre les niveaux.

Niveau G – Equipements électroniques généraux, généralement utilisés dans des conditions environnementales douces ou modérées où l'exigence majeure est la fonction. Le niveau G inclut par exemple des produits de grande consommation et des terminaux de télécommunication pour utilisateurs.

Niveau P – Equipements électroniques de haute performance, où un ou plusieurs des critères suivants s'appliquent:

- fonctionnement ininterrompu souhaité ou obligatoire
- fonctionnement dans des conditions environnementales difficiles
- durée de vie prolongée

Des exemples du niveau P comportent les équipements professionnels, les systèmes de transmission de télécommunications, les systèmes industriels de contrôle et de mesure et la plupart des applications automobiles en dehors de l'habitacle passagers.

Le niveau P constitue une base appropriée pour les spécifications particulières pour l'approbation des composants avec fiabilité établie.

Chaque niveau doit être utilisé dans les spécifications individuelles détaillées.

4 Caractéristiques préférentielles

4.1 Généralités

Les valeurs données dans les spécifications particulières doivent de préférence être choisies parmi les suivantes:

4.2 Modèle et dimensions

La forme et les dimensions de résistances à broches axiales sont représentées à la Figure 1, avec les modèles préférentiels et leurs dimensions respectives données au Tableau 1. Les indicateurs de modèle de résistances à broches à couches axiales commencent par RA.

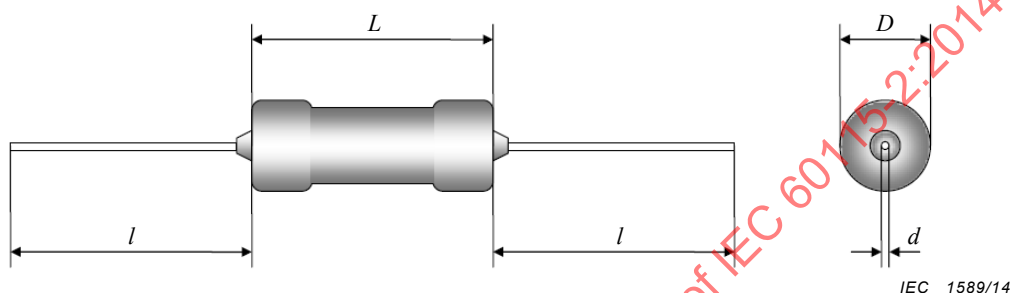


Figure 1 – Forme et dimensions des résistances à broches axiales

Tableau 1 – Modèles préférentiels des résistances à broches axiales

Modèle ^a	Dimensions			
	Diamètre du corps D^c mm	longueur du corps L^b mm	Diamètre des broches d^d mm	Longueur des broches $l_{\min}^e$ mm
RA_0204	$2^{+0}_{-0,7}$	$4^{+1,0}_{-1,0}$	0,5	21
RA_0207	$2^{+0,5}_{-0}$	$7^{+0,2}_{-2,0}$	0,6	21
RA_0309	$3^{+0}_{-0,5}$	$9^{+0,2}_{-2,5}$	0,7	21
RA_0411	$4^{+0}_{-1,0}$	$11^{+0,2}_{-3,5}$	0,7	21
RA_0414	$4^{+0,2}_{-0,5}$	$14^{+0,2}_{-4,0}$	0,8	21
RA_0617	$6^{+0,5}_{-1,0}$	$17^{+0,2}_{-4,0}$	0,8	21
RA_0922	$9^{+0,5}_{-3,0}$	$22^{+0,2}_{-5,0}$	0,8	21

^a La référence de modèle est complétée par un troisième caractère pour la technologie de produit, selon 3.2: M = couche métallique; G = émail métallique; C = couche de carbone; X = oxyde métallique. Par exemple, des références de modèles complètes sont RAM0204, RAX0414.

^b La longueur du corps de la résistance L doit être mesurée conformément à l'IEC 60294, voir 5.2.1.

^c Le diamètre D du corps de la résistance doit être calibré comme prescrit dans l'IEC 60294.

^d Diamètre d nominal des broches, avec les tolérances permises conformément à l'IEC 60301.

^e La longueur minimale $l_{\min}$ des broches s'applique seulement à la longueur libre des broches dans l'emballage en bande conformément à l'IEC 60286-1.

La spécification particulière peut indiquer la longueur admissible d'excès de revêtement de protection sur les broches de la résistance en utilisant une des méthodes indiquées à la Figure 2.

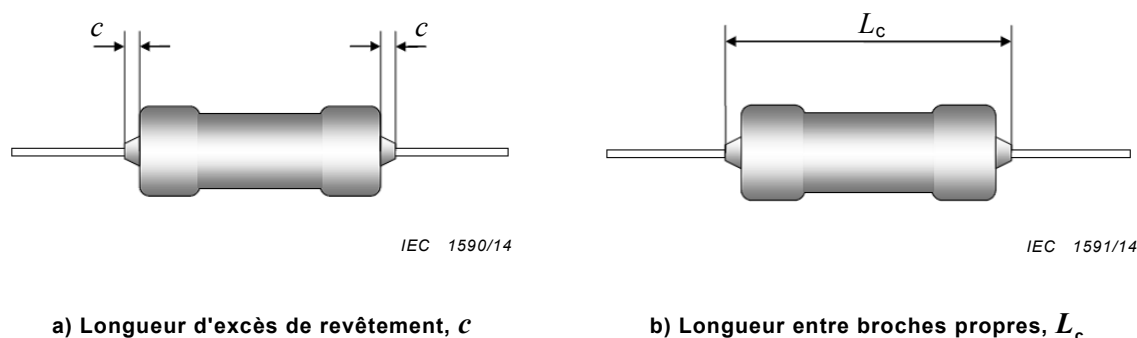
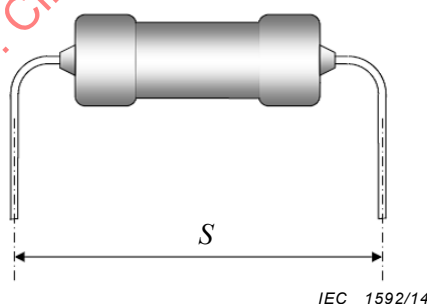


Figure 2 – Méthodes alternatives pour la spécification de la longueur d'excès de revêtement de protection sur les résistances à broches axiales

La longueur de l'excès de revêtement de protection, dimension c sur la Figure 2a, doit être calibrée comme prescrit dans l'IEC 60294:2012, Article 4, en utilisant une plaque de calibrage d'épaisseur correspondant à la longueur admissible maximale de l'excès de revêtement de protection. Une méthode pour mesurer ou calibrer la longueur entre des broches propres, dimension L_c comme présenté à la Figure 2b, doit être prescrite dans la spécification particulière, si nécessaire.

On associe à un modèle et aux dimensions réelles des produits respectifs la distance normalisée la plus courte possible de la ligne centrale des broches courbées à 90° depuis l'axe direct du corps de la résistance, espacement des broches S à la Figure 3. L'espacement S définit également la dimension de grille minimale G des trous de la carte de circuits imprimés dans lesquels la résistance peut être montée, le corps de la résistance étant placé sur le côté de la surface de la carte de circuits imprimés, quand la formation requise est réalisée dans le processus d'assemblage.

NOTE Le schéma de la résistance avec des broches formées n'est pas destiné à suggérer la disponibilité des résistances formées dans cette spécification.



NOTE L'espacement S est la distance entre les lignes centrales des broches courbées.

Figure 3 – Espacement des broches de résistances à broches axiales avec broches courbées

Lorsque le modèle de composant est différent de celui décrit ci-dessus, par exemple pour les résistances à broches radiales, la spécification particulière doit indiquer les informations sur les dimensions qui décriront correctement la résistance.

4.3 Catégories climatiques préférentielles

Les résistances à couche à broches couvertes par la présente spécification sont classées en catégories climatiques conformément aux règles générales données à l'Annexe A de l'IEC 60068-1:2013.

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

Température de catégorie inférieure (LTC) –65 °C; –55 °C; –40 °C; –25 °C et –10 °C.

Température de catégorie supérieure (UCT) 85 °C; 100 °C; 125 °C; 155 °C; 175 °C et 200 °C.

Durée de l'essai continu de chaleur humide: 10, 21 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 IEC 60115-1:2008, 2.3.2.

4.5 Tolérances sur la résistance

Les tolérances préférentielles sur la résistance sont:

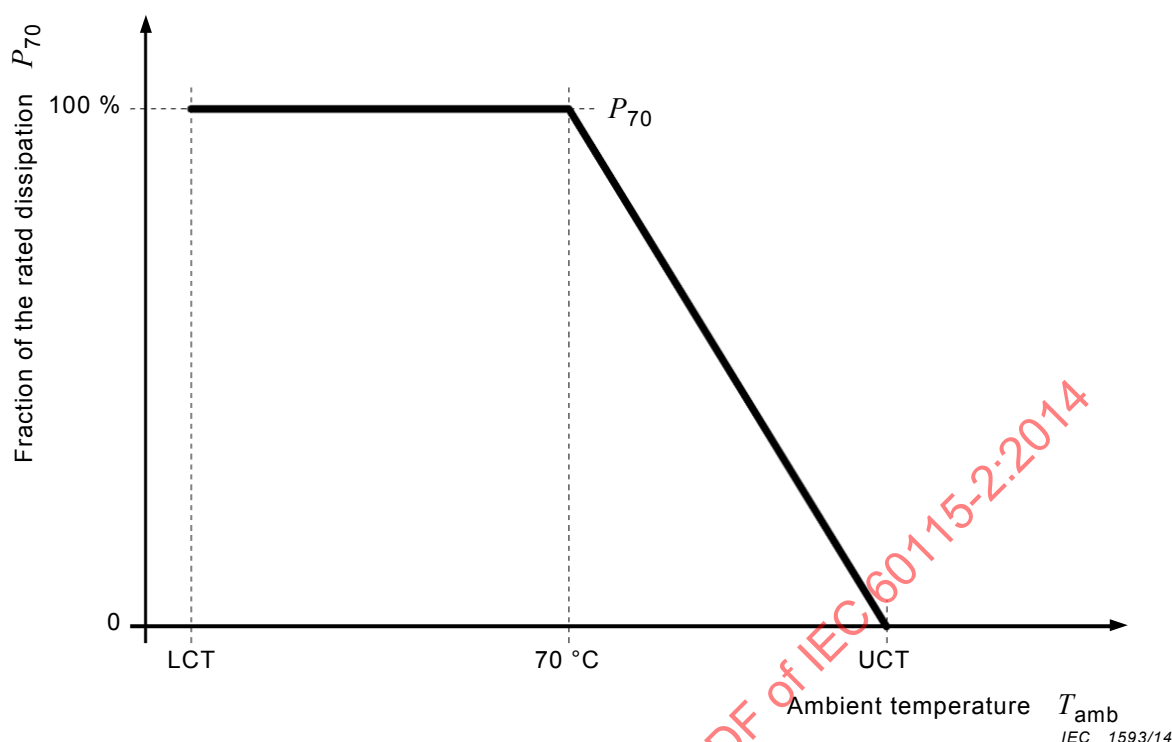
$\pm 10\%$; $\pm 5\%$; $\pm 2\%$; $\pm 1\%$; $\pm 0,5\%$; $\pm 0,25\%$; $\pm 0,1\%$; $\pm 0,05\%$; $\pm 0,02\%$ et $\pm 0,01\%$.

4.6 Dissipation assignée P_{70}

Les valeurs préférentielles de la dissipation assignée P_{70} pour les résistances montées à une température ambiante de 70 °C sont les suivantes: 0,063 W; 0,125 W; 0,25 W; 0,5 W; 1 W et 2 W.

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

La Figure 4 représente la forme d'une courbe de taux de réduction typique, appropriée pour fournir des informations sur le taux de réduction requis de la dissipation admissible pour n'importe quelle température ambiante supérieure à la température assignée.



Légende

Anglais	Français
Fraction of the rated dissipation P_{70}	Fraction de la dissipation assignée P_{70}
Ambient temperature T_{amb}	Température ambiante T_{amb}

Figure 4 – Courbe de taux de réduction

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

Tous les points finaux et les points de rupture de la courbe de taux de réduction doivent être vérifiés par un essai.

4.7 Tension limite de l'élément U_{max}

Les valeurs préférentielles de tension limite de l'élément U_{max} en courant continu ou alternatif (valeurs efficaces) sont les suivantes:

50 V; 100 V; 200 V; 300 V; 500 V; 750 V et 1 000 V.

4.8 Tension d'isolement U_{ins}

Pour les résistances isolées, les valeurs préférentielles de tension d'isolement U_{ins} en courant continu ou alternatif (valeurs efficaces) sont les suivantes:

75 V; 150 V; 300 V; 500 V; 750 V; 1 100 V et 1 500 V.

La tension d'isolement U_{ins} ne doit pas être spécifiée inférieure à la tension de crête qui peut être appliquée en permanence et donc sa valeur assignée ne doit pas être inférieure à $U_{ins} = 1,42 \cdot U_{max}$.

4.9 Résistance d'isolement R_{ins}

Pour les résistances isolées, la résistance d'isolement R_{ins} doit de préférence être supérieure ou égale à 1 G Ω .

NOTE Voir 6.3 pour les exigences sur la résistance d'isolement R_{ins} après les essais.

5 Essais et sévérités d'essais

5.1 Préparation des spécimens

5.1.1 Séchage

La procédure I de l'IEC 60115-1:2008, 4.3 doit être utilisée.

5.1.2 Installation des composants dans un châssis d'essai

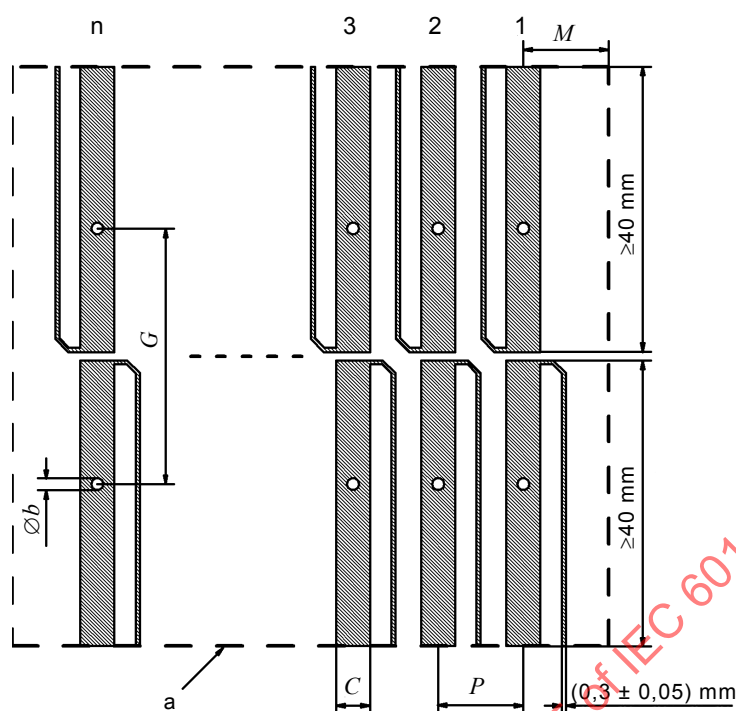
Les dispositions de la norme IEC 60115-1:2008, 4.25.1.4 doivent être appliquées.

Les résistances doivent être connectées par leurs bornes aux pinces appropriées sur un châssis en matériau isolant. Toutes les résistances doivent être montées en position horizontale, dans une seule couche. La distance entre les axes des résistances ne doit pas être inférieure à sept fois le diamètre des résistances.

Cette méthode de montage doit être utilisée comme méthode de montage par défaut, sauf si des règles spécifiques permettent ou prescrivent le montage des composants sur une carte d'essai.

5.1.3 Spécification des cartes d'essai

Les résistances à broches axiales, indépendamment de leur technologie de produit, doivent être montées sur une carte d'essai avec une disposition élémentaire comme cela est représenté à la Figure 5 ou à la Figure 6. Les cartes d'essai avec connexion de Kelvin (4 points) conformément à la Figure 5 et de dimensions données au Tableau 2, doivent être utilisées pour des essais pour une classe de stabilité 0,1 ou moins et si la résistance du spécimen est inférieure à 100 Ω .



IEC 1594/14

Légende

a Limite de la zone définie, où les dimensions du Tableau 2 s'appliquent

■ Couche de cuivre

NOTE La carte d'essai peut également contenir deux connexions de Kelvin sur le même bord de la surface définie.

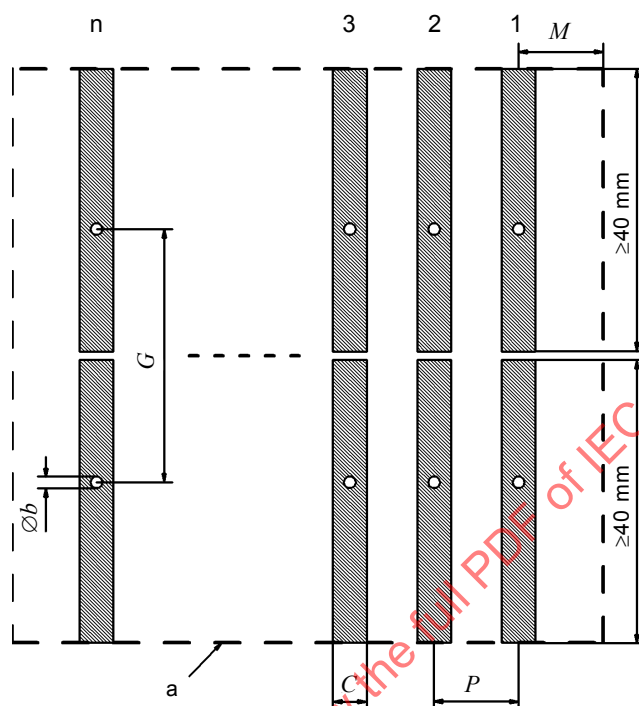
Figure 5 – Configuration de base pour les essais mécaniques, environnementaux et électriques dans le cas de montages de Kelvin (à 4 points)

Les cartes d'essai doivent être du type en tissu de verre époxy d'une épaisseur de $(1,6 \pm 0,1)$ mm, avec des conducteurs en cuivre non étamé d'une épaisseur nominale de $35 \mu\text{m}$. Si nécessaire, la spécification particulière peut indiquer une spécification du matériau et une implantation de base, différentes.

Tableau 2 – Dimensions de la carte d'essai

Modèle	b mm	G mm	C mm	P mm	M mm
RA_0204	$0,8 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$
RA_0207	$1,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$5,0 \pm 0,1$	$20,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$
RA_0309	$1,3 \pm 0,1$	$12,5 \pm 0,1$	$7,5 \pm 0,1$	$25,0 \pm 0,1$	$12,5 \pm 0,1$
RA_0411	$1,3 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$30,0 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$
RA_0414	$1,3 \pm 0,1$	$17,5 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$30,0 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$
RA_0617	$1,3 \pm 0,1$	$22,5 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,1$	$45,0 \pm 0,1$	$22,5 \pm 0,1$
RA_0922	$1,3 \pm 0,1$	$27,5 \pm 0,1$	$15,0 \pm 0,1$	$45,0 \pm 0,1$	$22,5 \pm 0,1$
Aucune surface métallique n'est admise du côté inférieur ou sur toute couche intérieure en dessous de la zone définie, à l'exception d'un seul conducteur rectiligne de 0,3 mm pour chaque montage de Kelvin.					
Le cas échéant, la disposition de la carte d'essai peut également contenir deux connecteurs de Kelvin sur le même bord de la surface définie.					

Les cartes d'essai conformes à la Figure 6, dont les dimensions sont données au Tableau 2, peuvent être utilisées pour les essais pour toute classe de stabilité supérieure à 0,1, lorsque la résistance du spécimen est supérieure ou égale à 100 Ω , ou pour les essais ne nécessitant aucune mesure de la valeur de résistance.



IEC 1595/14

Légende

a Limite de la zone définie, où les dimensions du Tableau 5 s'appliquent.



Couche de cuivre

Figure 6 – Configuration de base pour les essais mécaniques, environnementaux et électriques, connexions normalisées

5.1.4 Montage des composants sur les cartes d'essai

Les résistances doivent être montées directement sur les trous de montage en courbant les broches à 90°, comme cela est représenté à la Figure 7, en prenant les contraintes suivantes en considération:

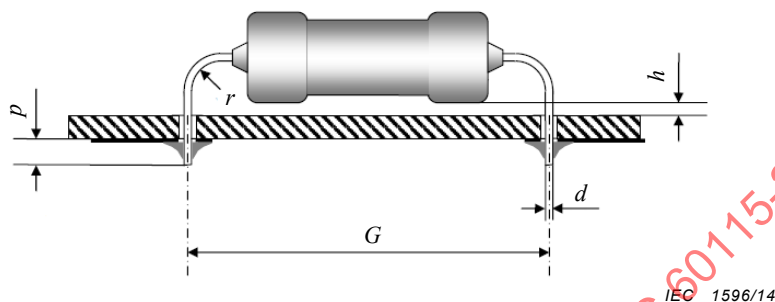
- la partie verticale de la broche doit s'étendre sur une longueur d'au moins une fois le diamètre de la broche depuis le corps ou être brasée avant le début du rayon de courbure;
- le rayon de courbure r , mesuré sur l'intérieur de la courbure de la broche, doit être
 - $r \geq 1,0 d$ pour $d \leq 0,8 \text{ mm}$,
 - $r \geq 1,5 d$ pour $0,8 \text{ mm} < d \leq 1,2 \text{ mm}$,
 - $r \geq 2,0 d$ pour $d > 1,2 \text{ mm}$;
- l'espacement h entre le corps de la résistance et la surface de la carte d'essai doit être
 - $h \leq 0,25 \text{ mm}$ pour les résistances de dissipation assignée $P_{70} < 1 \text{ W}$,
 - $h = (1,75 \pm 0,25) \text{ mm}$ pour les résistances de dissipation assignée $P_{70} \geq 1 \text{ W}$;

d) la broche rognée doit être visible dans la brasure, la longueur de saillie p sous la carte d'essai doit être

- $p \leq 2,5$ mm.

NOTE 1 Les exigences ci-dessus sont basées sur les recommandations d'exécution de l'IEC 61192-3.

NOTE 2 Des considérations spéciales peuvent être exigées sur l'espacement minimal des résistances spécifié pour une tension limite de l'élément élevée. De telles considérations et/ou contraintes sont indiquées dans la spécification particulière appropriée.



NOTE Des trous de raccordement métallisés peuvent être nécessaires pour l'essai de vibrations, l'essai de secousses ou l'essai de chocs afin de construire un joint de brasure plus solide.

Figure 7 – Montage d'un spécimen sur la carte d'essai

5.2 Essais

5.2.1 Dimensions

Voir IEC 60115 -1:2008, 4.4.2, avec les détails suivants:

La longueur du corps de la résistance doit être mesurée comme prescrit dans l'IEC 60294:2012, 3.1, en utilisant une plaque de calibrage de 4 mm d'épaisseur.

Si la spécification particulière le prescrit, soit la longueur de l'excès de revêtement de protection, dimension c à la Figure 2a, doit être calibrée comme prescrit dans l'IEC 60294:2012, Article 4, soit la longueur entre les broches propres, dimension L_c à la Figure 2b doit être mesurée ou calibrée comme prescrit dans la spécification particulière.

5.2.2 Résistance d'isolement

Cet essai doit uniquement être appliqué aux résistances isolées.

Voir IEC 60115-1:2008, 4.6.

Une méthode appropriée donnée dans l'IEC 60115-1:2008, 4.6 doit être appliquée pour la mesure de la résistance d'isolement, de préférence la méthode du bloc en V de l'IEC 60115-1:2008, 4.6.1.1.

Pour un spécimen monté sur une carte d'essai, une telle carte placée dans un dispositif de fixation approprié peut être utilisée comme support inférieur, ses connexions aux broches du spécimen formant le point d'essai B. Le bloc métallique en forme de V, point d'essai A, doit être appliqué par le dessus avec une force de serrage appropriée.

5.2.3 Tension de tenue

Cet essai doit uniquement être appliqué aux résistances isolées.

Voir IEC 60115-1:2008, 4.7.

Une méthode appropriée donnée dans l'IEC 60115-1:2008, 4.6 doit être appliquée pour la mesure de la résistance d'isolement, de préférence la méthode du bloc en V de l'IEC 60115-1:2008, 4.6.1.1.

5.2.4 Surcharge de courte durée

Voir l'IEC 60115-1:2008, 4.13, avec les détails suivants:

Le spécimen doit être monté sur un châssis d'essai conformément à 5.1.2, ou monté sur une carte d'essai conformément à 5.1.3 et 5.1.4, comme prescrit dans la spécification particulière. La carte d'essai doit être montée horizontalement et doit être à l'air libre dans les conditions atmosphériques normalisées pour les essais comme indiqué dans l'IEC 60115-1:2008, 4.2.1 (par exemple une température ambiante de 15 °C à 35 °C).

La tension d'essai de surcharge préférentielle est

$$U_{\text{test}} = 2,5 \cdot U_r = 2,5 \cdot \sqrt{P_{70} \cdot R_n}, \text{ limitée par}$$

$$U_{\text{test max}} = 2 \cdot U_{\text{max}}$$

où

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

Les valeurs préférentielles pour la durée de charge t_{load} sont 0,5 s; 1 s; 2 s; 5 s et 10 s. La durée doit être prescrite par la spécification particulière de telle manière que la température de surface de crête obtenue soit au moins 30 K au-dessus de la température maximale de l'élément, qui est égale à la température de catégorie supérieure dans cette spécification.

5.2.5 Echauffement

Voir IEC 60115-1:2008, 4.14, avec les détails suivants:

Le spécimen doit être monté sur un châssis d'essai conformément à 5.1.2, ou monté sur une carte d'essai conformément à 5.1.3 et 5.1.4, comme prescrit dans la spécification particulière. La carte d'essai doit être montée horizontalement et doit être à l'air libre dans les conditions atmosphériques normalisées pour les essais comme indiqué dans l'IEC 60115-1:2008, 4.2.1 (par exemple une température ambiante de 15 °C à 35 °C).

5.2.6 Robustesse des sorties

Voir IEC 60115-1:2008, 4.16, avec les détails suivants:

Les essais doivent être réalisés dans les conditions atmosphériques normalisées pour les essais comme indiqué dans l'IEC 60115-1:2008, 4.2.1 (par exemple une température ambiante de 15 °C à 35 °C). Le spécimen doit être maintenu dans les conditions atmosphériques normalisées pendant au moins 1 h avant les essais.

Les essais suivants doivent être appliqués:

- L'échantillon entier doit être soumis à l'essai U_{a1} – Traction, comme prescrit dans l'IEC 60115-1:2008, 4.16.2.
- La moitié de l'échantillon doit être soumis à l'essai U_b – Flexion, comme prescrit dans l'IEC 60115-1:2008, 4.16.3, où chaque flexion successive doit être appliquée dans les deux sens.

- L'autre moitié de l'échantillon doit être soumis à l'essai Uc – Torsion, comme prescrit dans l'IEC 60115-1:2008, 4.16.4, où la méthode 1, sévérité 2 doit être appliquée.

NOTE La méthode A, comme prescrit dans l'IEC 60115-1:2008, 4.16.4, a été renommée méthode 1 dans l'IEC 60068-2-21:1999 et les éditions ultérieures.

5.2.7 Brasabilité

Voir IEC 60115-1:2008, 4.17, avec les détails suivants:

L'essai de brasabilité doit être précédé d'un vieillissement accéléré. Sauf indication contraire dans la spécification particulière correspondante, un vieillissement 3a du 4.1.1 de l'IEC 60068-2-20:2008, (c'est-à-dire de 4 h à 155 °C chaleur sèche) doit être utilisé. Après le vieillissement accéléré, le spécimen doit être soumis à des conditions atmosphériques normalisées de l'essai pendant au moins 2 h et au plus 24 h.

La surface brasable sur les fils des résistances doit être compatible à la fois avec une brasure classique SnPb et avec une brasure sans plomb, sauf indication contraire explicite dans la spécification particulière correspondante. L'essai de brasabilité est donc exigé pour les deux processus de brasage.

La brasabilité avec une brasure classique SnPb doit être soumise à un essai selon l'Essai Ta de l'IEC 60068-2-20:2008, méthode du bain de brasure avec la sévérité suivante:

Alliage de brasure: Sn60Pb40 ou Sn63Pb37

Température du bain: $T_{\text{bath}} = (235 \pm 3) ^\circ\text{C}$

Temps d'immersion: $t_{\text{imm}} = (2 \pm 0,2) \text{ s}$

La brasabilité avec une brasure sans plomb doit être soumise à un essai selon l'Essai Ta de l'IEC 60068-2-20:2008, méthode du bain de brasure avec la sévérité préférentielle suivante:

Alliage de brasure: Sn99,3Cu0,7;

Température du bain: $T_{\text{bath}} = (250 \pm 3) ^\circ\text{C}$;

Temps d'immersion: $t_{\text{imm}} = (3 \pm 0,3) \text{ s}$;

ou la sévérité suivante:

Alliage de brasure: Sn96,5Ag3,0Cu0,5;

Température du bain: $T_{\text{bath}} = (245 \pm 3) ^\circ\text{C}$;

Temps d'immersion: $t_{\text{imm}} = (3 \pm 0,3) \text{ s}$.

NOTE Les alliages de brasure sans plomb peuvent être regroupés en fonction de leur température de traitement type. Les alliages de brasure types utilisés principalement pour le brasage par refusion sont contenus dans un groupe "température moyenne-haute", SnAgCu en étant le plus représentatif. Un alliage de brasure SnCu est utilisé plus généralement pour le brasage à la vague et est contenu dans un groupe "haute température".

Un écran d'isolement thermique ne doit être utilisé que s'il est prescrit par la spécification particulière.

5.2.8 Résistance à la chaleur de brasage

Voir IEC 60115-1:2008, 4.18, avec les détails suivants:

La résistance à la chaleur de brasage doit être soumise à un essai selon l'Essai Tb de l'IEC 60068-2-20:2008, méthode du bain de brasure avec la sévérité suivante:

Alliage de brasure: n'importe quel alliage SnPb, SnCu, SnAgCu ou SnAg

Température du bain: $T_{\text{bath}} = (260 \pm 3) ^\circ\text{C}$

Temps d'immersion: $t_{\text{imm}} = (10 \pm 1) \text{ s}$

Un écran d'isolement thermique ne doit être utilisé que s'il est prescrit par la spécification particulière.

5.2.9 Variation rapide de température

Voir IEC 60115-1:2008, 4.19, avec les détails suivants:

Température inférieure: $T_A = \text{LCT}$;

Température supérieure: $T_B = \text{UCT}$;

Nombre de cycles: $n = 5$.

5.2.10 Variation rapide de température, ≥ 100 cycles

Voir IEC 60115-1:2008, 4.19, avec les détails suivants:

Température inférieure: $T_A = \text{LCT}$;

Température supérieure: $T_B = \text{UCT}$;

Nombre de cycles: les valeurs préférentielles de n sont: 100; 200; 500 et 1 000.

La spécification particulière peut prescrire différentes valeurs de n en fonction du modèle individuel.

Cet essai est obligatoire uniquement pour les résistances classées dans la catégorie de niveau P.

5.2.11 Vibrations

Voir IEC 60115-1:2008, 4.22, avec les détails suivants:

Endurance par balayage selon l'IEC 60068-2-6:2007, 8.3.1, le spécimen étant monté de telle manière à ne pas être exposé aux résonances et avec les détails suivants:

Plage de fréquences: $f_1 = 10 \text{ Hz}$ à $f_2 = 2\,000 \text{ Hz}$;

Amplitude: $a = 200 \text{ m/s}^2$, limitée par $\Delta r = 1,5 \text{ mm}$;

Durée: $n = 10$ cycles de balayage selon chaque axe (x, y, z), ce qui donne une durée d'essai $t_{\text{load}} = 2,5 \text{ h}$ par axe.

5.2.12 Séquence climatique

5.2.12.1 Généralités

Voir IEC 60115-1:2008, 4.23

Le spécimen doit être monté sur un châssis d'essai conformément à 5.1.2, ou monté sur une carte d'essai conformément à 5.1.3 et 5.1.4, comme prescrit dans la spécification particulière.

5.2.12.2 Chaleur sèche

NOTE L'IEC 60068-2-2:2007 a supprimé l'essai Ba, qui était traditionnellement utilisé dans la série de normes IEC 60115. Comme solution provisoire, l'IEC 60115-1:2008 faisait référence à l'édition de l'IEC 60068-2-2:1974 pour continuer d'utiliser l'essai Ba. Une suite appropriée appliquant l'essai Bb de l'IEC 60068-2-2 est en cours de préparation pour la prochaine révision de la spécification générique IEC 60115-1, à partir de laquelle le remplacement suivant a été adopté.

Pour les besoins de la présente spécification, les prescriptions de l'IEC 60115-1:2008, 4.23.2, doivent être remplacées par les suivantes:

Les résistances doivent être soumises à l'essai Bb de l'IEC 60068-2-2 et doivent rester à la température de catégorie supérieure, pour une durée de 16 h.

Les spécimens d'essai peuvent être introduits directement dans la chambre chauffée à n'importe quelle température allant de la température du laboratoire à la température de catégorie supérieure, et être retirés directement de la chambre, puisque les effets d'une variation rapide de température n'ont pas d'effet nuisible sur le spécimen d'essai.

5.2.12.3 Chaleur humide, cyclique, premier cycle

Voir IEC 60115-1:2008, 4.23.3.

5.2.12.4 Froid

NOTE L'IEC 60068-2-1:2007 a supprimé l'essai Aa, qui était traditionnellement utilisé dans la série de normes IEC 60115. Comme solution provisoire, l'IEC 60115-1:2008 faisait référence à l'édition de l'IEC 60068-2-1:1990 pour continuer d'utiliser l'essai Aa. Une suite appropriée appliquant l'essai Ab de l'IEC 60068-2-1 est en cours de préparation pour la prochaine révision de la spécification générique IEC 60115-1, à partir de laquelle le remplacement suivant a été adopté.

Pour les besoins de la présente spécification, les prescriptions de l'IEC 60115-1:2008, 4.23.4, doivent être remplacées par les suivantes:

Les résistances doivent être soumises à l'essai Ab de l'IEC 60068-2-1 et doivent rester à la température de catégorie inférieure, pour une durée de 2 h.

Les spécimens d'essai peuvent être introduits directement dans la chambre refroidie à n'importe quelle température allant de la température de catégorie inférieure à la température du laboratoire, et être retirés directement de la chambre, puisque les effets d'une variation brutale de température n'ont pas d'effet nuisible sur le spécimen d'essai.

Il est nécessaire de prendre des précautions contre la condensation de l'humidité sur les spécimens d'essai s'ils sont introduits dans la chambre d'essai à une température inférieure à la température du laboratoire.

5.2.12.5 Basse pression atmosphérique

Voir IEC 60115-1:2008, 4.23.5, avec les détails suivants:

Pression atmosphérique: $p_{amb} = 8 \text{ kPa}$, pour les résistances classées dans la catégorie de niveau G, ou
 $p_{amb} = 1 \text{ kPa}$, pour les résistances classées dans la catégorie de niveau P.

5.2.12.6 Chaleur humide, cyclique, cycles restants

Voir IEC 60115-1:2008, 4.23.6.

Le nombre de cycles restants est donné dans l'IEC 60115-1:2008, Tableau 7.

5.2.12.7 Charge sous tension continue

Voir IEC 60115-1:2008, 4.23.7.

5.2.12.8 Mesures finales

Voir IEC 60115-1:2008, 4.23.8.

La mesure de la résistance d'isolement est présentée en 5.2.2.

5.2.13 Chaleur humide, essai continu

Voir IEC 60115-1:2008, 4.24, avec les détails suivants:

Le spécimen doit être monté sur un châssis d'essai conformément à 5.1.2, ou monté sur une carte d'essai conformément à 5.1.3 et 5.1.4, comme prescrit dans la spécification particulière.

La durée t_{exp} de cet essai est définie par la catégorie climatique, à laquelle on doit appliquer une tolérance de +8 h.

La mesure de la résistance d'isolement est présentée en 5.2.2.

5.2.14 Endurance à 70 °C

Voir IEC 60115-1:2008, 4.25.1, avec les détails suivants:

Le spécimen doit être monté sur un châssis d'essai conformément à 5.1.2, ou monté sur une carte d'essai conformément à 5.1.3 et 5.1.4, comme prescrit dans la spécification particulière.

L'essai doit être effectué avec la tension assignée:

$$U_{\text{test}} = U_r = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}, \text{ limitée par}$$

$$U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$$

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.

Une tolérance de +16 h doit être appliquée à la durée d'essai prescrite $t_{\text{load}} = 1\,000$ h, et une tolérance de +24 h doit être appliquée à l'endurance prolongée prescrite $t_{\text{load}} = 8\,000$ h.

La mesure de la résistance d'isolement est présentée en 5.2.2.

L'endurance prolongée de cet essai est obligatoire uniquement pour les résistances classées dans la catégorie de niveau P.

5.2.15 Endurance à la température de la salle

Pour les résistances classées dans la catégorie de niveau G, l'essai d'endurance à 70 °C peut être remplacé par un essai d'endurance à la température de la salle.

Voir Annexe C, avec les détails suivants:

Le spécimen doit être monté sur un châssis d'essai conformément à 5.1.2, ou monté sur une carte d'essai conformément à 5.1.3 et 5.1.4, comme prescrit dans la spécification particulière.

L'essai doit être effectué avec une dissipation d'essai P_{test} déterminée par:

$$P_{\text{test}} = P_{70} \times \frac{(UCT - 25\,^{\circ}\text{C})}{(UCT - 70\,^{\circ}\text{C})}$$

où

P_{70} est la dissipation assignée pour $T_{\text{rated}} = 70\,^{\circ}\text{C}$

L'essai doit donc être effectué avec la tension:

$$U_{\text{test}} = \sqrt{P_{\text{test}} \cdot R_n}, \text{ limitée par}$$

$$U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$$

où

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

Une tolérance de +16 h doit être appliquée à la durée d'essai prescrite $t_{\text{load}} = 1\,000$ h.

La mesure de la résistance d'isolement est présentée en 5.2.2.

NOTE Les dispositions pour les essais d'endurance à la température de la salle ne sont actuellement pas indiquées dans la spécification générique IEC 60115-1:2008, 4.25. Ces dispositions seront traitées dans la prochaine révision, de sorte qu'il sera possible de faire référence à cette méthode dans l'IEC 60115-1 dans une future version de cette spécification.

5.2.16 Endurance à la température de catégorie supérieure

Voir IEC 60115-1:2008, 4.25.3, avec les détails suivants:

Le spécimen doit être soumis aux essais non monté ou monté sur un châssis d'essai conformément à 5.1.2, ou monté sur une carte d'essai conformément à 5.1.3 et 5.1.4, comme prescrit dans la spécification particulière.

Une tolérance de +16 h doit être appliquée à la durée d'essai prescrite $t_{\text{exp}} = 1\,000$ h.

La mesure de la résistance d'isolement est présentée en 5.2.2.

5.2.17 Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion

Voir IEC 60115-1:2008; 4.27.

Le spécimen doit être non monté ou monté sur un châssis d'essai conformément à 5.1.2, ou monté sur une carte d'essai conformément à 5.1.3 et 5.1.4, comme prescrit dans la spécification particulière. S'il n'est pas monté, le spécimen doit être placé dans un dispositif de fixation approprié pour la durée de l'essai.

L'essai doit être effectué avec des impulsions définies par:

Forme des impulsions: 10/700

Valeur de crête de la tension d'impulsion: $\hat{U}_{\text{test}} = x \cdot \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, avec $x \geq 10$, limitée par

$$\hat{U}_{\text{test max}} = y \cdot U_{\text{max}}, \text{ avec } y \geq 2.$$

La spécification particulière doit prescrire les valeurs x et y .

NOTE Les valeurs minimales indiquées pour des multiplicateurs, $x = 10$ et $y = 2$, établissent la sévérité n° 4 la plus basse comme définie pour des impulsions de forme 10/700 dans l'IEC 60115-1:2008, 4.27.

Cet essai est obligatoire uniquement pour les résistances classées dans la catégorie de niveau P.

5.2.18 Résistance au solvant des composants

Voir IEC 60115-1:2008, 4.29, avec les détails suivants:

Température du solvant: $T_{\text{bath}} = (23 \pm 5)^\circ\text{C}$ (valeur préférentielle), ou
 $T_{\text{bath}} = (50_{-5}^0)^\circ\text{C}$.

5.2.19 Résistance au solvant du marquage

Cet essai doit uniquement être appliqué aux résistances marquées.

Voir IEC 60115-1:2008, 4.30, avec les détails suivants:

Température du solvant: $T_{\text{bath}} = (23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ (valeur préférentielle), ou
 $T_{\text{bath}} = (50_{-5}^0) ^\circ\text{C}$.

Dispositif de frottement: Coton hydrophile ou brosse à dents,
comme prescrit par la spécification particulière.

La brosse à dents prescrite comme dispositif de frottement doit être un modèle commercial "dur" à poils serrés de même longueur faits de fibres synthétiques. Elle doit être utilisée avec un seul solvant en appliquant les 10 frottements requis à une pression manuelle normale (environ 0,5 N à 1 N perpendiculairement à la surface du spécimen). La brosse à dents doit être mise au rebut lorsqu'elle présente des signes de ramollissement, de courbure, d'usure ou de perte de poils.

5.2.20 Essai d'inflammabilité

L'essai au brûleur-aiguille conformément à l'IEC 60115-1:2008, 4.35 doit être appliqué avec les détails suivants:

Durée d'application: $t_a = 10$ s, avec une tolérance de $\begin{matrix} 0 \\ -1 \end{matrix}$ s.

5.2.21 Essai de décharge électrostatique (ESD)

Voir IEC 60115-1:2008, 4.38, avec les détails suivants:

Le spécimen doit être non monté ou monté sur un châssis d'essai conformément à 5.1.2, ou monté sur une carte d'essai conformément à 5.1.3 et 5.1.4, comme prescrit dans la spécification particulière. S'il n'est pas monté, le spécimen doit être placé dans un dispositif de fixation approprié pour la durée de l'essai.

Le nombre de décharges de polarité positive et de polarité négative doit être prescrit dans la spécification particulière comme suit:

Décharges positives $n_{\text{pos}} = 1$, pour les résistances classées dans la catégorie de niveau G,
ou
 $n_{\text{pos}} = 3$, pour les résistances classées dans la catégorie de niveau P;

Décharges négatives $n_{\text{neg}} = 1$, pour les résistances classées dans la catégorie de niveau G,
ou
 $n_{\text{neg}} = 3$, pour les résistances classées dans la catégorie de niveau P.

5.2.22 Essai de surcharge à impulsions périodiques

Voir IEC 60115-1:2008, 4.39, avec les détails suivants:

Le spécimen doit être monté sur un châssis d'essai conformément à 5.1.2, ou monté sur une carte d'essai conformément à 5.1.3 et 5.1.4, comme prescrit dans la spécification particulière. La carte d'essai doit être montée horizontalement et doit être à l'air libre dans les conditions atmosphériques normalisées pour les essais comme indiqué dans l'IEC 60115-1:2008, 4.2.1 (par exemple une température ambiante de 15 °C à 35 °C).

La tension d'essai de surcharge sous forme d'impulsions préférentielle est

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

$$\hat{U}_{\text{test max}} = 2 \cdot U_{\text{max}}$$

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

Nombre de cycles d'impulsions: $n = 1\,000$,

Durée à l'état de marche: $t_{\text{on}} = 0,1 \text{ s}$, et

Durée à l'état de repos: $t_{\text{off}} = 2,5 \text{ s}$ dans chaque cycle d'impulsions.

Cet essai est obligatoire uniquement pour les résistances classées dans la catégorie de niveau P.

6 Exigences de performances

6.1 General

Les sévérités et les exigences des essais prescrites dans les spécifications particulières se référant à la présente spécification intermédiaire doivent avoir un niveau de performance égal ou supérieur, car les niveaux de performance inférieurs ne sont pas autorisés.

6.2 Limites de la variation de résistance

Le Tableau 3 présente les limites préférentielles de variation de résistance pour tous les essais énoncés en tête des colonnes. Pour classer les performances des résistances, elles seront organisées en classes de stabilité, comme indiqué ci-dessous.

Les sévérités pour les essais doivent être prescrites par les spécifications particulières, suivant les prescriptions de la spécification générique IEC 60115-1 et l'Article 5 de la présente spécification intermédiaire.

Tableau 3 – Limites de variation de résistance lors des essais

Classe de stabilité	Limite de variation de résistance, ΔR					
	Essais de longue durée		Essais de courte durée		Essais sous contrainte avancée	
	IEC 60115-1:2008,	IEC 60115-1:2008,	IEC 60115-1:2008,	IEC 60115-1:2008,	IEC 60115-1:2008,	IEC 60115-1:2008,
4.23 Séquence climatique	4.25.1 Endurance à 70 °C		4.13 Surcharge	4.19 Variation rapide de température, ≥ 100 cycles ^a	4.27 Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion ^a	4.39 Surcharge électrique périodique ^a
4.24 Chaleur humide, essai continu			4.16 Robustesse des sorties			
4.25.3 Endurance à la température de catégorie supérieure			4.18 Résistance à la chaleur de brasage		4.38 Décharge électro-statique ^c	
	Annexe C de la présente norme, Endurance à la température de la salle ^b	1 000 h	4.19 Variation rapide de température, 5 cycles			
		Etendu, 8 000 h ^a	4.22 Vibrations			
10	$\pm(10 \% R + 0,5 \Omega)$	$\pm(10 \% R + 0,5 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$			
5	$\pm(5 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(10 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$		$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,05 \Omega)$
2	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(2 \% R + 0,1 \Omega)$	$\pm(0,5 \% R + 0,05 \Omega)$			
1	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$			
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	$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(0,05 \% R + 0,01 \Omega)$			
0,1	$\pm(0,1 \% R + 0,02 \Omega)$	$\pm(0,1 \% R + 0,02 \Omega)$	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$			
0,05	$\pm(0,05 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,05 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$		$\pm(0,25 \% R + 0,05 \Omega)$	$\pm(1 \% R + 0,05 \Omega)$
0,025	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,025 \% R + 0,01 \Omega)$	$\pm(0,01 \% R + 0,01 \Omega)$			

^a Essai obligatoire uniquement pour les résistances classées dans la catégorie de niveau P.^b Essai applicable uniquement pour les résistances classées dans la catégorie de niveau G.^c Voir 5.2.21 pour l'applicabilité de cet essai

6.3 Résistance d'isolement

Les exigences de cet article s'appliquent uniquement aux résistances isolées.

La résistance d'isolement R_{ins} ne doit pas être inférieure à 1 GΩ dans l'essai IEC 60115-1:2008, 4.6 dans le groupe 3 du programme d'essai pour l'homologation.

La résistance d'isolement R_{ins} ne doit pas être inférieure à 1 GΩ après les essais de l'IEC 60115-1:2008.

- Essai 4.25.1, Endurance à 70 °C; et
- Essai 4.25.3, Endurance à la température de catégorie supérieure;

ni inférieure à 100 MΩ après les essais

- Essai 4.23, Séquence climatique; et
- Essai 4.24, Chaleur humide, essai continu.

NOTE Les numéros de références aux essais se réfèrent aux paragraphes de l'IEC 60115-1.

6.4 Variation de la résistance avec la température

Les limites préférentielles de variations de résistance dues à la variation de résistance avec la température sont données au Tableau 4.

Tableau 4 – Variation de résistance permise en raison de la variation de température

Coefficient de température ^a		Limite de variation de résistance $\Delta R/R$ %								
		TCR à froid				TCR à chaud				
		Température de catégorie inférieure / Température de référence				Température de référence / Température de catégorie supérieure				
$10^{-6}/K$	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 Si d'autres coefficients de température sont nécessaires, ils doivent être indiqués dans la spécification particulière, lorsque le codage applicable selon l'IEC 60062 pour le TCR plus grand suivant doit être appliqué.

^b Codage par lettres selon l'IEC 60062:2004, 5.5.

Chaque ligne du tableau donne le coefficient de température préférentiel et les limites de variation de résistance pour la mesure de la variation de résistance en fonction de la température (voir 4.8 de l'IEC 60115-1:2008) sur la base des plages des températures de catégorie du 4.3 de la présente spécification.

6.5 Echauffement

L'échauffement admissible $\Delta T_{\max}$ pour l'essai d'échauffement selon l'IEC 60115-1:2008, 4.14 est déterminé par

$$\Delta T_{\max} = \text{MET} - 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

où MET est la tension maximale de l'élément.

6.6 Brasabilité

Voir IEC 60115-1:2008, 4.17.3.

Les exigences sur l'examen visuel pour évaluer une bonne brasabilité doivent être:

≥95 % ou plus de la surface doivent être recouverts de nouvelle brasure. La nouvelle brasure ne doit pas comporter plus que de petites quantités d'imperfections dispersées, telles que des perforations ou des zones non mouillées ou démouillées. Ces imperfections ne doivent pas être concentrées sur une zone.

6.7 Inflammabilité

La durée de combustion, t_b , ne doit pas dépasser 30 s.

7 Marquage, emballage et informations relatives aux commandes

7.1 Marquage du composant

Voir IEC 60115-1:2008, 2.4, avec les détails suivants:

La résistance, la tolérance sur la résistance, et, s'il est applicable et réalisable, le coefficient de température de la résistance doivent être marqués selon l'IEC 60062, de préférence au moyen d'un code de couleur selon l'IEC 60062:2004, Article 3.

Si le marquage est fait au moyen d'un codage par lettre et chiffre, il doit utiliser une des méthodes données dans l'IEC 60062:2004, Article 4, la lettre de codage pour la tolérance donnée dans l'IEC 60062:2004, 5.1, et la lettre de codage pour le coefficient de température donnée dans l'IEC 60062:2004, 5.5.

7.2 Emballage

Partout où cela est possible, les résistances doivent être mises en bandes pour être manipulées automatiquement conformément aux dispositions de l'IEC 60286-1.

7.3 Marquage de l'emballage

Les informations complètes requises, telles qu'indiquées dans l'IEC 60115-1:2008, 2.4 doivent être marquées sur l'emballage.

7.4 Informations relatives aux commandes

La spécification particulière doit spécifier au minimum les informations suivantes selon les exigences pour commander 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 la résistance.

Partout où cela est possible, un codage donné dans l'IEC 60062 doit être utilisé.

8 Spécifications particulières

8.1 Généralités

Les spécifications particulières doivent dériver de la spécification particulière-cadre applicable.

Les spécifications particulières ne doivent pas prescrire d'exigences inférieures à celles de la spécification générique, intermédiaire ou particulière-cadre. Lorsqu'elles contiennent des exigences plus sévères, celles-ci doivent être énumérées dans un article respectif de la spécification particulière et repérées dans les programmes d'essai, par exemple par une note.

Les informations suivantes doivent être données dans chaque spécification particulière et les valeurs prescrites doivent de préférence être choisies parmi celles données dans l'article approprié de la présente spécification intermédiaire.

8.2 Informations à indiquer dans une spécification particulière

8.2.1 Dessin d'encombrement ou illustration

Il doit y avoir un dessin d'encombrement ou une illustration de la résistance destinée à faciliter son identification et sa comparaison avec d'autres résistances.

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 données dans la spécification particulière, en utilisant les dimensions et un dessin d'encombrement dédiés.

Il convient de donner la longueur des sorties libres pour un conditionnement en bande approprié.

Lorsque cela est possible, une méthode pour la spécification de la longueur de l'excès de revêtement de protection sur les broches, choisie parmi celles présentées à la Figure 2, doit être appliquée. La dimension maximale admissible applicable doit être spécifiée dans le tableau des dimensions. Une méthode de mesure appropriée doit être prescrite, de préférence dans une note du tableau.

La masse des produits peut être donnée pour information.

8.2.3 Catégorie climatique

Voir 4.3.

8.2.4 Plage de résistances

Voir 4.4.

Si des produits approuvés conformément à la spécification particulière peuvent comporter différentes plages, il convient d'ajouter la déclaration suivante: "La plage des valeurs disponibles dans chaque modèle, ainsi que le coefficient de température et la tolérance associés, sont indiqués dans le registre des agréments, disponible par exemple sur le site web <http://www.iecq.org>".

8.2.5 Tolérances sur la résistance

Voir 4.5.

Si des produits approuvés conformément à la spécification particulière peuvent comporter différentes plages, il convient d'ajouter la déclaration suivante: "La plage des valeurs disponibles dans chaque modèle, ainsi que le coefficient de température et la tolérance associés, sont indiqués dans le registre des agréments, disponible par exemple sur le site web <http://www.iecq.org>".

8.2.6 Dissipation assignée P_{70}

Voir 4.6.

La spécification particulière doit indiquer la dissipation maximale admissible P_{70} à une température ambiante de 70 °C (c'est-à-dire la température assignée).

La spécification particulière doit énoncer la dissipation maximale à des températures différentes de 70 °C, par exemple le taux de réduction, soit par un diagramme soit sous forme de règle.

8.2.7 Tension limite de l'élément $U_{\max}$

Voir 4.7 et la définition respective donnée dans l'IEC 60115-1:2008, Article 2.

8.2.8 Tension d'isolement U_{ins}

L'information n'est requise que pour les résistances isolées.

Voir 4.8 et la définition respective donnée dans l'IEC 60115-1:2008, Article 2.

8.2.9 Résistance d'isolement R_{ins}

L'information n'est requise que pour les résistances isolées.

Voir 4.9 et 6.5.

8.2.10 Sévérités des essais

Voir 5.2.

8.2.11 Limites de variation de résistance après essai

Voir 6.2.

8.2.12 Coefficient de température de 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 relatives aux commandes

Voir 7.4.

8.2.15 Montage

La spécification particulière doit donner des lignes directrices sur les méthodes de montage pour une utilisation normale. De telles lignes directrices peuvent être basées sur les spécifications des conditions du processus de montage données dans l'IEC 60760-1:2006, Article 5, pour la spécification des composants pour montage en surface.

Les montages requis pour les essais et les mesures doivent être conformes aux dispositions de 5.1.

8.2.16 Stockage

Voir IEC 60115-1:2008, 2.7.

La spécification particulière doit indiquer la durée de stockage admissible et, si nécessaire, la périodicité, la méthode et les exigences d'un nouvel examen à appliquer.

8.2.17 Informations supplémentaires

La spécification particulière peut inclure des informations supplémentaires (qu'il n'est pas normalement requis de vérifier par la procédure d'inspection), telles que des schémas de circuit, des courbes, des dessins et des notes nécessaires pour la clarification de la spécification particulière.

8.2.18 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 couvertes dans celle-ci.

8.2.19 Résistances de 0 Ω

La spécification particulière peut fournir toutes les informations requises pour la spécification et pour l'assurance de la qualité des résistances de 0 Ω .

9 Procédures d'assurance de la qualité

9.1 Généralités

Voir IEC 60115-1:2008, Annexe Q.

9.2 Définitions

9.2.1 Etape initiale de fabrication

Pour les résistances fixes à couches à faible dissipation, l'étape initiale de fabrication est le dépôt de la couche résistive sur le substrat.

9.2.2 Composants de structure semblable

Les résistances fixes à couches à faible dissipation sont acceptées comme étant de structure semblable

- a) lorsqu'elles sont fabriquées sur un ou plusieurs sites de fabrication
 - avec la même technologie de produit; et
 - en utilisant les mêmes matières premières spécifiées, les mêmes procédures de fabrication et de vérification de la qualité; et
 - sous la responsabilité du même site principal de fabrication en ce qui concerne le produit et la qualité.

Lorsqu'il y a plusieurs sites de fabrication, le fabricant doit désigner le site principal de fabrication et le responsable désigné (DMR: *Designated Management Representative*) associé;

- b) lorsque tous les sites de fabrication sont supervisés par le même organisme de certification de l'IECQ. Il convient que l'organisme de certification de l'IECQ soit de préférence celui du pays dans lequel est situé le site principal de fabrication,
- c) lorsqu'elles sont de mêmes classe de stabilité et catégorie climatique,
- d) lorsqu'elles ne diffèrent que par leurs dimensions et
- e) lorsqu'elles ont des types de broches semblables.

Les résistances qui ne diffèrent que sur le point c) peuvent être considérées comme structurellement semblables si les exigences différentes concernant la classe de stabilité et/ou la catégorie climatique sont évaluées séparément dans les mesures finales.

Des composants structurellement semblables ne peuvent être utilisés que pour l'évaluation et la détermination d'un taux de panne.

9.2.3 Niveau d'assurance EZ

Le niveau d'assurance EZ satisfait aux exigences d'une approche "zéro défaut". Il a été introduit pour aligner les procédures et les niveaux d'évaluation avec les pratiques actuelles de l'industrie en prescrivant le nombre autorisé d'éléments non conformes (nombre d'acceptations) c à zéro.

En conséquence, la taille d'échantillons pour un essai lot par lot est déterminée à partir du Tableau 2 de l'IEC 61193-2:2007.

Le niveau d'assurance EZ doit être appliqué pour l'assurance de la qualité des résistances fixes à broches à couches dans une spécification particulière se référant à la présente spécification intermédiaire.

9.3 Formation des lots de contrôle

Un lot de contrôle doit être constitué de résistances du même modèle et de la même technologie de produit.

Lorsqu'une plage de résistances doit être homologuée, la répartition des valeurs de résistance dans l'échantillon doit être la suivante:

- 1/3 avec la résistance la plus basse de cette plage;
- 1/3 avec la résistance critique;
- 1/3 avec la résistance la plus élevée de cette plage.

La plage à homologuer peut être un sous-ensemble de la plage couverte par la spécification particulière. Dans le cas où la résistance critique se trouve à l'extérieur de la plage à

homologuer, les résistances du milieu de la plage (proche de la moyenne géométrique entre la résistance la plus petite et la résistance la plus grande, par exemple 1 k Ω pour une plage allant de 1 Ω à 1 M Ω) doivent être utilisées en remplacement.

Lorsque l'homologation est recherchée pour plusieurs coefficients de température de résistance, l'échantillon doit contenir un spécimen représentatif des différents coefficients de température de résistance. On considère généralement qu'un coefficient de température de résistance supérieur est représentatif de tout coefficient de température de résistance inférieur. D'une manière similaire, l'échantillon doit contenir une certaine proportion de spécimens des différentes résistances ayant la tolérance la plus proche pour lesquelles l'homologation est recherchée. Le nombre de spécimens présentant les différentes caractéristiques est soumis à l'homologation de l'organisme de certification de l'IECQ.

Lorsqu'il est requis pour une inspection périodique, il convient qu'un lot de contrôle soit représentatif de ces valeurs extrêmes de la plage de résistances produite durant la période. Les modèles ayant les mêmes dimensions nominales mais un coefficient de température de résistance différent produits durant la période peuvent être regroupés, sauf pour les sous-groupes qui contiennent un essai de coefficient de température de résistance.

Les valeurs de résistance extrêmes "basses" et "hautes", ou toutes valeurs de résistance critiques comprises dans les plages de résistances 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 de l'IECQ.

Les valeurs de résistance "basses" doivent être comprises entre 100 % et 200 % de la plus basse résistance approuvée, ou de la valeur de résistance la plus basse produite dans la plage de qualification.

Les valeurs de résistance "critiques" doivent être comprises entre 80 % et 100 % de la valeur calculée.

Les valeurs de résistance "hautes" doivent être comprises entre 70 % et 100 % de la plus haute résistance approuvée, ou de la valeur de résistance la plus haute produite dans la plage de qualification.

Les spécimens doivent être recueillis pendant les 13 dernières semaines de la période d'inspection.

9.4 Procédures d'homologation (QA)

Les procédures des essais d'homologation sont données dans l'IEC 60115-1:2008, Article Q.5, avec les procédures d'essai décrites dans l'IEC 60115-1:2008, Q.5.3 b).

L'échantillon doit être constitué selon 9.3. La taille d'échantillons totale requise est la somme de toutes les tailles d'échantillons du programme d'essai d'homologation du Tableau 5 identifié comme destructif.

Lorsque des groupes supplémentaires avec des essais destructifs sont introduits dans le programme d'homologation, la taille d'échantillons totale doit être augmentée du nombre de spécimens requis pour les groupes supplémentaires.

Le programme d'essai pour une homologation de résistances est donné au Tableau 5. Le programme donne des conseils sur l'applicabilité des essais individuels, qui doivent être suivis dans le programme d'essai détaillé donné dans la spécification particulière. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

Tous les échantillons à l'exception des spécimens requis pour le groupe 4 doivent être soumis aux essais du Groupe 1 et du Groupe 2, puis être divisés pour les autres groupes. Les

spécimens reconnus non conformes pendant les essais du groupe 1 ou 2 ne doivent pas être utilisés pour les autres groupes.

Un spécimen de rechange par résistance et un spécimen de rechange pour chaque coefficient de température peuvent être utilisés pour remplacer les spécimens défectueux par suite d'incidents non imputables au fabricant.

L'homologation doit être accordée après 1 000 h d'essais d'endurance réussis à 70 °C et tous les autres essais du Tableau 5.

9.5 Contrôle de conformité de la qualité

Le programme pour les essais lot par lot et périodiques pour le contrôle de conformité de la qualité des résistances classées au niveau G ou P est donné aux Tableau 6. Les essais de chaque groupe doivent être effectués dans l'ordre indiqué.

Le programme donne des conseils sur l'applicabilité des essais individuels, qui doivent être suivis dans le programme d'essai détaillé donné dans la spécification particulière. Les conditions des essais et les exigences de performance doivent être identiques à celles prescrites pour les essais respectifs dans le programme pour l'homologation.

Pour des spécimens montés, tout spécimen trouvé défectueux après montage ne doit pas être pris en compte lors du calcul des éléments de non conformité admissibles pour l'essai suivant. Ils doivent être remplacés par des spécimens de rechange.

9.6 Procédures d'agrément de savoir-faire (CA: *Capability Approval*)

La présente spécification intermédiaire ne prend pas en charge l'agrément de savoir-faire décrit dans l'IEC 60115-1:2008, Article Q.6.

9.7 Procédures d'agrément technologique de filière (TA: *Technology Approval*)

Les dispositions de l'Article Q.14 de l'IEC 60115-1:2008 doivent s'appliquer, et les programmes d'essai des Tableau 5 et Tableau 6 doivent être utilisés.

9.8 Livraison retardée

Les dispositions de l'Article Q.10 de l'IEC 60115-1:2008, doivent s'appliquer, à l'exception du fait que le niveau d'inspection doit être réduit à S-2.

9.9 Rapports d'essais certifiés

Les enregistrements d'essais certifiés conformément à l'Article Q.9 de l'IEC 60115-1:2008, peuvent être fournis si cela a fait l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

9.10 Certificat de conformité (CoC: *Certificate of Conformity*)

La conformité est déclarée en marquant l'emballage conformément aux règles du système approprié si des composants sont qualifiés conformément à cette spécification par un organisme de certification d'un système d'assurance qualité (par exemple IECQ, successeur du CECC).

Un autre certificat de conformité (CoC) n'est pas nécessaire pour les composants qualifiés.

Tableau 5 – Plan d'essai pour homologation

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances					
4.5 Résistance		ND	Groupe 1 ... 0		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.5.2.					
4.4.1 Examen visuel	Pour le marquage, voir 7.1.	ND	...	0	Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.4.1.					
4.4.2 Dimensions (calibrage)	Voir 5.2.1.		(... de l'échantillon)		Comme indiqué dans la spécification particulière					
4.6 Résistance d'isolement (applicable uniquement aux résistances isolées)	Voir 5.2.2.	ND	Groupe 3 ... 0		Selon 6.3.					
4.7 Tension de tenue (applicable uniquement aux résistances isolées)	Voir 5.2.3. $U_{\text{test}} = \dots \cdot U_{\text{ins}};$ $t_{\text{load}} = \dots$ s.		(... de l'échantillon)	0	Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.7.3.					
4.13 Surcharge de courte durée	Voir 5.2.4. $U_{\text{test}} = \dots;$ <table border="1"><thead><tr><th>Modèle</th><th>t_{load}</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_{load}	...	...	...	...
Modèle	t_{load}									
...	...									
...	...									
...	...									
		D	Groupe 4 ^d ... 0							
4.17 Brasabilité avec une brasure SnPb	Voir 5.2.7. Vieillissement: ... Méthode du bain de brasure; $T_{\text{bath}} = \dots$ °C; Brasure ...; $t_{\text{imm}} = \dots$ s. Examen visuel.		(moitié de l'échantillon)	0	Selon 6.6.					
4.17 Brasabilité avec une brasure sans plomb ^e	Voir 5.2.7. Vieillissement: ... Méthode du bain de brasure; $T_{\text{bath}} = \dots$ °C; Brasure ...; $t_{\text{imm}} = \dots$ s. Examen visuel.		(l'autre moitié de l'échantillon)		Selon 6.6.					
4.8 Variation de la résistance avec la température	$T = \{20\text{ °C, LCT, }20\text{ °C}\};$ $\alpha_{\text{LCT}};$ $T = \{20\text{ °C, UCT, }20\text{ °C}\};$ $\alpha_{\text{UCT}}.$	D	Groupe 5 ... 0		Comme indiqué dans la spécification particulière. Comme indiqué dans la spécification particulière.					

Tableau 5 (2 de 5)

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances
		D	Groupe 6		
			...	0	
4.16 Robustesse des sorties	Voir 5.2.6. Examen visuel. Résistance.		(moitié de l'échantillon)		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.16.6a. Comme indiqué dans la spécification particulière.
4.19 Variation rapide de température	Voir 5.2.9. $T_A = \text{LCT}$, $T_B = \text{UCT}$; $n = 5$. Examen visuel. Résistance.		(l'autre moitié de l'échantillon)		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.19.3. Comme indiqué dans la spécification particulière.
4.22 Vibrations	Voir 5.2.11. Endurance par balayage; $f_1 = \dots \text{ Hz}$; $f_2 = \dots \text{ Hz}$; $n = \dots$ pour chaque axe; $a = \dots \text{ m/s}^2$, limitée par $\Delta r = \dots \text{ mm}$. Continuité électrique. Examen visuel. Résistance.				Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.22.3 et 4.22.4. Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.22.4. Comme indiqué dans la spécification particulière.
4.23 Séquence climatique	Voir 5.2.12. - Chaleur sèche $T = \text{UCT}$; $t_{\text{exp}} = 16 \text{ h}$. - Chaleur humide, cyclique, premier cycle 1 cycle; $T_{\text{sup}} = 55 \text{ °C}$. - Froid $T = \text{LCT}$; $t_{\text{exp}} = 2 \text{ h}$. - Basse pression atmosphérique $p_{\text{amb}} = \dots \text{ kPa}$; $t_{\text{exp}} = 1 \text{ h}$. - Chaleur humide, cyclique, $n-1$ cycles restants $n-1$ cycle(s); $T_{\text{sup}} = 55 \text{ °C}$. - Charge sous tension continue $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limitée par $U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$; 1 min. - Mesures finales Examen visuel. Résistance. Résistance d'isolement ^f .		(tout l'échantillon)		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.23.8. Comme indiqué dans la spécification particulière. Selon 6.3.

Tableau 5 (3 de 5)

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances	
4.25.1 Endurance à 70 °C	Voir 5.2.14. $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limitée par $U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$; $t_{\text{on}} = 1,5 \text{ h}$; $t_{\text{off}} = 0,5 \text{ h}$; $t_{\text{load}} = 1\,000 \text{ h}$. Examen visuel. Résistance. Résistance d'isolement ^f .	D	Groupe 7		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.25.1.7. Comme indiqué dans la spécification particulière. Selon 6.3.	
Annexe C de la présente norme Endurance à la température de la salle (procédure d'essai alternative, applicable uniquement aux résistances classées dans la catégorie de niveau G)	Voir 5.2.15. $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{\text{test}} \cdot R_n}$, limitée par $U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$; $t_{\text{on}} = 1,5 \text{ h}$; $t_{\text{off}} = 0,5 \text{ h}$; $t_{\text{load}} = 1\,000 \text{ h}$. Examen visuel. Résistance. Résistance d'isolement ^f .		...	0		Selon C.7. Comme indiqué dans la spécification particulière. Selon 6.3.
4.25.1.8 Endurance prolongée à 70 °C (applicable uniquement aux résistances classées dans la catégorie de niveau P)	Durée prolongée à $t_{\text{load}} = 8\,000 \text{ h}$. Résistance.					
4.24 Chaleur humide, essai continu	Voir 5.2.13. $T = \dots \text{ °C}$; $RH = \dots \text{ %}$; $t_{\text{exp}} = \dots$. Examen visuel. Résistance. Résistance d'isolement ^f .	D	Groupe 8		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.24.4. Comme indiqué dans la spécification particulière. Selon 6.3.	
			...	0		
4.18 Résistance à la chaleur de brasage	Voir 5.2.8. Méthode du bain de brasure; $T_{\text{bath}} = \dots \text{ °C}$; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s}$. Examen visuel. Résistance.	D	Groupe 9		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.18.4. Comme indiqué dans la spécification particulière.	
			...	0		
4.35 Inflammabilité	Voir 5.2.20. $t_a = \dots \text{ s}$. Durée de combustion.		(... de l'échan- tillon)		Selon 6.7.	

Tableau 5 (4 de 5)

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances								
Groupe 10													
4.4.3 Dimensions (détail)		D	...	0	Comme indiqué dans la spécification particulière								
4.25.3 Endurance à la température de catégorie supérieure	Voir 5.2.16. $T = UCT$; $t_{exp} = 1\ 000\ h$. Examen visuel. Résistance. Résistance d'isolement ^f .				Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.25.3.7. Comme indiqué dans la spécification particulière. Selon 6.3.								
4.14 Echauffement (applicable uniquement aux résistances inférieures à la résistance critique)	Voir 5.2.5. $U_{test} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$ Echauffement.		(... de l'échantillon)		Selon 6.5.								
Groupe 11													
4.38 Décharge électrostatique	Voir 5.2.21. <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> $n_{pos} = \dots$; $n_{neg} = \dots$. Examen visuel. Résistance.	Modèle	U_{HBM}	...	...	...	...	...	...	D	...	0	Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.38.4. Comme indiqué dans la spécification particulière
Modèle	U_{HBM}												
...	...												
...	...												
...	...												
4.29 Résistance au solvant des composants	Voir 5.2.18. $T_{bath} = \dots\ ^\circ C$; Solvant: ...; $t_{imm} = \dots\ s$. Examen visuel.	(moitié de l'échantillon)		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.4.1.									
4.30 Résistance au solvant du marquage (applicable uniquement aux résistances marquées)	Voir 5.2.19. $T_{bath} = \dots\ ^\circ C$; Solvant: ...; $t_{imm} = \dots\ s$; Matériau de frottement: Examen visuel.	(l'autre moitié de l'échantillon)		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.30.2.									
Groupe 12													
4.39 Essai de surcharge à impulsions périodiques (applicable uniquement aux résistances classées dans la catégorie de niveau P)	Voir 5.2.22. $\hat{U}_{test} = \dots$; $t_{on} = \dots\ s$; $t_{off} = \dots\ s$; $n = \dots$. Examen visuel. Résistance.		...	0	Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.4.1. Comme indiqué dans la spécification particulière								

Tableau 5 (5 de 5)

Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	n ^c	c ^c	Exigences de performances								
4.19 Variation rapide de température, ≥ 100 cycles (applicable uniquement aux résistances classées dans la catégorie de niveau P)	Voir 5.2.10. $T_A = \text{LCT}; T_B = \text{UCT};$ <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		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.19.3. Comme indiqué dans la spécification particulière.
		Modèle	n										
		...	...										
		...	...										
...	...												
...	0												
4.27 Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion (applicable uniquement aux résistances classées dans la catégorie de niveau P)	Voir 5.2.17. Forme des impulsions: ...; $\hat{U}_{\text{test}} = \dots;$ $n = \dots, f \leq \dots$. Examen visuel. Résistance.	D	Groupe 14		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.27.3.7. Comme indiqué dans la spécification particulière.								
			...	0									

^a Numéros d'article et de paragraphes selon l'IEC 60115-1:2008.

^b Les informations données ici doivent fournir une vue d'ensemble appropriée des paramètres les plus importants de chaque essai. Toutefois, elles ne doivent pas être prioritaires sur n'importe quelle prescription plus détaillée donnée dans un article respectif de la présente spécification ou dans une référence normative citée.

^c Se référer à l'Annexe D pour des listes de symboles littéraux et d'abréviations.

^d Les résistances soumises à cet essai ne doivent pas être mesurées dans les groupes 1, 2, 3, A1, A2 ou B1 et ne sont pas incluses dans le nombre de spécimens des groupes 1 ou 2.

^e Cet essai ne s'applique pas si la spécification particulière applicable exclut explicitement la compatibilité des composants couverts ici avec n'importe quel processus de brasage sans plomb.

^f Cette mesure s'applique uniquement aux résistances isolées.

Tableau 6 – Programme d'essai pour le contrôle 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						
4.5 Résistance ^d		ND	Groupe A1		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.5.2.						
			100 %								
4.4.1 Examen visuel ^e	Pour le marquage, voir 7.1.	ND	S-4	0	Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.4.1.						
4.4.2 Dimensions (calibrage) ^e	Voir 5.2.1.				Comme indiqué dans la spécification particulière.						
4.7 Tension de tenue (applicable uniquement aux résistances isolées)	Voir 5.2.3. $U_{\text{test}} = \dots \cdot U_{\text{ins}};$ $t_{\text{load}} = \dots \text{ s.}$	ND	S-3	0	Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.7.3.						
	4.13 Surcharge de courte durée	Voir 5.2.4. $U_{\text{test}} = \dots;$ <table><tr><th>Modèle</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> Examen visuel. Résistance.			Modèle	t_{load}	...	...	...	...	...
Modèle	t_{load}										
...	...										
...	...										
...	...										
		D	Groupe B2 ^f								
4.17 Brasabilité avec une brasure SnPb	Voir 5.2.7. Vieillissement: ... Méthode du bain de brasure; $T_{\text{bath}} = \dots \text{ °C};$ Brasure ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Examen visuel.		S-3	0	Selon 6.6.						
4.17 Brasabilité avec une brasure sans plomb ^g	Voir 5.2.7. Vieillissement: ... Méthode du bain de brasure; $T_{\text{bath}} = \dots \text{ °C};$ Brasure ...; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s.}$ Examen visuel.		S-3		Selon 6.6.						
4.8 Variation de la résistance avec la température (applicable uniquement aux résistances avec un coefficient de température supérieur à $\pm 50 \cdot 10^{-6}/\text{K}$)	$T = \{20 \text{ °C}, \text{LCT}, 20 \text{ °C}\};$ $\alpha_{\text{LCT}};$ $T = \{20 \text{ °C}, \text{UCT}, 20 \text{ °C}\};$ $\alpha_{\text{UCT}}.$	D	Groupe B3	S-3	0 Comme indiqué dans la spécification particulière. Comme indiqué dans la spécification particulière.						

Tableau 6 (2 de 5)

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	
4.16 Robustesse des sorties	Voir 5.2.6. Examen visuel. Résistance.			(moitié de l'échantillon)		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.16.6a. Comme indiqué dans la spécification particulière.
4.19 Variation rapide de température	Voir 5.2.9. $T_A = \text{LCT}$; $T_B = \text{UCT}$; $n = 5$. Examen visuel. Résistance.			(l'autre moitié de l'échantillon)		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.19.3. Comme indiqué dans la spécification particulière.
4.22 Vibrations	Voir 5.2.11. Endurance par balayage; $f_1 = \dots \text{ Hz}$; $f_2 = \dots \text{ Hz}$; $n = \dots$ pour chaque axe; $a = \dots \text{ m/s}^2$, limitée par $\Delta r = \dots \text{ mm}$. Continuité électrique. Examen visuel. Résistance.					Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.22.3 et 4.22.4. Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.22.4. Comme indiqué dans la spécification particulière.
4.23 Séquence climatique	Voir 5.2.12. - Chaleur sèche $T = \text{UCT}$; $t_{\text{exp}} = 16 \text{ h}$. - Chaleur humide, cyclique, premier cycle 1 cycle; $T_{\text{sup}} = 55 \text{ °C}$. - Froid $T = \text{LCT}$; $t_{\text{exp}} = 2 \text{ h}$. - Basse pression atmosphérique $p_{\text{amb}} = \dots \text{ kPa}$; $t_{\text{exp}} = 1 \text{ h}$. - Chaleur humide, cyclique, $n-1$ cycles restants $n-1$ cycle(s); $T_{\text{sup}} = 55 \text{ °C}$. - Charge sous tension continue $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limitée par $U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$; 1 min. - Mesures finales Examen visuel. Résistance. Résistance d'isolement ^h .			(tout l'échantillon)		Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.23.8. Comme indiqué dans la spécification particulière. Selon 6.3.

Tableau 6 (3 de 5)

Essais périodiques						
Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	p ^c	n ^c	c ^c	Exigences de performances
4.25.1 Endurance à 70 °C	Voir 5.2.14. $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$, limitée par $U_{\text{test max}} = U_{\text{max}}$; $t_{\text{on}} = 1,5 \text{ h}$; $t_{\text{off}} = 0,5 \text{ h}$; $t_{\text{load}} = 1\,000 \text{ h}$. Examen visuel. Résistance. Résistance d'isolement ^h .	D	Groupe C2 ⁱ			Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.25.1.7. Comme indiqué dans la spécification particulière. Selon 6.3.
	Annexe C de la présente norme Endurance à la température de la salle (procédure d'essai alternative, applicable uniquement aux résistances classées dans la catégorie de niveau G)		12	20	0	
	4.25.1.8 Endurance prolongée à 70 °C (applicable uniquement aux résistances classées dans la catégorie de niveau P)					
4.18 Résistance à la chaleur de brasage	Voir 5.2.8. Méthode du bain de brasage; $T_{\text{bath}} = \dots \text{ °C}$; $t_{\text{imm}} = \dots \text{ s}$. Examen visuel. Résistance.	D	Groupe C3 ⁱ			Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.18.4 Comme indiqué dans la spécification particulière
4.35 Inflammabilité	Voir 5.2.20. $t_a = \dots \text{ s}$. Durée de combustion.		36	(5 parmi l'échan- tillon)	0	
4.8 Variation de la résistance avec la température (applicable uniquement aux résistances avec un coefficient de température inférieur ou égal à $\pm 50 \cdot 10^{-6}/\text{K}$)	$T = \{20 \text{ °C}, \text{LCT}, 20 \text{ °C}\}$; α_{LCT} ; $T = \{20 \text{ °C}, \text{UCT}, 20 \text{ °C}\}$; α_{UCT} .	D	Groupe D1 ⁱ			Comme indiqué dans la spécification particulière. Comme indiqué dans la spécification particulière.
		12	20	0		

Tableau 6 (4 de 5)

Essais périodiques														
Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	p ^c	n ^c	c ^c	Exigences de performances								
4.24 Chaleur humide, essai continu	Voir 5.2.13. $T = \dots\text{ }^{\circ}\text{C}$; $RH = \dots\%$ $t_{\text{exp}} = \dots$ Examen visuel. Résistance. Résistance d'isolement ^h .	D	Groupe D2 ⁱ			Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.24.4. Comme indiqué dans la spécification particulière. Selon 6.3.								
			12	20	0									
			Groupe D3 ⁱ											
			36	20	0									
4.4.3 Dimensions (détail)		D	36	20	0	Comme indiqué dans la spécification particulière								
4.25.3 Endurance à la température de catégorie supérieure	Voir 5.2.16. $T = \text{UCT}$; $t_{\text{exp}} = 1\,000\text{ h}$. Examen visuel. Résistance. Résistance d'isolement ^h .					Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.25.3.7. Comme indiqué dans la spécification particulière. Selon 6.3.								
4.14 Echauffement (applicable uniquement aux résistances inférieures à la résistance critique)	Voir 5.2.5. $U_{\text{test}} = \sqrt{P_{70} \cdot R_n}$ Echauffement.					(6 parmi l'échan- tillon)	Selon 6.5.							
4.38 Décharge électrostatique	Voir 5.2.21. <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> $n_{\text{pos}} = \dots$; $n_{\text{neg}} = \dots$ Examen visuel. Résistance.					Modèle	U_{HBM}	...	...	...	...	...	...	D
Modèle	U_{HBM}													
...	...													
...	...													
...	...													
4.29 Résistance au solvant des composants	Voir 5.2.18. $T_{\text{bath}} = \dots\text{ }^{\circ}\text{C}$; Solvant: ...; $t_{\text{imm}} = \dots\text{ s}$. Examen visuel.	D	12	20	0	Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.4.1.								
4.30 Résistance au solvant du marquage (applicable uniquement aux résistances marquées)	Voir 5.2.19. $T_{\text{bath}} = \dots\text{ }^{\circ}\text{C}$; Solvant: ...; $t_{\text{imm}} = \dots\text{ s}$; Matériau de frottement: ... Examen visuel.					(l'autre moitié de l'échan- tillon)	Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.30.2.							

Tableau 6 (5 de 5)

Essais périodiques														
Essai ^a	Conditions d'essai ^b	D ^c ou ND	p ^c	n ^c	c ^c	Exigences de performances								
4.19 Variation rapide de température, ≥ 100 cycles (applicable uniquement aux résistances classées dans la catégorie de niveau P)	Voir 5.2.10. $T_A = LCT; T_B = UCT;$ <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 F ⁱ			Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.19.3. Comme indiqué dans la spécification particulière.
		Modèle	n											
		...	...											
		...	...											
		...	...											
36	20	0												
4.27 Essai de surcharge haute tension à une seule impulsion (applicable uniquement aux résistances classées dans la catégorie de niveau P)	Voir 5.2.17. Forme des impulsions: ...; $\dot{U}_{test} = \dots;$ $n = \dots, f \leq \dots$ Examen visuel. Résistance.	D	Groupe G ⁱ			Selon l'IEC 60115-1:2008, 4.27.3.7. Comme indiqué dans la spécification particulière.								
			12	20	0									

^a Numéros d'article et de paragraphes selon l'IEC 60115-1:2008.

^b Les informations données ici doivent fournir une vue d'ensemble appropriée des paramètres les plus importants de chaque essai. Toutefois, elles ne doivent pas être prioritaires sur n'importe quelle prescription plus détaillée donnée dans un article respectif de la présente spécification ou dans une référence normative citée.

^c Se référer à l'Annexe D pour des listes de symboles littéraux et d'abréviations.

^d L'inspection doit être effectuée après retrait des éléments non conformes par un essai à 100 % durant le processus de fabrication. Que le lot ait été accepté ou non, tous les échantillons utilisés pour le contrôle par échantillonnage doivent être inspectés afin de contrôler le niveau de qualité après inspection. Le niveau d'échantillonnage doit être défini par le fabricant, de préférence selon l'IEC 61193-2:2007, Annexe A.

Dans le cas où un ou plusieurs éléments non conformes apparaissent dans un échantillon, ce lot doit être rejeté mais tous les éléments non conformes doivent être comptés 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 d'inspection selon la méthode donnée dans l'IEC 61193-2:2007, 6.2.

^e Cet essai peut être remplacé par un essai en production si le fabricant installe un SPC sur les mesures des dimensions ou un autre mécanisme permettant d'éviter que les pièces dépassent les limites dimensionnelles.

^f Les résistances soumises à cet essai ne doivent pas être mesurées dans les groupes 1, 2, 3, A1, A2 ou B1 et ne sont pas incluses dans le nombre de spécimens des groupes 1 ou 2.

^g Cet essai ne s'applique pas si la spécification particulière applicable exclut explicitement la compatibilité des composants couverts ici avec n'importe quel processus de brassage sans plomb.

^h Cette mesure s'applique uniquement aux résistances isolées.

ⁱ Tous les essais du sous-groupe doivent être répétés si un ou plusieurs éléments non conformes sont obtenus. Les éléments non conformes ne sont pas autorisés dans la répétition des essais. La livraison de produits peut se poursuivre pendant la répétition des essais.