

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

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

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



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 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  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

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

### About IEC publications

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

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

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

#### IEC online collection - [oc.iec.ch](http://oc.iec.ch)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

---

### A propos de l'IEC

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

### A propos des publications IEC

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

#### Recherche de publications IEC -

[webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

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

#### IEC online collection - [oc.iec.ch](http://oc.iec.ch)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

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

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

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 19.040; 31.190

ISBN 978-2-8322-9999-9

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

## CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references .....	7
3 Terms and definitions .....	8
4 Tests Ua: Robustness of terminals against axial stresses.....	8
4.1 Object.....	8
4.2 Application.....	8
4.3 General description.....	8
4.4 Preconditioning.....	8
4.5 Initial measurements.....	8
4.6 Test procedures.....	9
4.6.1 Test Ua <sub>1</sub> : Tensile.....	9
4.6.2 Test Ua <sub>2</sub> : Thrust.....	10
4.7 Final measurements.....	11
4.8 Information to be given in the relevant specification.....	11
5 Tests Ub: Robustness of terminals against bending stresses.....	11
5.1 Object.....	11
5.2 Application.....	12
5.2.1 General.....	12
5.2.2 Pliable terminations.....	12
5.2.3 Rigid and all other terminations.....	12
5.3 General description.....	13
5.4 Preconditioning.....	14
5.5 Initial measurements.....	14
5.6 Test procedures.....	14
5.6.1 Test Ub <sub>1</sub> (for wire and strip terminations).....	14
5.6.2 Test Ub <sub>2</sub> (for tag terminations).....	16
5.6.3 Test Ub <sub>3</sub> Simultaneous bending.....	17
5.7 Final measurements.....	17
5.8 Information to be given in the relevant specification.....	17
6 Test Uc: Torsion.....	18
6.1 Object.....	18
6.2 Application.....	18
6.3 General description.....	18
6.4 Preparation of the specimen.....	18
6.5 Initial measurements.....	18
6.6 Test procedure.....	19
6.7 Final measurements.....	20
6.8 Information to be given in the relevant specification.....	20
7 Test Ud: Torque.....	20
7.1 Object.....	20
7.2 Application.....	20
7.3 General description.....	21
7.4 Preconditioning.....	21
7.5 Initial measurements.....	21

7.6	Test procedure.....	21
7.6.1	Terminations with threaded studs or screws .....	21
7.6.2	Other test configurations.....	23
7.7	Final measurements.....	23
7.8	Information to be given in the relevant specification .....	23
8	Test Ue: Robustness of terminations for SMD in the mounted state .....	24
8.1	Object.....	24
8.2	Application .....	24
8.3	Substrate for test method Ue .....	24
8.4	Mounting.....	26
8.4.1	Dimensions.....	26
8.4.2	Possible mounting methods .....	26
8.4.3	Mounting method for substrate bending, pull-off, push-off and shear .....	26
8.5	Preconditioning.....	27
8.6	Initial measurements.....	27
8.7	Test methods .....	27
8.7.1	Test Ue <sub>1</sub> : Substrate bending test .....	27
8.7.2	Test Ue <sub>2</sub> : Pull-off and push-off test.....	28
8.7.3	Test Ue <sub>3</sub> : Shear test .....	30
8.8	Final measurements.....	32
8.8.1	Recovery .....	32
8.8.2	Visual examination of terminations .....	32
8.8.3	Electrical characteristics .....	32
8.8.4	Hidden defect .....	32
8.9	Information to be given in the relevant specification .....	32
9	Test Uf: Robustness of component body.....	34
9.1	Object.....	34
9.2	Application .....	34
9.3	General description.....	34
9.4	Preconditioning.....	34
9.5	Initial measurement .....	34
9.6	Test procedure.....	34
9.6.1	Test Uf <sub>1</sub> : Body strength .....	34
9.6.2	Test Uf <sub>2</sub> : Impact shock .....	36
9.7	Final measurements.....	38
9.7.1	Recovery .....	38
9.7.2	Visual examination .....	39
9.7.3	Electrical characteristics .....	39
9.7.4	Hidden defect .....	39
9.8	Information to be given in the relevant specification .....	39
Annex X (informative) Cross-reference for references to the previous editions of this document.....		40
X.1	Cross-reference for references to the previous edition of IEC 60068-2-21.....	40
X.2	Cross-reference for references to the last edition of IEC 60068-2-77 .....	41
Bibliography.....		43

Figure 1 – Direction of the applied pull force  $F_p$  in test Ua<sub>1</sub>.....9

Figure 2 – Direction of the applied thrust $F_t$ in test $Ua_2$ .....	10
Figure 3 – Displacement of pliable lead wires in test $Ub$ .....	12
Figure 4 – Bending force applied to a specimen with non-pliable terminations .....	13
Figure 5 – Sequential test procedure of test $Ub$ , Method 1 .....	15
Figure 6 – Sequential test procedure of test $Ub$ , Methods 2 and 3.....	16
Figure 7 – Clamp for the testing of short terminations .....	17
Figure 8 – Preparatory bending of a lead wire for test $Uc$ .....	18
Figure 9 – Torsion test method 1: Rotation of clamped specimen body .....	19
Figure 10 – Torsion test method 2: Rotation of clamped other lead wire.....	20
Figure 11 – Assembly for the torque test applied to a threaded stud .....	22
Figure 12 – Preparation of a threaded termination for the torque test.....	22
Figure 13 – Assembly for the torque test applied to an embedded nut.....	23
Figure 14 – Example of substrate for test method $Ue$ .....	25
Figure 15 – Substrate bending test .....	28
Figure 16 – Test $Ue_2$ , pull-off test .....	29
Figure 17 – Test $Ue_2$ , push-off test .....	30
Figure 18 – Test $Ue_3$ , shear test .....	31
Figure 19 – SMD Body strength test $Uf_1$ applied to a rectangular specimen .....	35
Figure 20 – SMD Body strength test $Uf_1$ applied to a MELF specimen .....	36
Figure 21 – Example of an apparatus for test $Uf_2$ .....	37
Figure 22 – Example of a piston.....	37
Figure 23 – Examples of the application of the SMD Body impact shock test $Uf_2$ .....	38
Table 1 – Selection of test methods suitable for specific terminations/leads .....	7
Table 2 – Value of applied pull force for test $Ua_1$ .....	10
Table 3 – Value of applied thrust for test $Ua_2$ .....	11
Table 4 – Value of applied force for test $Ub$ .....	13
Table 5 – Torque severity .....	21
Table X.1 – Cross-reference to clauses .....	40
Table X.2 – Cross-reference to figures.....	41
Table X.3 – Cross reference to tables .....	41
Table X.4 – Cross-reference to clauses .....	42
Table X.5 – Cross-reference to figures.....	42

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ENVIRONMENTAL TESTING –****Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices**

## 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 60068-2-21 has been prepared by IEC technical committee 91: Electronics assembly technology.

This seventh edition cancels and replaces the sixth edition, published in 2006, and IEC 60068-2-77:1999. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) integration of parts of IEC 60068-2-77 (see Annex X); IEC 60068-2-77 is withdrawn with the publication of this document;
- b) Annex X is added to show the correlation of the clauses and subclauses in this edition of IEC 60068-2-21 with the clauses in IEC 60068-2-21:2006 and IEC 60068-2-77:1999.

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

FDIS	Report on voting
91/1732/FDIS	91/1742/RVD

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

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

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). The main document types developed by IEC are described in greater detail at [www.iec.ch/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

A complete list of all parts comprising the IEC 60068 series, under the general title *Environmental testing*, can be found on the IEC website.

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

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

## ENVIRONMENTAL TESTING –

### Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices

#### 1 Scope

This part of IEC 60068 is applicable to all electrical and electronic components whose terminations or integral mounting devices are liable to be submitted to stresses during normal assembly or handling operations and is also applicable to surface mount devices (SMDs).

The recommended test methods suitable for specific terminations/lead of devices are shown in Table 1.

**Table 1 – Selection of test methods suitable for specific terminations/leads**

Test method		Component	Mounted/not mounted	See Clause
Test	Type			
Ua <sub>1</sub>	Tensile	Leaded devices	Not mounted	Clause 4
Ua <sub>2</sub>	Thrust	Leaded devices	Not mounted	Clause 4
Ub	Bending	Leaded devices	Not mounted	Clause 5
Uc	Torsion	Leaded devices	Not mounted	Clause 6
Ud	Torque	Threaded stud, screw or other terminations	Not mounted	Clause 7
Ue <sub>1</sub>	Substrate bending	Surface mount devices	Mounted	Clause 8
Ue <sub>2</sub>	Pull/push	Surface mount devices	Mounted	Clause 8
Ue <sub>3</sub>	Shear	Surface mount devices	Mounted	Clause 8
Uf <sub>1</sub>	Body strength	Surface mount devices	Not mounted	Clause 9
Uf <sub>2</sub>	Impact shock	Surface mount devices	Not mounted	Clause 9

#### 2 Normative references

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

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

IEC 60068-2-58:2015, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td – Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 60194-2, *Printed board design, manufacture and assembly – Vocabulary – Part 2: Common usage in electronic technologies as well as printed board and electronic assembly technologies*

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

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60194-2 and the following apply.

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

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

#### 3.1

##### **integral mounting device**

auxiliary means to make a mechanical connection of a terminal or other mounting element to the inside of the component and its case

Note 1 to entry: Such means can be a stud, a nut, a bolt, or similar mechanical parts for fixing.

### 4 Tests Ua: Robustness of terminals against axial stresses

#### 4.1 Object

The purpose of these tests is to verify that the terminations and their attachments to the body of the component will withstand such axial stresses as are likely to be applied during normal assembly or handling operations.

#### 4.2 Application

The relevant specification shall state whether this test is applicable. It shall be carried out on all the terminations, except where a component has more than three terminations, in which case the specification shall state the number of terminations per component to be tested. The test shall be carried out in such a manner that all the terminations of the component have an equal probability of being subjected to the test.

#### 4.3 General description

With the terminal in its normal position and the component held by its body, a force is applied to the terminal as described in the test procedure.

#### 4.4 Preconditioning

The method of preconditioning shall be as prescribed in the relevant specification.

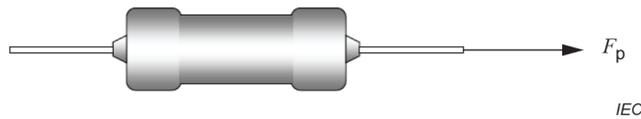
#### 4.5 Initial measurements

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

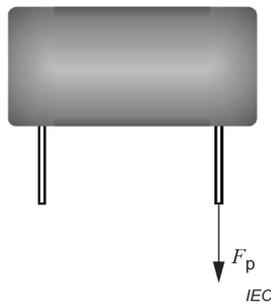
## 4.6 Test procedures

### 4.6.1 Test $U_{a1}$ : Tensile

With the termination in its normal position and the component held by its body, a force with a value as stated in Table 2 shall be applied to the termination in the direction of its axis and acting in a direction away from the body of the component. The force shall be applied gradually at a constant rate. The maximum force shall be reached within 5 s and maintained constant for  $(10 \pm 1)$  s and the force shall be applied along an axis within  $5^\circ$  to the normal. Refer to Figure 1.



a) Pull force  $F_p$  applied to an axial loaded specimen



b) Pull force  $F_p$  applied to a radial loaded specimen

**Figure 1 – Direction of the applied pull force  $F_p$  in test  $U_{a1}$**

The value of the applied force is as follows:

a) Wire terminations (circular section or strip) or pins:

The value of the force applied shall be that indicated in Table 2.

Insulated wires shall be stripped of the insulation at the point at which the load is applied.

Stranded wires shall be united mechanically at the point of application of the load (such as by soldering or knotting), prior to the application of the load. Where the technical features of insulated or stranded wires can give rise to difficulties during the stripping, joining or knotting operations and be liable to cause dispute for the test results, such operations shall be in accordance with the relevant specification or, where necessary, with the instructions of the component manufacturer.

**Table 2 – Value of applied pull force for test Ua<sub>1</sub>**

Nominal cross-sectional area (s) <sup>a</sup> mm <sup>2</sup>	Corresponding diameter (d) for circular-section wires mm	Pull force F <sub>p</sub> N
s ≤ 0,05	d ≤ 0,25	1
0,05 < s ≤ 0,10	0,25 < d ≤ 0,35	2,5
0,10 < s ≤ 0,20	0,35 < d ≤ 0,50	5
0,20 < s ≤ 0,50	0,50 < d ≤ 0,80	10
0,50 < s ≤ 1,20	0,80 < d ≤ 1,25	20
s > 1,20	d > 1,25	40

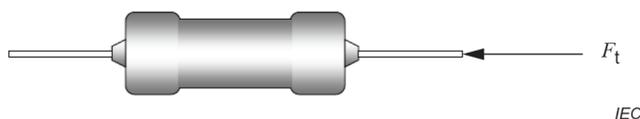
A relative tolerance of ±10 % shall apply to the prescribed pull force F<sub>p</sub>.

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

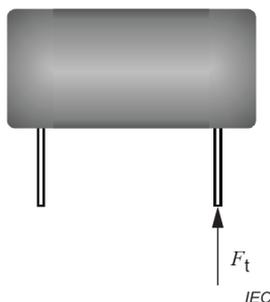
- b) Other terminations (tag terminations, threaded studs, screws, terminals, etc.):  
The value of the force to be applied shall be given in the relevant specification.

**4.6.2 Test Ua<sub>2</sub>: Thrust**

With the termination in its normal position and the component held by its body, thrust shall be applied to the termination as close as possible to the body of the component, but leaving a clear 2 mm of wire between the body of the component and the nearest point of the device applying the force. The force shall be applied gradually at a constant rate. The maximum force shall be reached within 5 s and maintained constant for (10 ± 1) s and the force shall be applied along an axis within 5° to the normal. Refer to Figure 2.



a) Thrust F<sub>t</sub> applied to an axial leaded specimen



b) Thrust F<sub>t</sub> applied to a radial leaded specimen

**Figure 2 – Direction of the applied thrust F<sub>t</sub> in test Ua<sub>2</sub>**

The value of the applied force is as follows:

- a) Wire terminations (circular-section or strip) or pins  
The value of the thrust applied shall be as given in Table 3.

**Table 3 – Value of applied thrust for test Ua<sub>2</sub>**

Nominal cross-sectional area ( <i>s</i> ) <sup>a</sup> mm <sup>2</sup>	Corresponding diameter ( <i>d</i> ) for circular-section wire mm	Thrust <i>F<sub>t</sub></i> N
$s \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	0,25
$0,05 < s \leq 0,10$	$0,25 < d \leq 0,35$	0,5
$0,10 < s \leq 0,20$	$0,35 < d \leq 0,50$	1
$0,20 < s \leq 0,50$	$0,50 < d \leq 0,80$	2
$0,50 < s \leq 1,20$	$0,80 < d \leq 1,25$	4
$s > 1,20$	$d > 1,25$	8

A relative tolerance of  $\pm 10$  % shall apply to the prescribed thrust  $F_t$ .

<sup>a</sup> For circular-section wires, strips or pins, the nominal cross-sectional area is equal to the value calculated from the nominal dimension(s) given in the relevant specification.

Insulated wires shall be stripped of the insulation at the point at which the load is applied.

Where the technical features of insulated wires can give rise to difficulties during the stripping, liable to cause dispute for the test results, such operations shall be in accordance with the relevant specification or, where necessary, with the instructions of the component manufacturer.

- b) Other terminations (tag terminations, threaded studs, screws, terminals, etc.):

The value of the force to be applied shall be given in the relevant specification.

#### 4.7 Final measurements

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

#### 4.8 Information to be given in the relevant specification

	<b>Subclause</b>
a) Method of preconditioning	4.4
b) Initial measurements	4.5
c) Number of terminations to be tested, if more than three	4.2
d) Force	4.6
e) Details of stripping, joining or knotting operations, if necessary	4.6
f) Final measurements	4.7

## 5 Tests Ub: Robustness of terminals against bending stresses

### 5.1 Object

The purpose of this test is to verify that pliable and rigid terminations and attachment of such terminations to the body of the component shall withstand such bending loads as are likely to be applied during normal assembly or handling operations.

## 5.2 Application

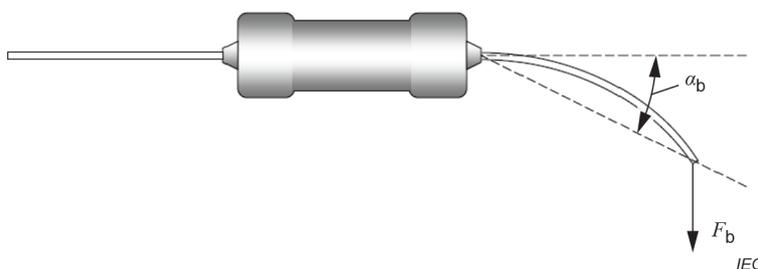
### 5.2.1 General

The relevant specification shall state the applicable test and the method to be used. If applicable, the test shall be carried out on all the terminations, except where a component has more than three terminations, in which case the specification shall state the number of terminations per component to be tested. The test shall be carried out in such a manner that all the terminations of the component have an equal probability of being subjected to testing. This limitation in the number of terminations tested does not apply to simultaneous bending (see 5.6.3), which is generally applicable to certain types of microelectronic packages with several terminations in line on one or more sides.

### 5.2.2 Pliable terminations

Terminations able to bend at least 30° with respect to its initial position (see Figure 3) under the applied force in accordance with Table 4:

Test Ub<sub>1</sub> (see 5.6.1) or Ub<sub>3</sub> (see 5.6.3) is applicable.



#### Key:

$\alpha_b$  displacement angle

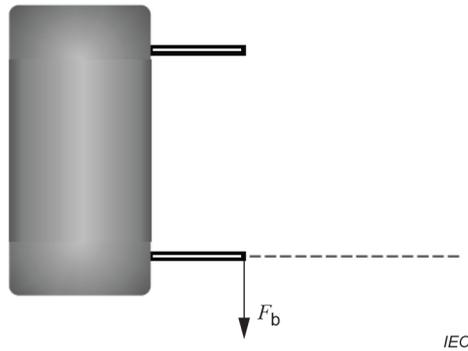
$F_b$  bending force

**Figure 3 – Displacement of pliable lead wires in test Ub**

### 5.2.3 Rigid and all other terminations

For terminations other than described in 5.2.2, test Ub<sub>2</sub> (see 5.6.2) is applicable, except for rigid terminations.

For rigid terminations (e.g. pin type terminations), test Ub<sub>1</sub> (see 5.6.1.2) is applicable. Unless otherwise specified in the relevant specification, a constant force  $F_b$ , according to the type of termination given in Table 4 shall be applied to the termination as shown in Figure 4, causing a displacement of less than 30°.

**Key:**

$F_b$  bending force

**Figure 4 – Bending force applied to a specimen with non-pliable terminations**

### 5.3 General description

As described in 5.2, in principle two procedures are applicable: bending with a constant force (see 5.2.3) or bending through a certain angle (see 5.2.2).

For each test procedure, three methods are applicable: one bend followed by a second bend in the opposite direction (Method 1; see 5.6.1.2), or two bends in the same direction (Method 2; see 5.6.1.3), or as specified (Method 3; see 5.6.1.4).

The value of the force to be applied is given in Table 4.

**Table 4 – Value of applied force for test Ub**

Section modulus ( $Z_x$ ) mm <sup>3</sup>	Diameter ( $d$ ) of corresponding round leads mm	Force $F_b$ N
$Z_x \leq 1,5 \times 10^{-3}$	$d \leq 0,25$	0,5
$1,5 \times 10^{-3} < Z_x \leq 4,2 \times 10^{-3}$	$0,25 < d \leq 0,35$	1,25
$4,2 \times 10^{-3} < Z_x \leq 1,2 \times 10^{-2}$	$0,35 < d \leq 0,50$	2,5
$1,2 \times 10^{-2} < Z_x \leq 0,5 \times 10^{-1}$	$0,50 < d \leq 0,80$	5
$0,5 \times 10^{-1} < Z_x \leq 1,9 \times 10^{-1}$	$0,80 < d \leq 1,25$	10
$1,9 \times 10^{-1} < Z_x$	$1,25 < d$	20

A relative tolerance of  $\pm 10$  % shall apply to the prescribed force  $F_b$ .

For round terminations, the section modulus  $Z_x$  is given by the following formula:

$$Z_x = \frac{\pi d^3}{32} \quad (1)$$

where

$d$  is the lead wire diameter.

For strip terminations, the section modulus  $Z_x$  is given by Formula (2)

$$Z_x = \frac{ba^2}{6} \quad (2)$$

where

$a$  is the thickness of the rectangular strip perpendicular to the bending axis;

$b$  is the other dimension of the rectangular strip.

The section modulus is defined in ISO 80000-4:2019, item 4-22, and the derivation of the above formula can be found in standard textbooks on mechanical engineering.

#### **5.4 Preconditioning**

The method of preconditioning shall be as prescribed in the relevant specification.

#### **5.5 Initial measurements**

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

#### **5.6 Test procedures**

##### **5.6.1 Test $U_{b1}$ (for wire and strip terminations)**

###### **5.6.1.1 General**

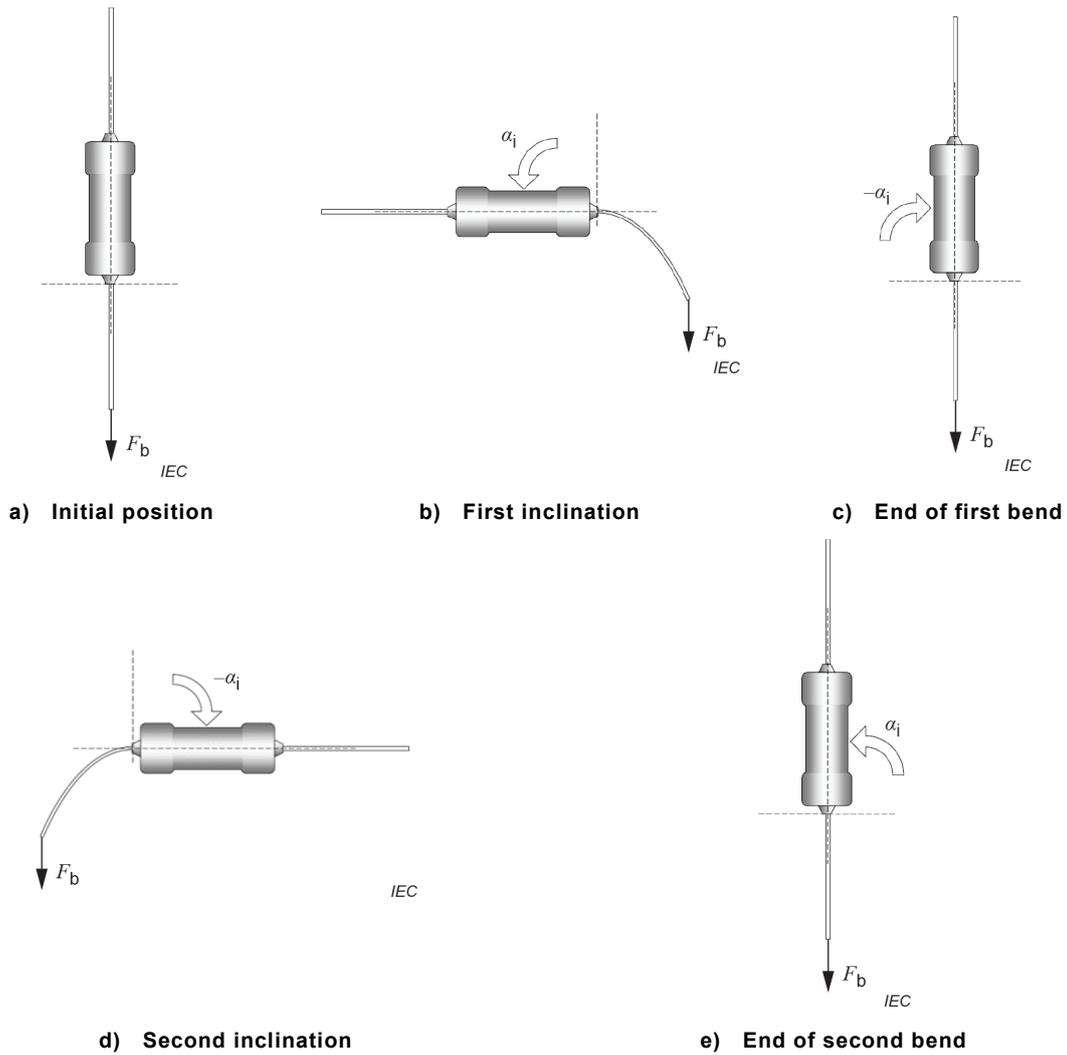
With the termination in its normal position and the component held by its body in such a manner that the axis of the termination is vertical, a mass applying a force of a value given in Table 4 is then suspended from the end of the termination. Between the body of the component and the point of application of the force, no supporting device shall be placed.

The body of the component is then inclined, over a period of 2 s to 3 s, through an angle of approximately 90° in the vertical plane and then returned to its original position over the same period of time; this operation constitutes one bend.

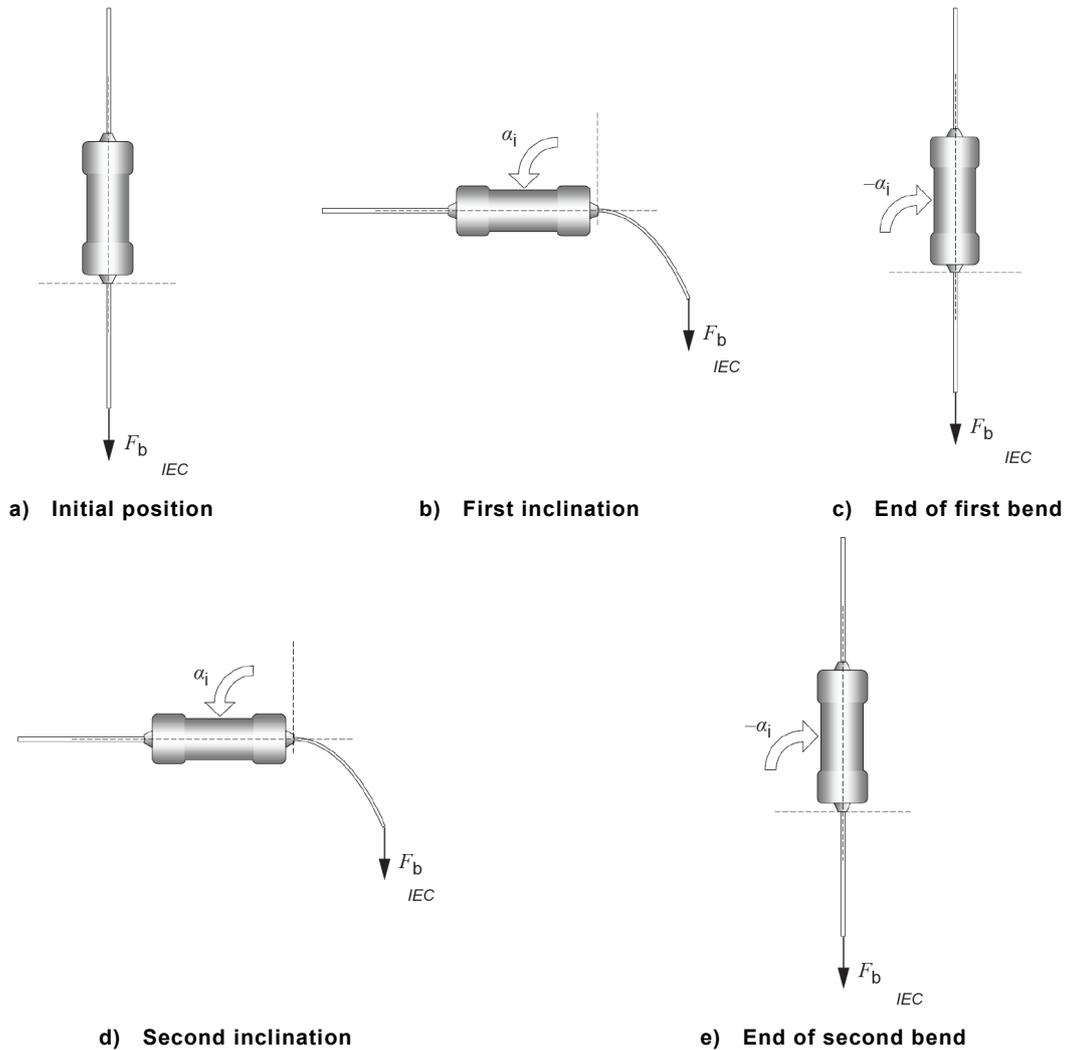
The test shall be performed according to the relevant specification, stipulating method 1, method 2 or method 3.

###### **5.6.1.2 Method 1 (see Figure 5)**

One bend immediately followed by a second bend in the opposite direction, or a larger number of alternate bends where prescribed in the relevant specification.

**Key:** $\alpha_i$  angle of inclination $F_b$  bending force**Figure 5 – Sequential test procedure of test Ub, Method 1****5.6.1.3 Method 2 (see Figure 6)**

Two bends in the same direction without interruption. Strip terminations shall be bent perpendicularly to the widest surface of the strip.



**Key:**

$\alpha_i$  angle of inclination

$F_b$  bending force

**Figure 6 – Sequential test procedure of test Ub, Methods 2 and 3**

**5.6.1.4 Method 3 (see Figure 6)**

More than two alternate bends in the same direction, without interruption, as prescribed in the relevant specification.

**5.6.2 Test Ub<sub>2</sub> (for tag terminations)**

**5.6.2.1 General**

The terminations shall be bent through 45° and then returned to their initial position; this operation shall constitute one bend (see Figure 5). The test shall be performed in accordance with the relevant specification, stipulating one or other of the procedures in 5.6.2.2 or 5.6.2.3.

**5.6.2.2 Method 1**

One bend immediately followed by a second bend in the opposite direction.

### 5.6.2.3 Method 2

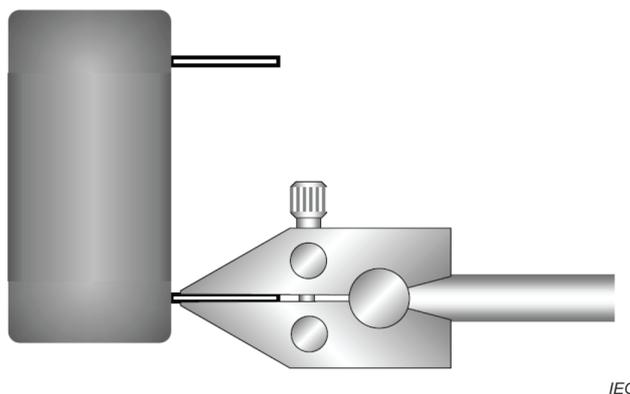
Two bends in the same direction, without interruption. The relevant specification can stipulate other details (such as use of pliers, place of bending, etc.).

### 5.6.3 Test Ub<sub>3</sub> Simultaneous bending

All terminations on one side of the component shall be clamped at the seating plane or, where it is not given, at a point approximately 3 mm from the seal between the termination and the body of the component, in a clamp with a radius of 0,1 mm at the edge where bending will occur. A mass shall be attached to the clamp with the terminations pointing downwards. This mass, which shall include the mass of the clamp, shall apply a force equal to that given in Table 4, multiplied by the number of leads clamped.

The body of the component is then inclined through an angle of 45°, taking 2 s to 3 s for the operation, and returned to its initial position over the same period of time. The test shall be performed once in one direction, and returned to the normal position, and once in the opposite direction (method 1), and again returned to the normal position (see Figure 6).

For the testing of short terminations, the clamp should be so designed that its upper surface will not touch the body of the component during the bending (which would cause a tensile stress on the terminations). The front taper of the clamp shall be designed not to obstruct any intended bending angle. The jaw of the clamp shall be designed to bite the termination at its full length. See Figure 7 below.



IEC

Figure 7 – Clamp for the testing of short terminations

## 5.7 Final measurements

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked, as required by the relevant specification.

## 5.8 Information to be given in the relevant specification

	<b>Subclause</b>
a) Method of preconditioning	5.4
b) Initial measurements	5.5
c) Number of terminations to be tested, if more than three	5.2
d) Test procedure, method and number of bends, if more than two	5.6
e) Method and particular details of application	5.6
f) Final measurements	5.7

## 6 Test Uc: Torsion

### 6.1 Object

The purpose of this test is to verify that the terminations and attachment of the terminations to the body of the component will withstand torsional forces that are likely to be applied during normal assembly or dismantling operations.

### 6.2 Application

The relevant specification shall state whether this test is applicable. If applicable, the test shall be carried out on all the terminations, except where a component has more than three terminations, in which case the specification shall state the number of terminations per component to be tested. The test shall be carried out in such a manner that all the terminations of the component have an equal probability of being subjected to testing.

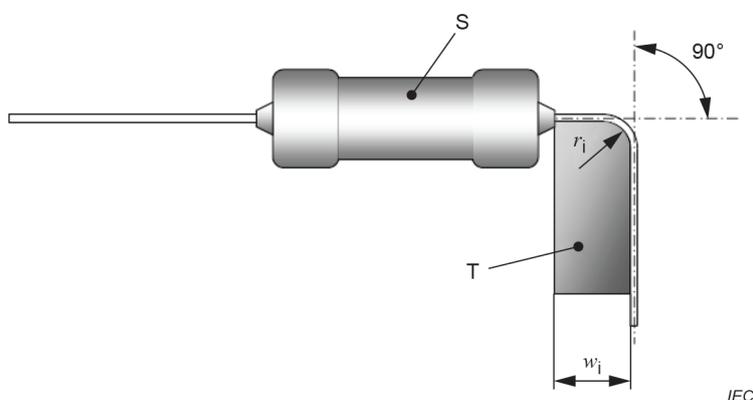
### 6.3 General description

In principle, two methods are applicable: clamping and rotating the component body against one fixed termination [method 1; see 6.6 a)] or clamping and rotating one termination against the other fixed termination [method 2; see 6.6 b)].

### 6.4 Preparation of the specimen

Terminations shall be bent through 90°. The free end of the termination shall be fixed, and the body of the component rotated about the original axis of the termination, as specified (see Figure 8).

The method of preconditioning shall be as prescribed in the relevant specification.



#### Key:

S component specimen

T lead wire bending template, typically a metal plate

$r_i$  inner lead wire bending radius,  $r_i = 0,75$  mm

$w_i$  inner width of the bending template,  $w_i = 6$  mm

**Figure 8 – Preparatory bending of a lead wire for test Uc**

### 6.5 Initial measurements

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

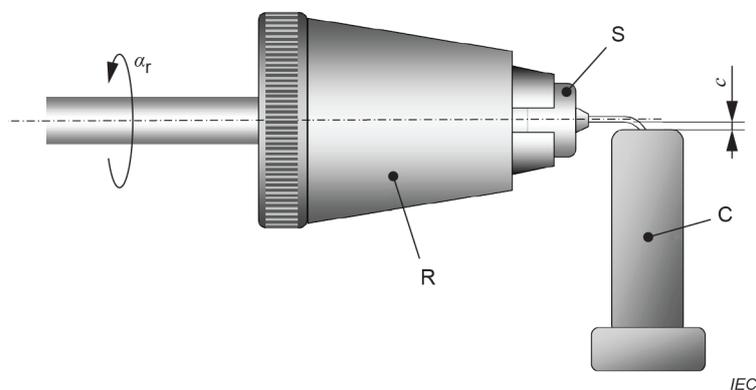
## 6.6 Test procedure

Each termination shall be bent through 90° at a point 6 mm to 6,5 mm from the point of emergence of the termination. The radius of curvature of the bend shall be approximately 0,75 mm (see Figure 8). The free end of the termination shall be clamped to a point  $1,2 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$  from the bend (see Figure 9). The body of the component shall then be rotated, as specified below, about the original axis of the termination at a rate of one rotation per 5 s. Successive rotations shall be in alternate directions. The test shall be performed in accordance with one of the following methods, and one of the following severities, as required by the detail specification.

### a) Method 1

Component body clamped:

- Severity 1: three rotations of 360°;
- Severity 2: two rotations of 180°.



#### Key:

S component specimen

R revolvable specimen clamping chuck

$\alpha_r$  chuck rotating angle

Severity 1: 3 rotations:  $\alpha_{r1} = 360^\circ$ ;  $\alpha_{r2} = -360^\circ$ ;  $\alpha_{r3} = 360^\circ$

Severity 2: 2 rotations:  $\alpha_{r1} = 180^\circ$ ;  $\alpha_{r2} = -180^\circ$

C rigidly held, padded clamp

$c$  lead wire clearance from clamp,  $c = (1,2 \pm 0,4) \text{ mm}$

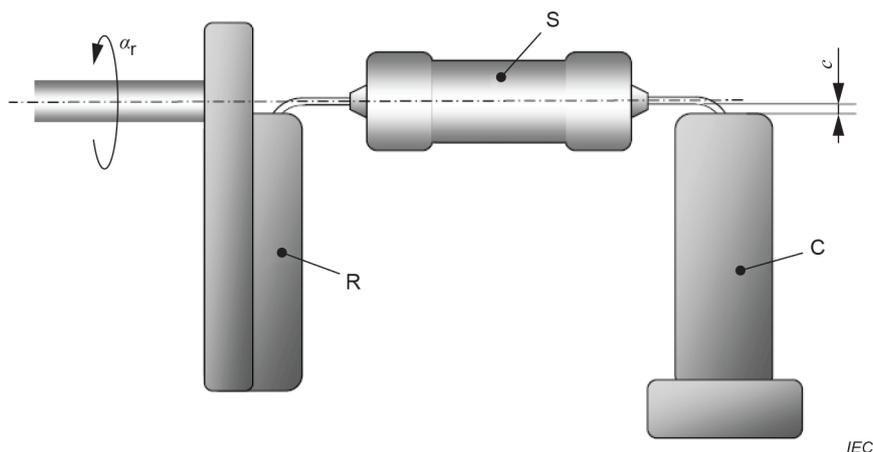
**Figure 9 – Torsion test method 1: Rotation of clamped specimen body**

### b) Method 2

Both wire terminations clamped (see Figure 10):

- Severity: two rotations of 180°.

NOTE Method 2 is primarily intended for components with a body unsuitable for clamping (e.g. having a diameter less than 4 mm) and with axial terminations of the same kind at each end.



**Key:**

S component specimen

R revolvable lead wire clamp

$\alpha_r$  chuck rotating angle; unique severity: 2 rotations:  $\alpha_{r1} = 180^\circ$ ;  $\alpha_{r2} = -180^\circ$

C rigidly held, padded clamp

c lead wire clearance from clamp,  $c = (1,2 \pm 0,4)$  mm

**Figure 10 – Torsion test method 2: Rotation of clamped other lead wire**

**6.7 Final measurements**

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked, as required by the relevant specification.

**6.8 Information to be given in the relevant specification**

	<b>Subclause</b>
a) Method of preconditioning	6.4
b) Initial measurements	6.5
c) Number of terminations to be tested, if more than three	6.2
d) Test procedures and severities	6.6
e) Final measurements	6.7

**7 Test Ud: Torque**

**7.1 Object**

The purpose of this test is to verify that the terminations, the attachment of the terminations to the body of the component and integral mounting means shall withstand torque forces that are likely to be applied during normal assembly or handling operations.

**7.2 Application**

The relevant specification shall state whether this test is applicable. If applicable, the test shall be carried out on all the terminations, except where a component has more than three terminations, in which case the specification shall state the number of terminations per component to be tested. The test shall be carried out in such a manner that all the terminations of the component have an equal probability of being subjected to testing.

### 7.3 General description

For terminations with threaded studs or screws, a given torque is applied to the screw or to each of the nuts normally fitted to each terminal, according to the severity prescribed in the relevant specification. For other types of termination the relevant specification shall give the method required.

### 7.4 Preconditioning

The method of preconditioning shall be as prescribed in the relevant specification.

### 7.5 Initial measurements

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked, as required by the relevant specification.

### 7.6 Test procedure

#### 7.6.1 Terminations with threaded studs or screws

With the component held by its normal fixing devices, the torque given in Table 5 shall be applied without shock to the screw or to each of the nuts normally fitted to each termination, for a period of 10 s to 15 s, according to the severity prescribed by the relevant specification. During this test, a washer or metal plate with a normal clearance hole for the screw threads shall be placed between the screw head and the surface on to which it is tightened. The thickness of the washer or metal plate shall be approximately equal to six times the nominal pitch of the stud. All parts shall be clean and dry. The nut width shall be equal to approximately 0,8 times the nominal stud diameter, as stated in ISO 272.

See Figure 11 to Figure 13 for examples of test assemblies.

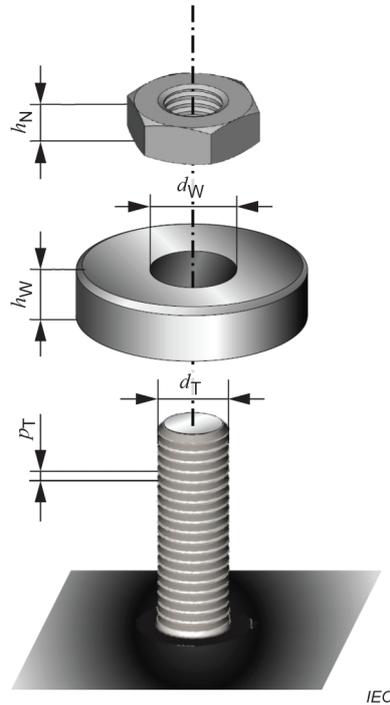
**Table 5 – Torque severity**

Nominal thread diameter <sup>a</sup> mm		2,5	2,6	3	3,5	4	5	6	8
Torque Nm	Severity 1	0,35	0,4	0,5	0,8	1,2	2,0	2,5	5
	Severity 2	0,18	0,2	0,25	0,4	0,6	1,0	1,25	2,5

A relative tolerance of  $\pm 10\%$  shall apply to the prescribed torques.

<sup>a</sup> Thread diameters 2,6 mm and 3,5 mm are listed for historical reference only, as these threads are not recommended anymore.

For some components, such as semiconductor devices, quite different torque values may be needed. Where necessary, these shall be prescribed in the relevant specification. For diameters greater than 8 mm, the torque values shall be specified in the relevant specification. It shall be possible to loosen the nuts or screws afterwards.



**Key:**

$d_T$  nominal diameter of the stud's thread

$p_T$  nominal pitch of the stud's thread

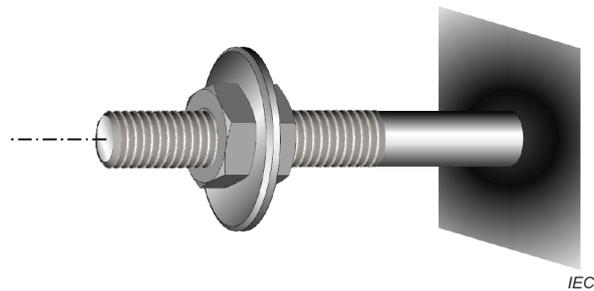
$d_W$  bore diameter of the washer, typically  $d_W \approx 1,08 \times d_T$

$h_W$  height of the washer,  $h_W \approx 6 \times p_T$

$h_N$  height of the hex nut, standard height  $h_N \approx 0,8 \times d_T$

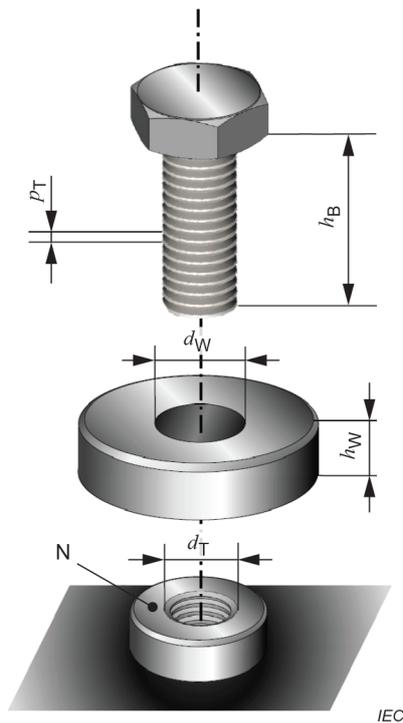
The seating plane next to the stud shall be free of irregularities, e.g. emerging from a welding process.

**Figure 11 – Assembly for the torque test applied to a threaded stud**



**Figure 12 – Preparation of a threaded termination for the torque test**

For the execution of the torque test, the specimen shall be firmly fixed, and the prescribed torque shall be applied to the locked front nut.

**Key:**

$h_B$  height of the bolt, standard height  $h_B \approx h_W + l_N - p_T$

$p_T$  nominal pitch of the nut's and bolt's thread

$d_W$  bore diameter of the washer, typically  $d_W \approx 1,08 \times d_T$

$h_W$  height of the washer,  $h_W \approx 6 \times p_T$

N nut embedded in the specimen body, providing a thread with an applicable length  $l_N$

$d_T$  nominal diameter of the nut's thread

**Figure 13 – Assembly for the torque test applied to an embedded nut**

### 7.6.2 Other test configurations

The relevant specification shall give the methods required.

### 7.7 Final measurements

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

### 7.8 Information to be given in the relevant specification

	<b>Subclause</b>
a) Method of preconditioning	7.4
b) Initial measurements	7.5
c) Number of terminations to be tested, if more than three	7.2
d) Severity	7.6
e) Different torque values for thread diameters greater than 8 mm, or if necessary, for other reasons	7.6.1
f) Test method for other test configurations	7.6.2
g) Final measurements	7.7

## 8 Test Ue: Robustness of terminations for SMD in the mounted state

### 8.1 Object

The purpose of this test is to assess the mechanical robustness of surface mount device (SMD) terminations mounted on a substrate using a specified method. The terminations consist of metallized portions on non-conductive parts of the component or of short, partly flattened metallic parts.

### 8.2 Application

Test Ue contains three separate test methods and relevant specifications shall state which is applicable. These methods are as follows:

- test Ue<sub>1</sub>: substrate bending test;
- test Ue<sub>2</sub>: pull-off and push-off test;
- test Ue<sub>3</sub>: shear (adhesion) test.

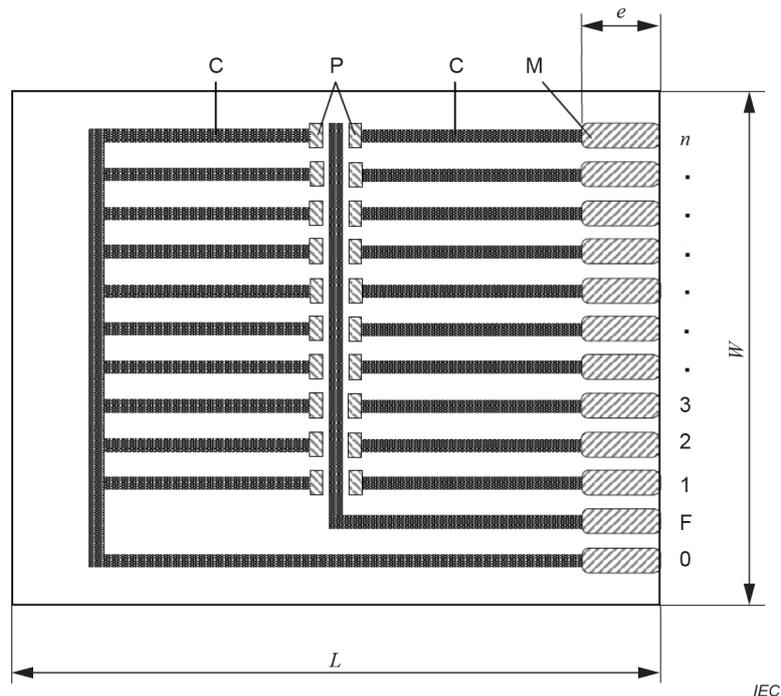
Test Ue<sub>1</sub> is not applicable to components which are intended to be mounted on rigid substrates only.

### 8.3 Substrate for test method Ue

Unless otherwise prescribed by the relevant specification, the test shall be conducted on a specimen (device) mounted by its normal means on one of the following substrates.

#### a) Test Ue<sub>1</sub>:

Glass epoxy board made from epoxide woven glass fabric copper-clad laminated sheet, as defined, for example, in IEC 61249-2-22 or IEC 61249-2-35, with foil bonded to one side and a nominal thickness of the sheet, including the metal foil, of  $(1,6 \pm 0,2)$  mm or of  $(0,8 \pm 0,1)$  mm. The choice of the thickness of substrate shall be prescribed in the relevant specification. The copper foil shall have a thickness of  $(35 \pm 10)$   $\mu\text{m}$ .

**Key:**

C conductor tracks, typically covered with solder resist

P solder pads, dimensions as prescribed by the relevant specification

M mating area for a card edge connector, or for attachment of individual test wires

F optional conductor track

$L$  length of the substrate,  $L \geq 100$  mm

$W$  width of the substrate, depending on the design of the test equipment and on the intended number  $n$  of specimens to be tested in parallel

$e$  length of the connector pads, e.g. 15 mm

$n$  specimen number

The relevant specification shall prescribe a minimum spacing of the specimens, which shall be applied if  $n > 1$

**Figure 14 – Example of substrate for test method Ue**

b) Test Ue<sub>2</sub> and Test Ue<sub>3</sub>:

Glass epoxy board as for test Ue<sub>1</sub> or alumina ceramic, with fired-on metallized pads of a material which is difficult to peel off (e.g. copper or silver palladium). Where the push-off method of Ue<sub>2</sub> is to be applied, a hole shall be made in the substrate, with dimensions as given in Figure 17, as an example. Where the pull-off method of Ue<sub>2</sub> is to be applied, a substrate without holes may be used.

The substrate pattern of Figure 14, is preferred but not required.

NOTE These patterns are basically applicable to two-terminal devices.

The relevant specification shall prescribe all additional details, including whether the specimen may be a non-operative device.

The test shall be carried out under the standard atmospheric conditions for measurement and tests, as given in 5.3 of IEC 60068-1:2013.

The tests are destructive because mounted specimens are required and cannot be reused. Different specimens will be required for each test.

## 8.4 Mounting

### 8.4.1 Dimensions

The dimensions for the soldering lands on the substrate shall be prescribed by the relevant specification.

### 8.4.2 Possible mounting methods

For the mounting of the specimen on the test substrate, the relevant specification shall prescribe the method to be selected, preferably from the following list, with all the necessary details (see also 8.4.3):

- a) solder wave, single or double;
- b) reflow soldering with heating by one of the following means:
  - oven or conveyor oven (forced convection),
  - hot gas jet,
  - vapour phase (condensation),
  - laser soldering.

### 8.4.3 Mounting method for substrate bending, pull-off, push-off and shear

If the details of mounting are not prescribed by the relevant specification, the method of mounting shall be as follows:

#### a) Choice of solder paste

- 1) The solder paste shall be either group 2 for tin-lead solder alloy or group 3 for lead-free solder alloy, as defined in IEC 60068-2-58:2015, Table 4.

NOTE The current solder name for tin-lead solder alloy defined in IEC 61190-1-3:2017 is Sn60Pb40 or Sn63Pb37.

- 2) The footprints shall be covered with solder deposit; the thickness shall be specified in the relevant specification.

NOTE Typical thickness of the solder deposit is in the range of 60 µm to 250 µm.

#### b) Preparation of the specimen

- 1) The specimen surface to be tested shall be in the "as received" condition and shall not be touched by fingers or otherwise contaminated.
- 2) The specimen shall not be cleaned prior to the test. If required by the relevant specification, the specimen may be immersed in an organic solvent at room temperature for preconditioning.
- 3) Preconditioning of the specimen  
Specimens that need preconditioning shall be pretreated in accordance with the relevant specification.

#### c) Positioning of the specimen

The specimen shall be placed symmetrically on its footprint.

#### d) Preheating

If required, the substrate with the mounted specimen shall be preheated in accordance with the relevant specification.

#### e) Soldering

- 1) Soldering shall be performed immediately after preheating.
- 2) As long as the soldering conditions do not lead to a thermal load, which exceeds the SMD specification, any kind of reflow oven or vapour phase soldering oven may be used.

- 3) The soldering profile shall be in accordance with the relevant specification.

NOTE Information on typical soldering profiles are provided in Table 1 of IEC 60068-2-58:2015.

- 4) Care shall be taken to ensure that complete wetting is achieved.
- 5) The soldered area of the substrate shall be cleaned using 2-propanol (iso-propanol) or water to remove surplus flux. If necessary, the details of the cleaning method shall be given in the relevant specification.
- 6) The solder fillet shall comply with the minimum requirements for the relevant joint, given in the relevant specification or IEC 61191-2.

## 8.5 Preconditioning

If required, the method of preconditioning shall be as prescribed in the relevant specification.

## 8.6 Initial measurements

Visual inspection of the specimen shall be made with a magnification of at least 10× under adequate light (e.g. 2 000 lx). If specified in the relevant specification, electrical and/or mechanical characteristics shall be measured. The strength of the solder weakens with time and this will influence the test results.

Unless otherwise specified in the relevant component specification, the test shall be performed (24 ± 6) h after the soldering process.

## 8.7 Test methods

### 8.7.1 Test $U_{e1}$ : Substrate bending test

#### 8.7.1.1 Object

This test is suitable for all devices except those intended for mounting on rigid substrates only (see 8.2).

NOTE It is the responsibility of the manufacturer or supplier of the device to indicate whether it is intended for mounting on rigid substrates only.

The purpose of this test is to verify that pliable terminations and attachment of these terminations to the body of the component shall withstand such bending loads as are likely to be applied during normal assembly or handling operations.

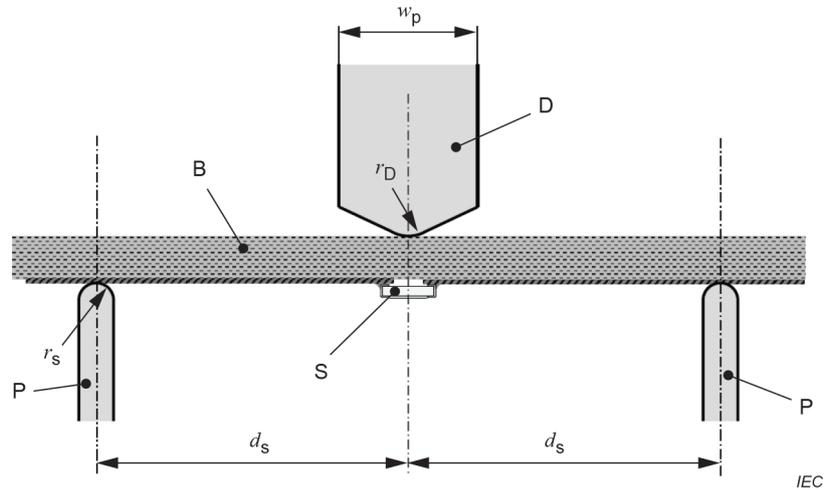
#### 8.7.1.2 Test method

The specimen shall be mounted on the test substrate (see Figure 14) in accordance with 8.4. The geometry of the specimen should be taken into account when selecting its position on the substrate and, therefore, when defining the dimensions of the solder lands.

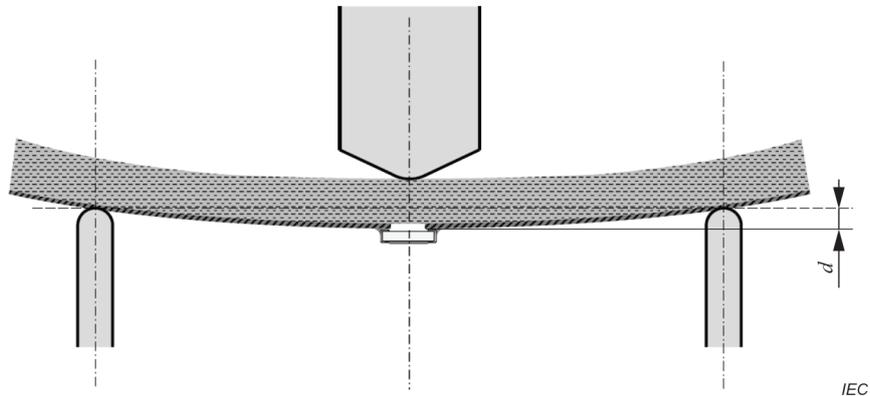
The test substrate with the specimen is placed in the bending jig (see Figure 15) and gradually bent to a depth,  $d$ , of 1 mm, 2 mm, 3 mm, or 4 mm with a speed of (1,0 ± 0,5) mm/s. The value of  $d$  and its tolerance shall be prescribed in the relevant specification. The substrate shall be maintained in the bent state for (20 ± 1) s, unless another time is prescribed in the relevant specification. The relevant specification shall prescribe, where necessary, a critical (electrical) parameter to be monitored throughout the period during which the specimen remains bent under test. The bending force shall then be relaxed. Unless otherwise specified in the relevant specification, the number of bends shall be one.

**Remarks:**

- As an alternative, the stepwise bending methods may be applied to decide the required values of the relevant specification or to seek the limit. If the stepwise bending methods are applied, the test method shall be specified in the relevant specification.
- If the radius of the bending tool is applied and is other than 5 mm, the radius shall be specified in the relevant specification.



**a) Substrate in neutral position**



**b) Substrate in deflected position**

**Key:**

D deflection device, width  $w_p = (20 \pm 2)$  mm, with rounded contact area,  $r_D = (5 \pm 0,5)$  mm without any sharp edges

P support, distance  $d_s = (45 \pm 2)$  mm, with rounded contact area,  $r_s = (2,5 \pm 0,25)$  mm

B substrate, as prescribed by the relevant specification

S specimen(s)

d deflection

**Figure 15 – Substrate bending test**

**8.7.2 Test Ue<sub>2</sub>: Pull-off and push-off test**

**8.7.2.1 Object**

This test is suitable for SMDs intended for mounting on rigid substrates. The purpose of this test is to evaluate the adhesion strength at the interface between the terminations of an SMD and its body.

## 8.7.2.2 Test methods

### 8.7.2.2.1 General

Unless otherwise specified in the relevant specification, the test method shall be as follows.

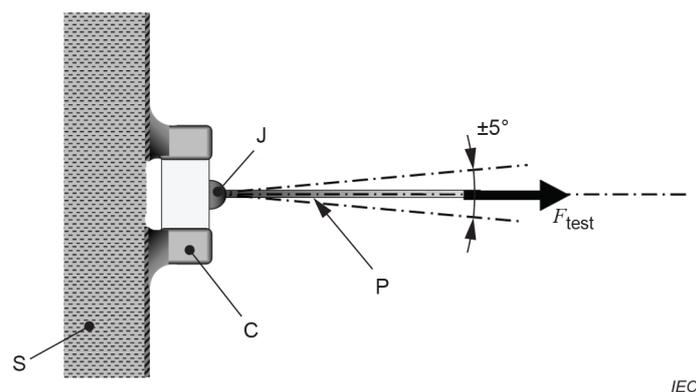
The specimen shall be mounted on a suitable substrate.

Either a pull-off or push-off test method may be used. The choice of the method shall be prescribed in the relevant component specification. In general, the pull-off method is used as the first choice. The push-off method is used if it is too difficult to attach a pulling wire to the specimen. If required by the relevant specification, the time between soldering and testing shall be specified. The strength of the solder weakens with time and this will influence the test results. The test shall be performed  $(24 \pm 6)$  h after soldering.

### 8.7.2.2.2 Pull-off test

A suitable pulling tool shall be attached to the centre of the specimen by clamping or by means of a wire fastened perpendicularly to the top of the specimen mounted on its substrate, as shown in Figure 16.

If necessary, the clamping and adhesion methods of the specimen should be prescribed in the relevant specification.



#### Key:

- S substrate, as prescribed by the relevant specification
- C component specimen
- J joining of the pulling tool to the specimen's surface, e.g. dot of glue
- P pulling tool, e.g. a rigid wire
- $F_{test}$  force applied for the pull-off test

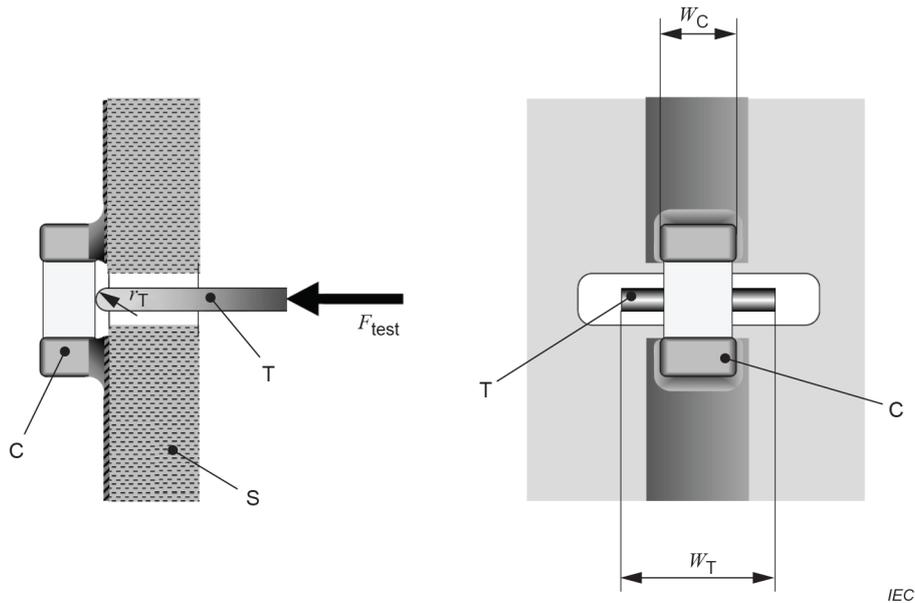
**Figure 16 – Test Ue<sub>2</sub>, pull-off test**

The pulling force  $F_{test}$  shall be applied perpendicular to the specimen's top surface, with a permissible deviation of  $\pm 5^\circ$  from the normal axis.

With the substrate firmly held, a pulling force of 10 N shall be applied to the specimen. The force shall be applied gradually at a constant rate. The maximum force shall be reached within 5 s and maintained constant for  $(10 \pm 1)$  s and the force shall be applied along an axis within  $5^\circ$  to the normal (see Figure 16).

**8.7.2.2.3 Push-off test**

Fix the substrate and apply the push-load through the hole in the substrate, on the centre of the specimen by means of a pushing tool, as shown in Figure 17. The pushing tool shall be chamfered with a radius ( $r_T$ ) of 0,5 mm. The pushing tool shall be brought, without shock, into contact with the lateral surface of the specimen. Unless otherwise specified in the relevant specification, a pushing force ( $F_{test}$ ) of 10 N shall be applied to the specimen. The force shall be applied gradually at a constant rate. The maximum force shall be reached within 5 s and maintained constant for  $(10 \pm 1)$  s and the force shall be applied along an axis within  $5^\circ$  to the normal.



**Key:**

- S substrate, with a cutout for access of the push tool, as prescribed by the relevant specification
- C component specimen
- T push tool, with a front edge radius  $r_T$ , as prescribed by the relevant specification
- $F_{test}$  force applied for the push-off test
- $W_C$  nominal width of the component specimen
- $W_T$  width of the push tool,  $W_T > W_C$ , to be centred around the width of the specimen

**Figure 17 – Test Ue<sub>2</sub>, push-off test**

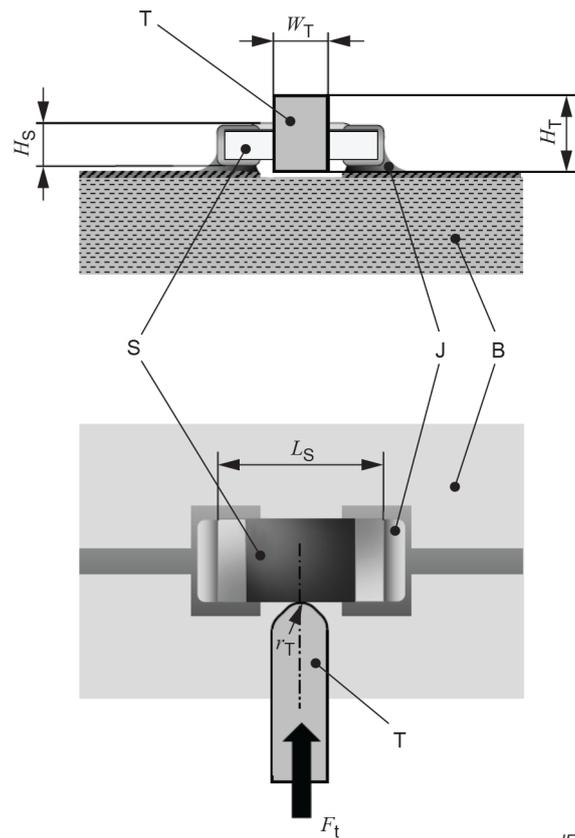
**8.7.3 Test Ue<sub>3</sub>: Shear test**

**8.7.3.1 Object**

The purpose of this test is to evaluate the shear strength at the interface between the terminations of an SMD and its body. The method is applicable for SMDs whose shape and height allows the pushing tool to contact the specimen body without damaging it. If components with a nominal size  $L_s < 1,0$  mm shall be tested, the relevant specification shall describe applicability, the details of the test setup and, in particular, the value of  $r_T$  of the pushing tool.

### 8.7.3.2 Test method

If permitted by the type and geometry of the specimen, a force shall be applied by means of an appropriate pushing tool. A pushing tool chamfered with a radius of 0,5 mm or 0,2 mm shall be used. The use of flat faced pushing tools bears the risk of a wedge effect emerging from its edges, and thus of damaging the specimen. The thickness of the pushing tool shall be larger than the height of the relevant contact surface of the specimen to be tested; however, the width of the pushing tool is not specified (see Figure 18). The force shall be applied parallel to the substrate and perpendicular to the specimen lateral surface, on the centre of the specimen, as shown in Figure 18. The point of contact between the specimen and the pushing tool shall be prescribed by the relevant specification.



IEC

#### Key:

- T Pushing tool,  $H_T > H_S$   
with rounded contact area,  $r_T = 0,5 \text{ mm}$  for  $L_S > 2 \text{ mm}$ ,  $r_T = 0,2 \text{ mm}$  for  $1,0 \text{ mm} \leq L_S \leq 2 \text{ mm}$
- B substrate, as prescribed by the relevant specification
- S specimen
- J solder joint
- $F_t$  pushing force
- $L_S$  nominal length of component body

**Figure 18 – Test Ue<sub>3</sub>, shear test**

The pushing tool shall be brought, without shock, into contact with the lateral surface of the specimen. A force as required by the relevant specification shall be applied to the specimen gradually and at a constant rate. The maximum force shall be reached within 5 s and maintained constant for  $(10 \text{ s} \pm 1) \text{ s}$ . The strength of the solder weakens with time and this will influence the test results. Thus, the test shall be performed  $(24 \pm 6) \text{ h}$  after soldering, unless otherwise required by the relevant specification.

Depending upon the size of components typical forces in the range between 1 N to 10 N are applied.

If prescribed by the relevant specification, a suitable critical parameter shall be monitored throughout the period during which the force is applied.

## **8.8 Final measurements**

### **8.8.1 Recovery**

Components which need recovery treatment shall be treated in accordance with the relevant specification.

### **8.8.2 Visual examination of terminations**

Visual inspection of the specimen shall be made under adequate light (for example, 2 000 lx), with a magnification of at least 10×. The joints between the specimen terminations and the specimen body shall be inspected. There shall be no visible evidence of rupture or cracking. The termination shall remain secured to the specimen. Defects of the solder joint and substrate shall not be considered in assessing the specimen.

If the electrical and/or mechanical properties of the specimen require testing, this shall be specified in the relevant specification.

### **8.8.3 Electrical characteristics**

Electrical measurements shall be performed in accordance with the relevant specification. The relevant specification shall provide acceptance and rejection criteria.

### **8.8.4 Hidden defect**

In many cases, the damage caused by testing cannot be assessed by visual inspection or electrical measurements. In order to develop and reveal hidden faults, it is recommended that the test be immediately followed by the climatic sequence in IEC 60068-2-61 or by other appropriate mechanical and/or electrical conditioning, as prescribed by the relevant specification.

## **8.9 Information to be given in the relevant specification**

If this test is included in a relevant specification, it shall be stated which elements are applicable as well as which are mandatory.

	<b>Subclause</b>
<b>General information</b>	
a) Applicable test method	8.2
b) Indication as to whether the tested specimen is operative or non-operative	8.3
c) Type and dimensions (thickness and additional detail) of the substrate	8.3
d) Shape and dimensions of the solder lands on the substrate	8.4.1
e) Method of mounting if other than given in 8.4.2 and 8.4.3	8.4.2, 8.4.3
f) Type of solder alloy	8.4.3 a)
g) Use of solder paste with the addition of silver	8.4.3 a) 1-2)
h) Thickness of solder deposit	8.4.3 a) 2)
i) Conditions of preconditioning the specimen	8.4.3 b) 3)
j) Preheating	8.4.3 d)
k) Soldering method and condition of soldering if other than as specified in 8.4.3 e) 3)	8.4.3 e) 3)
l) Method of cleaning	8.4.3 e) 5)
m) Initial measurements	8.6
n) Dwell time between soldering and testing	8.6
<b>Test Ue<sub>1</sub></b>	
a) Bending depth and time of remaining bent, if other than 20 s, and any required monitoring	8.7.1.2
b) The stepwise bending methods (if applied)	8.7.1.2
c) Radius of bending tool, if other than 5 mm	8.7.1.2
<b>Test Ue<sub>2</sub></b>	
a) Test method (pull-off or push-off)	8.7.2.2
b) Method of attachment of the wire for test Ue <sub>2</sub> (pull-off)	8.7.2.2.2
c) Loading condition (pulling or pushing force and direction) if other than as specified in 8.7.2.2.2 and 8.7.2.2.3	8.7.2.2.2 8.7.2.2.3
d) Radius of pushing tool, if other than 0,5 mm, for test Ue <sub>2</sub> (push-off)	8.7.2.2.3
<b>Test Ue<sub>3</sub></b>	
a) The pushing tool, point of contact between the specimen and pushing tool and the type of contact	8.7.3.2
b) Pushing force if other than 5 N	8.7.3.2
c) Critical parameter to be monitored during application of force	8.7.3.2
<b>Final measurement</b>	
a) Recovery condition	8.8.1
b) Types of defect	8.8.2
c) Electrical measurement	8.8.3
d) Acceptance/rejection criteria	8.8.3
e) Indication as to whether the climatic sequence test should be used	8.8.4

## 9 Test Uf: Robustness of component body

### 9.1 Object

The tests evaluate the robustness of a component's body against external static forces ( $Uf_1$ ) and dynamic forces ( $Uf_2$ ) which are applied to it during mounting.

A static force can have a different influence on a device from that of a dynamic force, whose effects can be evaluated by a test separately described as an impact shock test. This simulates the mechanical stress applied to the SMDs, during and after mounting the SMDs on a printed board. This test shall be referred to in the relevant detail specification.

### 9.2 Application

Unless otherwise specified by the relevant specification, the test shall be conducted on a specimen (device) in an unmounted condition. Test Uf contains two test methods and relevant specifications shall state which is applicable.

### 9.3 General description

Test methods Uf are as follows:

#### – Test $Uf_1$ : Body strength

This test simulates the static force applied to SMDs during picking up and centring in a placement process, e.g. with a rather slow-speed mounting machine in which the forces are mainly of a static nature.

#### – Test $Uf_2$ : Impact shock

This test evaluates the physical resistance of SMDs against impact shock. It simulates the dynamic forces applied by picking and placing tools on a high-speed mounting machine. The influence of a dynamic force on a device can differ from the influence of a static force.

### 9.4 Preconditioning

Specimens that need preconditioning shall be pretreated in accordance with the relevant specification.

### 9.5 Initial measurement

Visual inspection of the specimen shall be made with the assistance of a magnification of at least 10× under adequate lighting (for example, 2 000 lx). If specified in the relevant specification, electrical and/or mechanical characteristics shall be measured.

### 9.6 Test procedure

#### 9.6.1 Test $Uf_1$ : Body strength

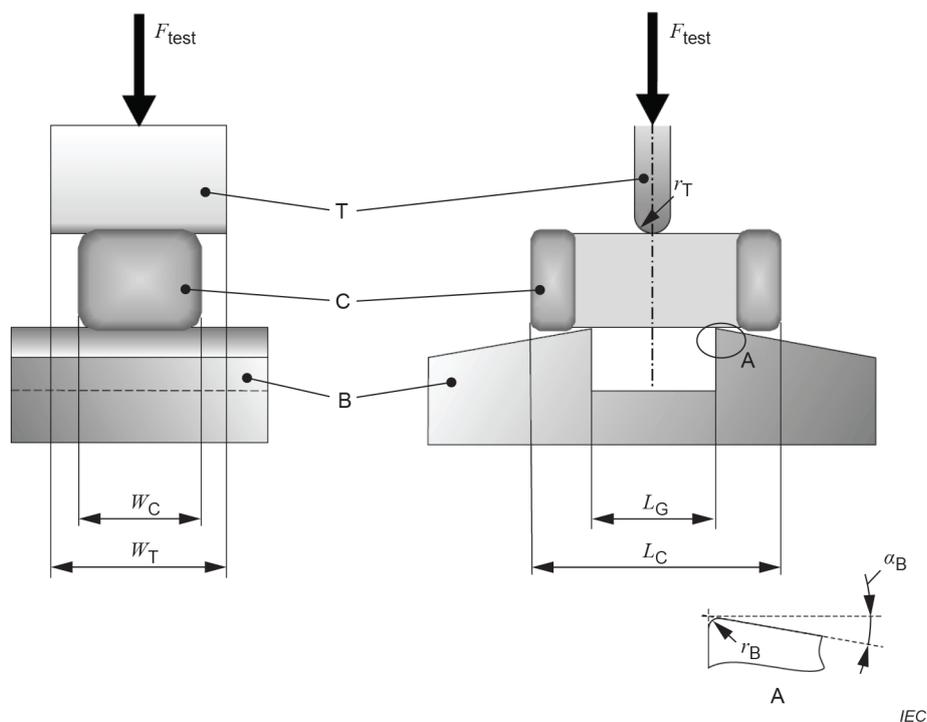
##### 9.6.1.1 Equipment

The equipment shall be able to apply the specified force to the specimen and maintain the test load for the specified duration. The length ( $L$ ) of the tip of the pushing tool shall be wider than the width ( $W$ ) of the specimen under test. Unless otherwise specified in the relevant specification, the shape of the tip of the pushing tool shall be chamfered with a radius of 0,5 mm. The thickness of the pushing tool is not specified (see Figure 19). If this specification cannot be applied owing to the shape or construction of the specimen under test or for any other reason, the shape of the pushing tool shall be specified in the relevant specification.

### 9.6.1.2 Test method

Testing shall include the following steps.

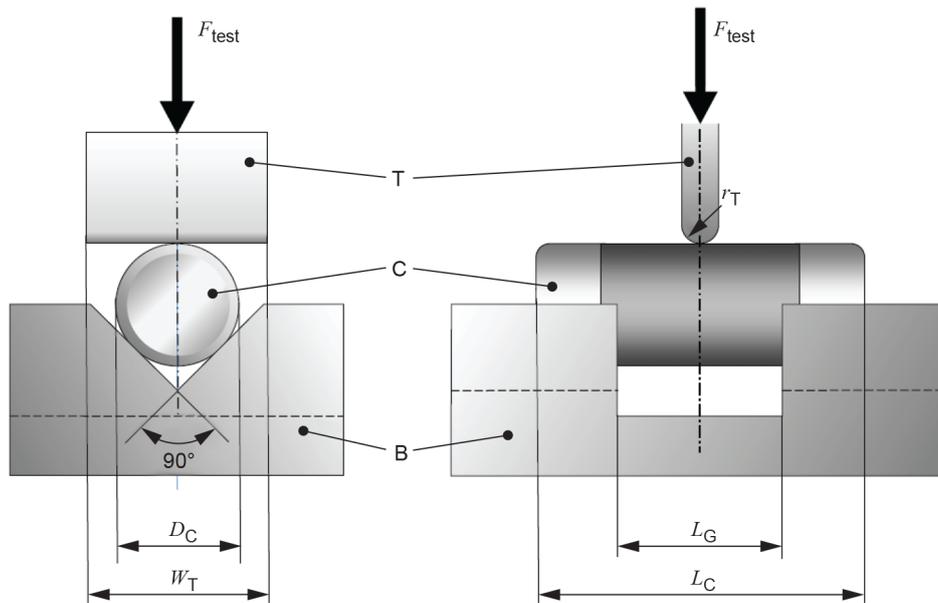
- Unless otherwise specified in the relevant specification, the specimen shall be placed on the supporting base, shown in Figure 19 and Figure 20, so that both ends of the specimen are symmetrically positioned on the supporting base. The test table shall be placed on a plane, robust platform so that the test results shall not be affected when the load is applied. The angle of the taper of section "A" in Figure 19 shall be greater than 70°, but less than 90°.
- The shapes and supporting base shall be specified in the relevant specification for different types of SMDs. Two typical examples are given in Figure 19 and Figure 20.
- Apply pressure to the centre of the specimen, using the pushing tool shown in Figure 19 and Figure 20), to reach the specified load within 5 s and maintain the pressure for  $(10 \pm 1)$  s. The load shall be 10 N unless otherwise specified by the relevant specification.
- Unless otherwise specified, electrical measurements shall be made during the load application, in accordance with the relevant specification.



#### Key:

- B supporting base, made of a sufficiently hard material (e.g. sintered carbide, steel)
- $\alpha_B$  slant angle of the supporting base surfaces aside of the gap,  $\alpha_B = (10 \pm 5)^\circ$
- $r_B$  radius of the base gap edge,  $r_B = (0,15 \pm 0,05)$  mm
- C component specimen
- T thrust tool, made of a sufficiently hard material (e.g. sintered carbide, steel)
- $r_T$  radius of the pushing tool front edge,  $r_T = 0,5$  mm
- $F_{test}$  force applied for the body strength test
- $W_C$  nominal width of the component specimen
- $W_T$  width of the thrust tool,  $W_T > W_C$ , to be centred around the width of the specimen
- $L_C$  nominal length of the component specimen, to be centred under the thrust tool
- $L_G$  length of the gap in the supporting base,  $L_G = L_C/2$ , to be centred under the thrust tool

**Figure 19 – SMD Body strength test  $Uf_1$  applied to a rectangular specimen**



IEC

**Key:**

- B supporting base, made of a sufficiently hard material (e.g. sintered carbide, steel)
- C component specimen
- T thrust tool, made of a sufficiently hard material (e.g. sintered carbide, steel)
- $r_T$  radius of the pushing tool front edge,  $r_T = 0,5 \text{ mm}$
- $F_{\text{test}}$  force applied for the body strength test
- $D_C$  nominal diameter of the component specimen
- $W_T$  width of the thrust tool,  $W_T > D_C$ , to be centred around the diameter of the specimen
- $L_C$  nominal length of the component specimen, to be centred under the thrust tool
- $L_G$  length of the gap in the supporting base,  $L_G = L_C/2$ , to be centred under the thrust tool

**Figure 20 – SMD Body strength test  $Uf_1$  applied to a MELF specimen**

**9.6.2 Test  $Uf_2$ : Impact shock**

**9.6.2.1 Equipment**

The equipment shall be able to apply the specified potential energy to the specimen. The principle of the equipment is given in Figure 21. The potential energy is given by the following formula:

$$E_p = m \times g_n \times h \tag{3}$$

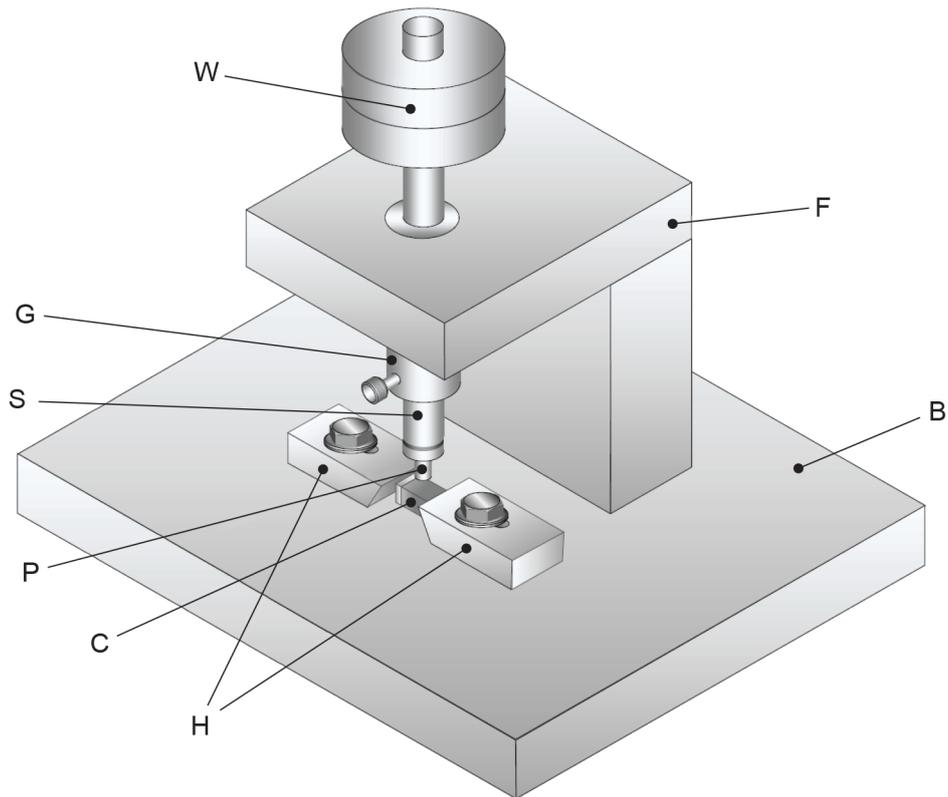
where

$E_p$  is the potential energy;

$m$  is the mass of the impact device (collet, shaft and additional weight);

$g_n$  is the gravitational acceleration,  $g_n = 9,81 \text{ m/s}^2$ ;

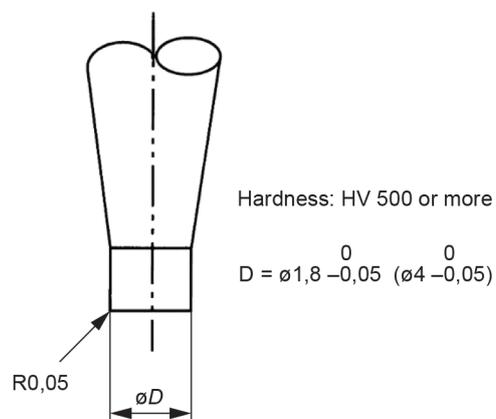
$h$  is the drop height of the impact device.



IEC

**Key:**

- B supporting metal base
- F supporting metal frame
- C component specimen
- H specimen holding clamps
- G guide, with mechanism to release the shaft from its elevated position
- S shaft, with collet to hold the impacting piston
- P piston, made of a sufficiently hard material (e.g. sintered carbide, steel; HV 500 or more,  $r = 0,05$  mm)
- W weight(s)

**Figure 21 – Example of an apparatus for test Uf<sub>2</sub>**

IEC

**Figure 22 – Example of a piston**

The equipment shall be capable of generating specified impact energy to a specimen by dropping a load (collet, shaft, piston and additional weight) (see Figure 21 and Figure 22). No apparent friction shall be experienced when the collet and weight are dropped. The material of the base of the equipment shall be made of metal in excess of 1 cm thick, having a sufficiently larger area than the specimen to be tested and weighing more than 2 kg. There shall be no material under the base that can reduce the impact energy, such as an elastomer sheet. The equipment shall be placed on a concrete floor or equivalent rigid structure. The construction and dimensions of the specimen-holding jig shall be given in the relevant specification.

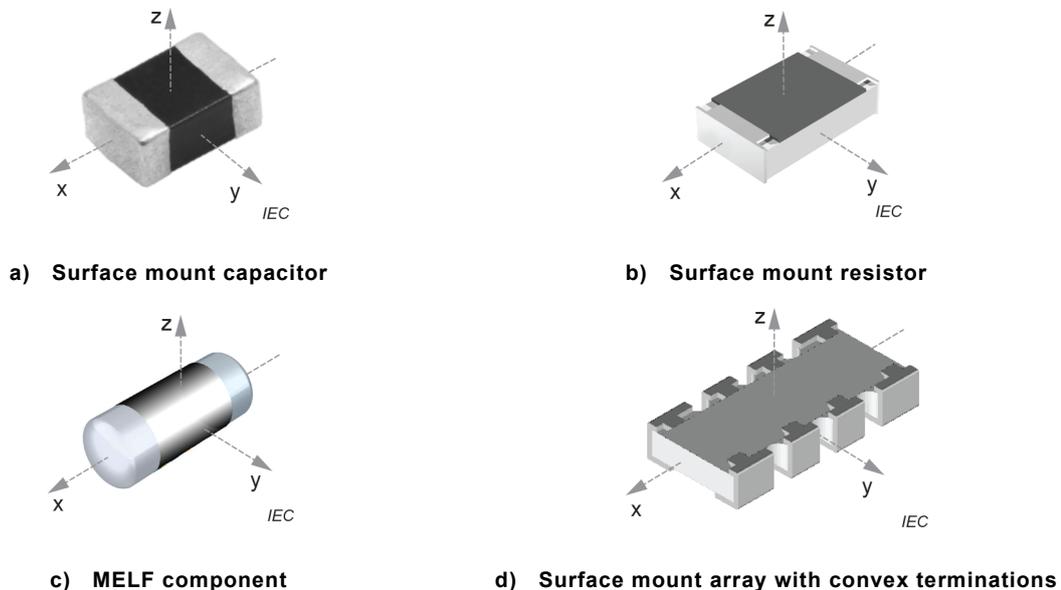
**9.6.2.2 Test method**

Testing shall include the following steps.

- a) The specimen shall be mounted on the apparatus as shown in Figure 21. A dropping load shall be applied to the centre surface of the specimen from the dropping height, primarily in the Z-axis, as illustrated in Figure 23.

The X and Y axes may be tested in the case of special assembly conditions (e.g. robots picking component body from the side).

The test direction shall be as specified in the relevant specification.



**Figure 23 – Examples of the application of the SMD Body impact shock test Uf<sub>2</sub>**

- b) A load (weight of collet, shaft and additional weight) shall be dropped freely onto a specimen from a specified drop height. Additional weight may be added to the shaft, in accordance with the relevant specification. The piston tip diameter shall be less than the component length but not more than 4,0 mm. The hardness of the tip shall be suitable for the mechanical property of the specimen to be tested, e.g. HV 500 or more. The tip shall be chamfered with radius (*r*) of 0,05 mm. The piston tip diameter and drop height should be determined such as to simulate actual mounting condition.

**9.7 Final measurements**

**9.7.1 Recovery**

Components that need recovery treatment shall be treated in accordance with the relevant specification.

### 9.7.2 Visual examination

Inspection of the specimen appearance for any damage, such as cracks or flaws, shall be made with the assistance of a magnification of at least 10×, under adequate light (for example, 2 000 lx). If the electrical and/or mechanical properties of the specimen require testing, this shall be specified in the relevant specification.

### 9.7.3 Electrical characteristics

Electrical measurements shall be performed in accordance with the relevant specification. The relevant specification shall provide the criteria upon which the acceptance or rejection of the specimen is to be based.

### 9.7.4 Hidden defect

In many cases, the damage caused by testing cannot be assessed by visual inspection or electrical measurements. In order to develop and reveal hidden faults, it is recommended that the test be immediately followed by the climatic sequence in IEC 60068-2-61 or by other appropriate mechanical and/or electrical conditioning as prescribed by the relevant specification.

## 9.8 Information to be given in the relevant specification

If tests of this group are included in a specification, it shall be stated which elements are applicable as well as those which are mandatory.

	<b>Subclause</b>
a) Test method	9.3
b) Conditions of preconditioning the specimen	9.4
c) Initial measurements	9.5
<b>Test Uf<sub>1</sub> (body strength)</b>	
a) Shape of pushing tool for body strength,	9.6.1.1
b) Supporting base,	9.6.1.2
c) Load,	9.6.1.2
d) Measurements to be made during testing,	9.6.1.2
<b>Test Uf<sub>2</sub> (Impact shock)</b>	
a) Construction and dimensions of the specimen holding jig	9.6.2.1
b) Loads direction and height,	9.6.2.1
c) Load mass (piston, collet, shaft and additional weight),	9.6.2.1
<b>Final measurement</b>	
a) Recovery condition	9.7.1
b) Types of defect	9.7.2
c) Electrical measurement	9.7.3
d) Acceptance/rejection criteria	9.7.3
e) Indication as to whether the climatic sequence test should be used	9.7.4

**Annex X**  
(informative)

**Cross-reference for references to  
the previous editions of this document**

**X.1 Cross-reference for references to the previous edition of IEC 60068-2-21**

The revision of this document has resulted in a new numbering for some clauses and tables. Table X.1 provides cross-references for the clause numbering of this document compared to that in the sixth edition. Table X.2 provides cross-references for the figures and Table X.3 for the table numbering in this document compared to that in the previous edition.

**Table X.1 – Cross-reference to clauses**

<b>IEC 60068-2-21:2006 6<sup>th</sup> edition</b>	<b>IEC 60068-2-21:2021 7<sup>th</sup> edition</b>	<b>Notes</b>
Clause	Clause	
1	1	Merged with the scope of the prior IEC 60068-2-77
2	2	Merged with the references of the prior IEC 60068-2-77
	3	
3	4.6.1	
4	4.6.2	
5	5	
6	6	
7	7	
8.1 8.2 8.3 8.4 8.6	8.1 8.2 8.3 8.4 8.5 8.6 8.8 8.9	General ruling for SMD robustness tests separated into dedicated clauses
8.5.1	8.7.1	Test Ue1
8.5.2	8.7.2	Test Ue2
8.5.3	8.7.3	Test Ue3
8.7	8.9	

**Table X.2 – Cross-reference to figures**

IEC 60068-2-21:2006 6 <sup>th</sup> edition Figure	IEC 60068-2-21:2021 7 <sup>th</sup> edition Figure	Notes
1	7	–
2a	1	
2b	2	–
3a	5	
3b	6	
3c	3 4	Information separated for the individual cases
4a	8	
4b	9	
4c	10	
5	14	
6	-	
7	15	
8	17	
9	16	
10	17	
11	18	

**Table X.3 – Cross reference to tables**

IEC 60068-2-21:2006 6 <sup>th</sup> edition Table	IEC 60068-2-21:2021 7 <sup>th</sup> edition Table	Notes
1	1	–
2	2	
3	3	–
4	4	
5	5	

## **X.2 Cross-reference for references to the last edition of IEC 60068-2-77**

The merging of IEC 60068-2-77 into this document has resulted in a new numbering for its clauses, figures and tables. Table X.4 provides cross-references for the clause numbering of this document compared to IEC 60068-2-77:1999. Table X.5 provides cross-references for the table numbering of this document compared to IEC 60068-2-77:1999.

**Table X.4 – Cross-reference to clauses**

IEC 60068-2-77:1999 1 <sup>st</sup> edition Clause	IEC 60068-2-21:2021 7 <sup>th</sup> edition Clause	Notes
1	1	Merged with the scope of IEC 60068-2-21
2	2	Merged with the references of IEC 60068-2-21
3	3	—
4.1	9.6.1	Body strength test (new $U_{f1}$ ) separated in dedicated clause
4.2	9.6.2	Impact shock test (new $U_{f2}$ ) separated into a dedicated clause
5	9.6.1.x 9.6.2.x 9.7	Information allocated with the respective test
6	9.8	-

**Table X.5 – Cross-reference to figures**

IEC 60068-2-77:1999 1 <sup>st</sup> edition Figure	IEC 60068-2-21:2021 7 <sup>th</sup> edition Figure	Notes
1	-	Included in Figure 19
2	19	
3	20	—
4	-	
5	21	
6	23	
7	22	

## Bibliography

IEC 60068-2-61, *Environmental testing – Part 2-61: Test methods – Test Z/ABDM: Climatic sequence*

IEC 60068-2-77:1999<sup>1</sup>, *Environmental testing – Part 2-77: Tests – Test 77: Body strength and impact shock*

IEC 61190-1-3:2017, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-3: Requirements for electronic grade solder alloys and fluxed and non-fluxed solid solder for electronic soldering applications*

IEC 61249-2-22, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-22: Reinforced base materials clad and unclad – Modified non-halogenated epoxide woven E-glass laminated sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

IEC 61249-2-35, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-35: Reinforced base materials, clad and unclad – Modified epoxide woven E-glass laminate sheets of defined flammability (vertical burning test), copper-clad for lead-free assembly*

ISO 272, *Fasteners – Hexagon products – Widths across flats*

ISO 80000-4, *Quantities and units – Part 4: Mechanics*

---

---

<sup>1</sup> Withdrawn.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	47
1 Domaine d'application .....	49
2 Références normatives .....	49
3 Termes et définitions .....	50
4 Essais Ua: robustesse des sorties en présence de contraintes axiales .....	50
4.1 Objet.....	50
4.2 Application .....	50
4.3 Description générale .....	50
4.4 Préconditionnement .....	50
4.5 Mesures initiales .....	50
4.6 Procédures d'essai .....	51
4.6.1 Essai Ua <sub>1</sub> : Traction.....	51
4.6.2 Essai Ua <sub>2</sub> : Poussée .....	52
4.7 Mesures finales.....	53
4.8 Renseignements à donner dans la spécification applicable .....	53
5 Essais Ub: Robustesse des sorties en présence de contraintes de flexion.....	53
5.1 Objet.....	53
5.2 Application .....	54
5.2.1 Généralités .....	54
5.2.2 Sorties pliables .....	54
5.2.3 Sorties rigides et autres sorties .....	54
5.3 Description générale .....	55
5.4 Préconditionnement .....	56
5.5 Mesures initiales .....	56
5.6 Procédures d'essai .....	56
5.6.1 Essai Ub <sub>1</sub> (pour les sorties par fils et par fils méplats) .....	56
5.6.2 Essai Ub <sub>2</sub> (pour les cosses).....	58
5.6.3 Essai Ub <sub>3</sub> , pliages simultanés.....	59
5.7 Mesures finales.....	59
5.8 Renseignements à donner dans la spécification applicable .....	59
6 Essai Uc: Torsion .....	60
6.1 Objet.....	60
6.2 Application .....	60
6.3 Description générale .....	60
6.4 Préparation du spécimen .....	60
6.5 Mesures initiales .....	60
6.6 Procédure d'essai .....	61
6.7 Mesures finales.....	62
6.8 Renseignements à donner dans la spécification applicable .....	62
7 Essai Ud: Couple .....	62
7.1 Objet.....	62
7.2 Application .....	62
7.3 Description générale .....	63
7.4 Préconditionnement .....	63
7.5 Mesures initiales .....	63

7.6	Procédure d'essai .....	63
7.6.1	Sorties par goujons filetés ou vis .....	63
7.6.2	Autres configurations d'essai .....	65
7.7	Mesures finales .....	65
7.8	Renseignements à donner dans la spécification applicable .....	65
8	Essai Ue: robustesse des sorties pour CMS déjà montés .....	66
8.1	Objet .....	66
8.2	Application .....	66
8.3	Substrat pour la méthode d'essai Ue .....	66
8.4	Montage .....	68
8.4.1	Dimensions .....	68
8.4.2	Méthodes de montage possibles .....	68
8.4.3	Méthode de montage pour les essais de pliage du substrat, d'arrachement par traction et par poussée et pour les essais de cisaillement .....	68
8.5	Préconditionnement .....	69
8.6	Mesures initiales .....	69
8.7	Méthodes d'essai .....	69
8.7.1	Essai Ue <sub>1</sub> : Essai de pliage du substrat .....	69
8.7.2	Essai Ue <sub>2</sub> : essai d'arrachement par traction et par poussée .....	70
8.7.3	Essai Ue <sub>3</sub> : essai de cisaillement .....	72
8.8	Mesures finales .....	74
8.8.1	Reprise .....	74
8.8.2	Examen visuel des sorties .....	74
8.8.3	Caractéristiques électriques .....	74
8.8.4	Défaut caché .....	74
8.9	Renseignements à donner dans la spécification applicable .....	74
9	Essai Uf: robustesse du corps du composant .....	76
9.1	Objet .....	76
9.2	Application .....	76
9.3	Description générale .....	76
9.4	Préconditionnement .....	76
9.5	Mesures initiales .....	76
9.6	Procédure d'essai .....	76
9.6.1	Essai Uf <sub>1</sub> : résistance du corps .....	76
9.6.2	Essai Uf <sub>2</sub> : choc par impact .....	79
9.7	Mesures finales .....	82
9.7.1	Reprise .....	82
9.7.2	Examen visuel .....	82
9.7.3	Caractéristiques électriques .....	82
9.7.4	Défaut caché .....	82
9.8	Renseignements à donner dans la spécification applicable .....	82
Annexe X (informative) Correspondance des références à des éditions antérieures du présent document .....		83
X.1	Correspondance des références à l'édition antérieure de l'IEC 60068-2-21 .....	83
X.2	Correspondance des références à la dernière édition de l'IEC 60068-2-77 .....	84
Bibliographie .....		86

Figure 1 – Direction d’application de la force de traction $F_p$ pour l’essai $Ua_1$ .....	51
Figure 2 – Direction d’application de la poussée $F_t$ pour l’essai $Ua_2$ .....	52
Figure 3 – Déplacement des fils de sortie pliables pour l’essai $Ub$ .....	54
Figure 4 – Force de flexion appliquée à un spécimen doté de sorties non pliables .....	55
Figure 5 – Procédure d’essai séquentielle de l’essai $Ub$ , Méthode 1 .....	57
Figure 6 – Procédure d’essai séquentielle de l’essai $Ub$ , Méthode 2 et Méthode 3 .....	58
Figure 7 – Pince pour les essais sur sorties courtes .....	59
Figure 8 – Pliage préliminaire d’un fil de sortie pour l’essai $Uc$ .....	60
Figure 9 – Méthode d’essai de torsion 1: rotation du corps du spécimen serré .....	61
Figure 10 – Méthode d’essai de torsion 2: rotation du fil de sortie serré .....	62
Figure 11 – Montage pour l’essai de couple appliqué à un goujon fileté .....	64
Figure 12 – Préparation d’une sortie fileté pour l’essai de couple .....	64
Figure 13 – Montage pour l’essai de couple appliqué à un écrou intégré.....	65
Figure 14 – Exemple de substrat pour la méthode d’essai $Ue$ .....	67
Figure 15 – Essai de pliage du substrat .....	70
Figure 16 – Essai $Ue_2$ , essai d’arrachement par traction .....	71
Figure 17 – Essai $Ue_2$ , essai d’arrachement par poussée .....	72
Figure 18 – Essai $Ue_3$ , essai de cisaillement .....	73
Figure 19 – Essai $Uf_1$ de résistance du corps des CMS appliqué à un spécimen rectangulaire.....	78
Figure 20 – Essai $Uf_1$ de résistance du corps des CMS appliqué à un spécimen de composant MELF (Metal Electrode Leadless Face).....	79
Figure 21 – Exemple d’appareillage pour l’essai $Uf_2$ .....	80
Figure 22 – Exemple de vérin .....	80
Figure 23 – Exemples d’application de l’essai $Uf_2$ de choc par impact sur le corps d’un CMS .....	81
Tableau 1 – Choix des méthodes d’essai pertinentes pour des sorties/fils spécifiques .....	49
Tableau 2 – Valeur de la force de traction appliquée pour l’essai $Ua_1$ .....	52
Tableau 3 – Valeur de la poussée appliquée pour l’essai $Ua_2$ .....	53
Tableau 4 – Valeur de la force appliquée pour l’essai $Ub$ .....	55
Tableau 5 – Sévérité du couple.....	63
Tableau X.1 – Correspondance des articles/paragraphes .....	83
Tableau X.2 – Correspondance des figures.....	84
Tableau X.3 – Correspondance des tableaux .....	84
Tableau X.4 – Correspondance des articles/paragraphes .....	85
Tableau X.5 – Correspondance des figures.....	85

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

**Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse  
des sorties et des dispositifs de montage incorporés**

## 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 60068-2-21 a été établie par le comité d'études 91: Techniques d'assemblage des composants électroniques.

Cette septième édition annule et remplace la sixième édition, parue en 2006, et l'IEC 60068-2-77:1999. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) intégration des parties de l'IEC 60068-2-77 (voir l'Annexe X). L'IEC 60068-2-77 a été retirée après la publication du présent document;

b) l'Annexe X a été ajoutée pour montrer la corrélation des articles et des paragraphes de la présente édition de l'IEC 60068-2-21 avec ceux de l'IEC 60068-2-21:2006 et de l'IEC 60068-2-77:1999.

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

FDIS	Rapport de vote
91/1732/FDIS	91/1742/RVD

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

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

Le présent document a été élaboré selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, et développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et ISO/IEC, Supplément IEC, disponible à l'adresse [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous [www.iec.ch/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60068, publiées sous le titre général *Essais d'environnement* peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu du présent document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

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

## ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

### Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de montage incorporés

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60068 s'applique à tous les composants électriques et électroniques dont les sorties ou les dispositifs de montage incorporés sont susceptibles d'être soumis à des contraintes au cours des opérations normales de montage ou de manipulation, et elle s'applique également aux composants pour montage en surface (CMS).

Les méthodes d'essai recommandées pertinentes pour des sorties/fils spécifiques des dispositifs sont présentées dans le Tableau 1.

**Tableau 1 – Choix des méthodes d'essai pertinentes pour des sorties/fils spécifiques**

Méthode d'essai		Composant	Monté/non monté	Voir l'Article
Essai	Type			
Ua <sub>1</sub>	Traction	Composants avec sorties par fils	Non monté	Article 4
Ua <sub>2</sub>	Poussée	Composants avec sorties par fils	Non monté	Article 4
Ub	Pliage	Composants avec sorties par fils	Non monté	Article 5
Uc	Torsion	Composants avec sorties par fils	Non monté	Article 6
Ud	Couple	Goujon fileté, vis ou autres sorties	Non monté	Article 7
Ue <sub>1</sub>	Pliage du substrat	Composants pour montage en surface	Monté	Article 8
Ue <sub>2</sub>	Arrachement par traction/poussée	Composants pour montage en surface	Monté	Article 8
Ue <sub>3</sub>	Cisaillement	Composants pour montage en surface	Monté	Article 8
Uf <sub>1</sub>	Résistance du corps	Composants pour montage en surface	Non monté	Article 9
Uf <sub>2</sub>	Choc par impact	Composants pour montage en surface	Non monté	Article 9

#### 2 Références normatives

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

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

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

IEC 60194-2, *Printed board design, manufacture and assembly – Vocabulary – Part 2: Common usage in electronic technologies as well as printed board and electronic assembly technologies* (disponible en anglais seulement)

IEC 61191-2, *Ensembles de cartes imprimées – Partie 2: Spécification intermédiaire – Exigences relatives à l'assemblage par brasage pour montage en surface*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60194-2, ainsi que les suivants, s'appliquent.

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

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

#### 3.1

##### **composant pour montage intégral**

moyen auxiliaire de procéder à la connexion mécanique d'une borne ou d'un autre élément de montage à l'intérieur du composant et de son boîtier

Note 1 à l'article: Il peut s'agir d'un goujon, d'un écrou, d'un boulon ou de pièces de fixation similaires.

### 4 Essais Ua: robustesse des sorties en présence de contraintes axiales

#### 4.1 Objet

Ces essais ont pour but de vérifier que les sorties et leurs fixations au corps du composant résistent aux contraintes axiales analogues à celles qu'elles sont susceptibles de subir au cours des opérations normales de montage ou de manipulation.

#### 4.2 Application

La spécification particulière doit indiquer si cet essai s'applique. Il doit être réalisé sur toutes les sorties, sauf lorsqu'un composant en comporte plus de trois, auquel cas la spécification doit indiquer le nombre de sorties à soumettre à essai par composant. L'essai doit être réalisé de telle manière que toutes les sorties du composant aient la même probabilité d'être soumises à essai.

#### 4.3 Description générale

La borne étant en position normale et le composant maintenu par son corps, une force est appliquée à la borne, comme décrit dans la procédure d'essai.

#### 4.4 Préconditionnement

La méthode de preconditionnement doit être celle que prescrit la spécification applicable.

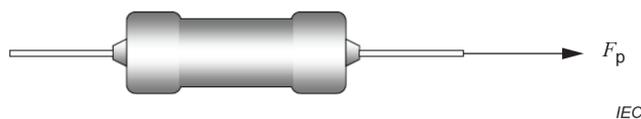
#### 4.5 Mesures initiales

Le spécimen doit faire l'objet d'un examen visuel et être soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées par la spécification applicable.

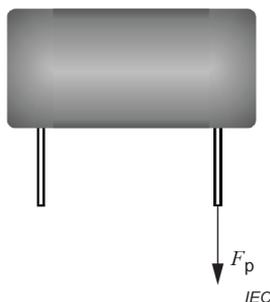
## 4.6 Procédures d'essai

### 4.6.1 Essai $Ua_1$ : Traction

La sortie étant en position normale et le composant maintenu par son corps, une force dont la valeur est indiquée dans le Tableau 2 dirigée suivant l'axe de la sortie et dans la direction opposée à celle du corps du composant, doit être appliquée à la sortie. La force doit être appliquée progressivement à vitesse constante. La force maximale doit être atteinte en 5 s et maintenue constante pendant  $(10 \pm 1)$  s, et la force doit être appliquée le long d'un axe formant un angle par rapport à la normale ne dépassant pas  $5^\circ$ . Voir la Figure 1.



a) Force de traction  $F_p$  appliquée sur un spécimen avec sorties par fils axiaux



b) Force de traction  $F_p$  appliquée sur un spécimen avec sorties par fils radiales

**Figure 1 – Direction d'application de la force de traction  $F_p$  pour l'essai  $Ua_1$**

La valeur de la force appliquée est définie comme suit:

a) sorties par fils (section circulaire ou méplats) ou broches:

La valeur de la force appliquée doit être celle indiquée dans le Tableau 2.

Les fils isolés doivent être dénudés au point d'application de la force.

Les fils multibrins doivent être réunis mécaniquement au point d'application de la force (par exemple par brasage ou nouage), avant son application. Lorsque les caractéristiques techniques des fils isolés ou multibrins peuvent conduire, au cours des opérations de dénudage, d'assemblage ou de nouage, à des difficultés susceptibles de donner lieu à des contestations des résultats d'essai, ces opérations doivent être effectuées conformément à la spécification applicable ou, le cas échéant, aux instructions du fabricant du composant ;

**Tableau 2 – Valeur de la force de traction appliquée pour l'essai  $U_{a1}$**

Section nominale ( $s$ ) <sup>a</sup> mm <sup>2</sup>	Diamètre correspondant ( $d$ ) pour les fils de section circulaire mm	Force de traction $F_p$ N
$s \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	1
$0,05 < s \leq 0,10$	$0,25 < d \leq 0,35$	2,5
$0,10 < s \leq 0,20$	$0,35 < d \leq 0,50$	5
$0,20 < s \leq 0,50$	$0,50 < d \leq 0,80$	10
$0,50 < s \leq 1,20$	$0,80 < d \leq 1,25$	20
$s > 1,20$	$d > 1,25$	40

Une tolérance relative de  $\pm 10\%$  doit s'appliquer à la force de traction  $F_p$  prescrite.

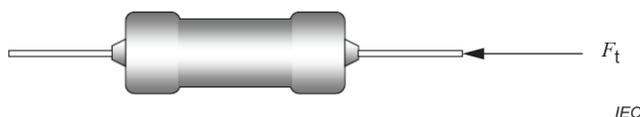
<sup>a</sup> Pour les fils de section circulaire, les méplats ou les broches, la section nominale est égale à la valeur calculée d'après la ou les dimensions nominales données dans la spécification applicable. Pour les fils multibrins, la section nominale est obtenue en faisant la somme des sections des brins individuels du fil indiqué dans la spécification applicable.

b) autres sorties (cosses, goujons filetés, vis, bornes, etc.):

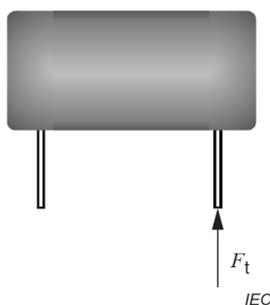
La valeur de la force à appliquer doit être donnée dans la spécification applicable.

#### 4.6.2 Essai $U_{a2}$ : Poussée

La sortie étant en position normale et le composant maintenu par son corps, une poussée doit être appliquée, à la sortie et aussi près que possible du corps du composant, en laissant toutefois 2 mm de fil entre le corps du composant et le point le plus proche du dispositif d'application de la force. La force doit être appliquée progressivement à vitesse constante. La force maximale doit être atteinte en 5 s et maintenue constante pendant  $(10 \pm 1)$  s, et la force doit être appliquée le long d'un axe formant un angle par rapport à la normale ne dépassant pas  $5^\circ$ . Voir la Figure 2.



a) Poussée  $F_t$  appliquée sur un spécimen avec sorties par fils axiales



b) Poussée  $F_t$  appliquée sur un spécimen avec sorties par fils radiales

**Figure 2 – Direction d'application de la poussée  $F_{t2}$  pour l'essai  $U_{a2}$**

La valeur de la force appliquée est définie comme suit:

a) sorties par fils (section circulaire ou méplats) ou broches

La valeur de la poussée appliquée doit être celle indiquée dans le Tableau 3.

**Tableau 3 – Valeur de la poussée appliquée pour l'essai Ua<sub>2</sub>**

Section nominale ( <i>s</i> ) <sup>a</sup> mm <sup>2</sup>	Diamètre correspondant ( <i>d</i> ) pour les fils de section circulaire mm	Poussée <i>F<sub>t</sub></i> N
$s \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	0,25
$0,05 < s \leq 0,10$	$0,25 < d \leq 0,35$	0,5
$0,10 < s \leq 0,20$	$0,35 < d \leq 0,50$	1
$0,20 < s \leq 0,50$	$0,50 < d \leq 0,80$	2
$0,50 < s \leq 1,20$	$0,80 < d \leq 1,25$	4
$s > 1,20$	$d > 1,25$	8

Une tolérance relative de  $\pm 10$  % doit s'appliquer à la poussée *F<sub>t</sub>* prescrite.

<sup>a</sup> Pour les fils de section circulaire, les méplats ou les broches, la section nominale est égale à la valeur calculée d'après la ou les dimensions nominales données dans la spécification applicable.

Les fils isolés doivent être dénudés au point d'application de la force.

Lorsque les caractéristiques techniques des fils isolés peuvent conduire, au cours des opérations de dénudage, à des difficultés susceptibles de donner lieu à des contestations des résultats d'essai, ces opérations doivent être effectuées conformément à la spécification applicable ou, le cas échéant, aux instructions du fabricant du composant ;

b) autres sorties (cosses, goujons filetés, vis, bornes, etc.):

La valeur de la force à appliquer doit être donnée dans la spécification applicable.

#### 4.7 Mesures finales

Le spécimen doit faire l'objet d'un examen visuel et être soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées par la spécification applicable.

#### 4.8 Renseignements à donner dans la spécification applicable

	Paragraphe
a) Méthode de préconditionnement	4.4
b) Mesures initiales	4.5
c) Nombre de sorties à soumettre à essai, s'il est supérieur à trois	4.2
d) Force	4.6
e) Détails concernant le dénudage, l'assemblage ou le nouage, le cas échéant	4.6
f) Mesures finales	4.7

## 5 Essais Ub: Robustesse des sorties en présence de contraintes de flexion

### 5.1 Objet

Cet essai a pour but de vérifier que les sorties pliables et rigides, et leurs fixations au corps du composant, résistent aux forces de flexion analogues à celles qu'elles sont susceptibles de subir au cours des opérations normales de montage ou de manipulation.

## 5.2 Application

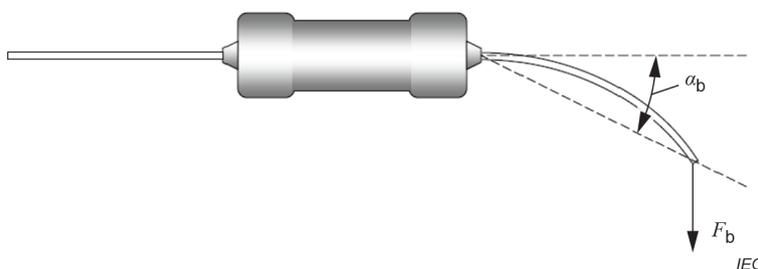
### 5.2.1 Généralités

La spécification applicable doit indiquer l'essai applicable et la méthode à utiliser. Le cas échéant, l'essai doit être réalisé sur toutes les sorties, sauf lorsqu'un composant en comporte plus de trois, auquel cas la spécification doit indiquer le nombre de sorties à soumettre à essai par composant. L'essai doit être réalisé de telle manière que toutes les sorties du composant aient la même probabilité d'être soumises à essai. Cette limitation du nombre de sorties soumises à essai ne s'applique pas aux pliages simultanés (voir 5.6.3), qui s'appliquent généralement à certains types de boîtiers micro-électroniques comportant plusieurs sorties en ligne sur un ou plusieurs côtés.

### 5.2.2 Sorties pliées

Pour les sorties en mesure d'être pliées selon un angle d'au moins 30° par rapport à leur position initiale (voir la Figure 3) avec l'application de la force donnée dans le Tableau 4:

L'essai  $Ub_1$  (voir 5.6.1) ou  $Ub_3$  (voir 5.6.3) s'applique.



#### Légende:

$\alpha_b$  angle de déplacement

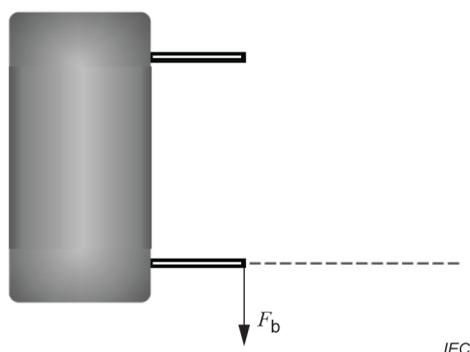
$F_b$  force de flexion

**Figure 3 – Déplacement des fils de sortie pliées pour l'essai Ub**

### 5.2.3 Sorties rigides et autres sorties

Pour les sorties autres que celles décrites en 5.2.2, l'essai  $Ub_2$  (voir 5.6.2) s'applique, sauf pour les sorties rigides.

Pour les sorties rigides (sorties à broche, par exemple), l'essai  $Ub_1$  (voir 5.6.1.2) s'applique. Sauf indication contraire dans la spécification correspondante, une force constante  $F_b$ , selon le type de sortie indiqué dans le Tableau 4, doit être appliquée à la sortie (voir la Figure 4), provoquant un déplacement de moins de 30°.

**Légende:**

$F_b$  force de flexion

**Figure 4 – Force de flexion appliquée à un spécimen doté de sorties non pliables**

### 5.3 Description générale

En principe, comme indiqué en 5.2, deux procédures sont applicables: flexion avec une force constante (voir 5.2.3) ou flexion selon un certain angle (voir 5.2.2).

Pour chaque procédure d'essai, trois méthodes sont applicables: un pliage suivi d'un deuxième pliage dans la direction opposée (Méthode 1, voir 5.6.1.2), deux pliages dans la même direction (Méthode 2, voir 5.6.1.3) ou selon d'autres instructions spécifiées (Méthode 3, voir 5.6.1.4).

La valeur de la force applicable est donnée dans le Tableau 4.

**Tableau 4 – Valeur de la force appliquée pour l'essai Ub**

Module d'inertie ( $Z_x$ ) mm <sup>3</sup>	Diamètre( $d$ ) des sorties à section circulaire correspondantes mm	Force $F_b$ N
$Z_x \leq 1,5 \times 10^{-3}$	$d \leq 0,25$	0,5
$1,5 \times 10^{-3} < Z_x \leq 4,2 \times 10^{-3}$	$0,25 < d \leq 0,35$	1,25
$4,2 \times 10^{-3} < Z_x \leq 1,2 \times 10^{-2}$	$0,35 < d \leq 0,50$	2,5
$1,2 \times 10^{-2} < Z_x \leq 0,5 \times 10^{-1}$	$0,50 < d \leq 0,80$	5
$0,5 \times 10^{-1} < Z_x \leq 1,9 \times 10^{-1}$	$0,80 < d \leq 1,25$	10
$1,9 \times 10^{-1} < Z_x$	$1,25 < d$	20

Une tolérance relative de  $\pm 10$  % doit s'appliquer à la force  $F_b$  prescrite.

Pour les sorties à section circulaire, le module d'inertie  $Z_x$  est donné par la formule suivante:

$$Z_x = \frac{\pi d^3}{32} \quad (1)$$

où:

$d$  est le diamètre du fil.

Pour les sorties à section rectangulaire, le module d'inertie  $Z_x$  est donné par la Formule (2)

$$Z_x = \frac{ba^2}{6} \quad (2)$$

où:

$a$  est l'épaisseur de la bande rectangulaire perpendiculaire à l'axe de flexion;

$b$  est l'autre dimension de la bande rectangulaire.

Le module d'inertie est défini dans l'ISO 80000-4:2019, point 4-22, et l'établissement des formules ci-dessus peut être consulté dans les traités de mécanique.

#### **5.4 Préconditionnement**

La méthode de preconditionnement doit être celle que prescrit la spécification applicable.

#### **5.5 Mesures initiales**

Le spécimen doit faire l'objet d'un examen visuel et être soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées par la spécification applicable.

#### **5.6 Procédures d'essai**

##### **5.6.1 Essai $Ub_1$ (pour les sorties par fils et par fils méplats)**

###### **5.6.1.1 Généralités**

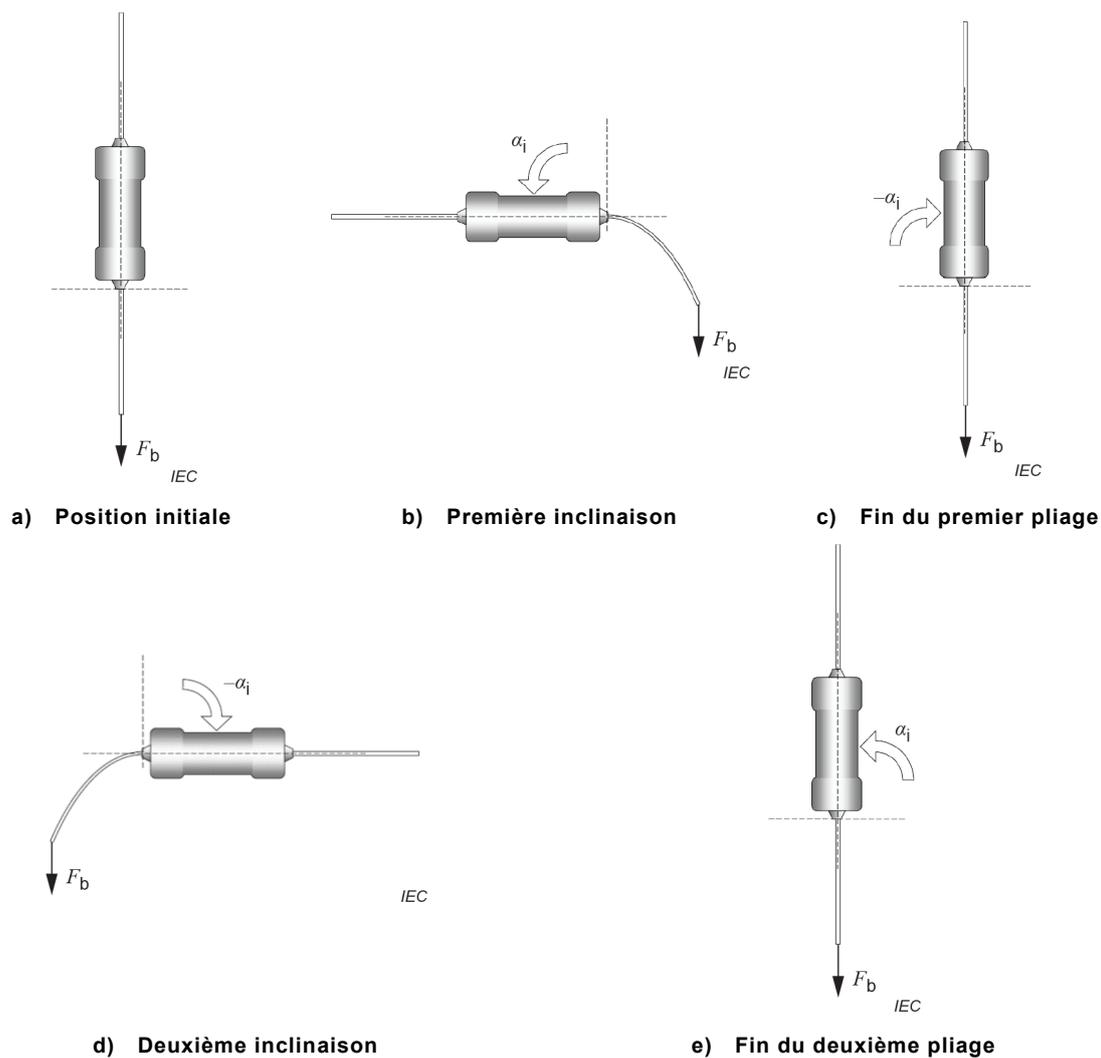
La sortie étant en position normale et le composant étant tenu par son corps de telle manière que l'axe de la sortie soit vertical, une masse exerçant une force d'une valeur donnée dans le Tableau 4 est ensuite suspendue à l'extrémité de la sortie. Aucun dispositif d'appui ne doit être placé entre le corps du composant et le point d'application de la force.

Le corps du composant est ensuite incliné selon un angle d'environ 90° dans le plan vertical, pendant 2 s à 3 s, puis il est ramené dans le même délai à sa position initiale; cette opération constitue un pliage.

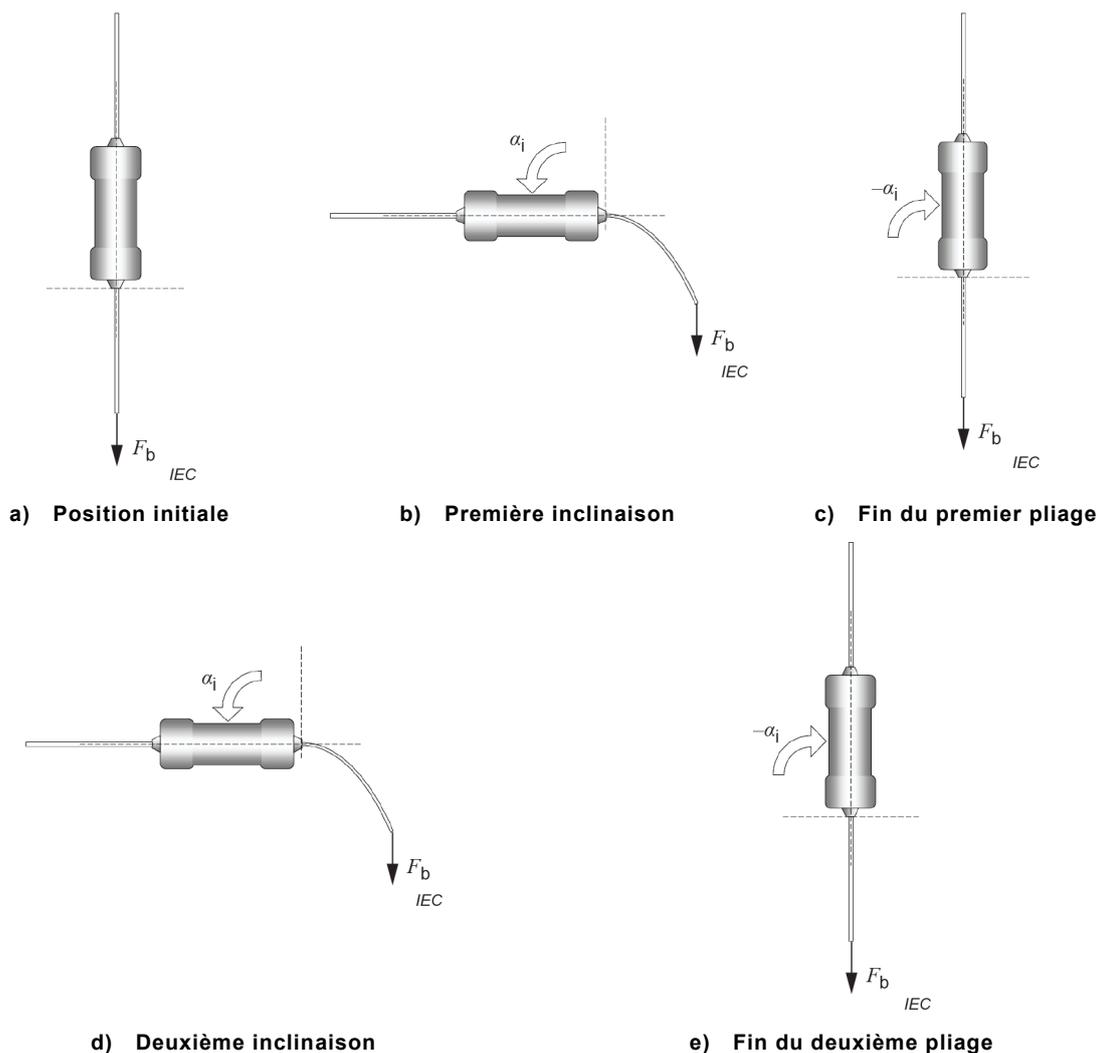
Cet essai doit être réalisé selon la spécification applicable, stipulant la méthode à utiliser (méthode 1, méthode 2 ou méthode 3).

###### **5.6.1.2 Méthode 1 (voir la Figure 5)**

Un pliage dans une direction immédiatement suivi d'un pliage dans la direction opposée, ou un plus grand nombre de pliages alternés, si la spécification applicable le prescrit.

**Légende:** $\alpha_i$  angle d'inclinaison $F_b$  force de flexion**Figure 5 – Procédure d'essai séquentielle de l'essai  $U_b$ , Méthode 1****5.6.1.3 Méthode 2 (voir la Figure 6)**

Deux pliages dans la même direction sans interruption. Les sorties à section rectangulaire doivent être pliées perpendiculairement à la surface la plus large de la bande.



**Légende:**

$\alpha_i$  angle d'inclinaison

$F_b$  force de flexion

**Figure 6 – Procédure d'essai séquentielle de l'essai Ub, Méthode 2 et Méthode 3**

**5.6.1.4 Méthode 3 (voir la Figure 6)**

Au moins trois pliages alternés dans la même direction, sans interruption, selon ce que prescrit la spécification applicable.

**5.6.2 Essai Ub<sub>2</sub> (pour les cosses)**

**5.6.2.1 Généralités**

Les sorties doivent être pliées à 45°, puis ramenées à leur position initiale. Cette opération doit constituer un pliage (voir la Figure 5). Cet essai doit être réalisé selon la spécification applicable, en stipulant l'une ou l'autre des procédures de 5.6.2.2 ou de 5.6.2.3.

**5.6.2.2 Méthode 1**

Un pliage immédiatement suivi d'un autre pliage dans la direction opposée.

### 5.6.2.3 Méthode 2

Deux pliages dans la même direction, sans interruption. La spécification applicable peut stipuler d'autres détails (tels que l'utilisation d'une pince, l'emplacement du pliage, etc.).

### 5.6.3 Essai $Ub_3$ , pliages simultanés

Toutes les sorties situées du même côté du composant doivent être serrées au niveau du plan d'appui ou, si celui-ci n'est pas stipulé, en un point situé à environ 3 mm du scellement des sorties dans le corps du composant avec une pince ayant une arête de pliage d'un rayon de 0,1 mm à l'endroit où le pliage aura lieu. Une masse doit être attachée à la pince, les sorties étant dirigées vers le bas. Cette masse, qui doit comprendre celle de la pince, doit exercer une force égale à celle donnée dans le Tableau 4, multipliée par le nombre de fils serrés.

Le corps du composant est ensuite incliné selon un angle de 45°, en utilisant 2 s à 3 s pour l'opération, puis il est ramené dans le même délai à sa position initiale. Cet essai doit être réalisé une fois dans une direction avec retour à la position normale, et une fois dans la direction opposée (Méthode 1) avec de nouveau retour à la position normale (voir la Figure 6).

Si l'essai est réalisé sur des sorties courtes, il convient que la pince soit conçue de telle sorte que sa surface supérieure ne touche pas le corps du composant pendant le pliage (ce qui causerait des contraintes de traction sur les sorties). La conicité à l'avant de la pince doit être conçue de façon à ne pas empêcher un quelconque angle de pliage visé. Les mors de la pince doivent être conçus pour serrer la sortie sur toute sa longueur. Voir la Figure 7 ci-dessous.

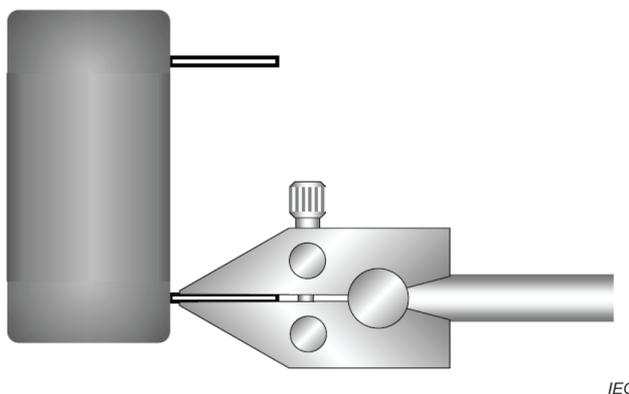


Figure 7 – Pince pour les essais sur sorties courtes

## 5.7 Mesures finales

Le spécimen doit faire l'objet d'un examen visuel et être soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées par la spécification applicable.

## 5.8 Renseignements à donner dans la spécification applicable

	Paragraphe
a) Méthode de préconditionnement	5.4
b) Mesures initiales	5.5
c) Nombre de sorties à soumettre à essai, s'il est supérieur à trois	5.2
d) Procédure d'essai, méthode et nombre de pliages, s'il est supérieur à deux	5.6
e) Méthode et détails particuliers d'application	5.6
f) Mesures finales	5.7

## 6 Essai Uc: Torsion

### 6.1 Objet

Cet essai a pour but de vérifier que les sorties et leurs fixations au corps du composant résistent aux forces de torsion susceptibles d'être appliquées au cours des opérations normales de montage ou de démontage.

### 6.2 Application

La spécification particulière doit indiquer si cet essai s'applique. Le cas échéant, l'essai doit être réalisé sur toutes les sorties, sauf lorsqu'un composant en comporte plus de trois, auquel cas la spécification doit indiquer le nombre de sorties à soumettre à essai par composant. L'essai doit être réalisé de telle manière que toutes les sorties du composant aient la même probabilité d'être soumises à essai.

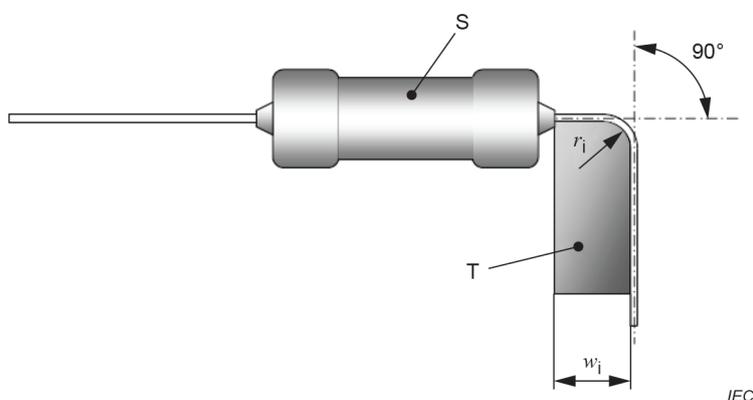
### 6.3 Description générale

En principe, deux méthodes sont applicables: serrage et rotation du corps du composant par rapport à une sortie fixe [méthode 1; voir 6.6 a)] ou serrage et rotation d'une sortie par rapport à l'autre sortie fixe [méthode 2; voir 6.6 b)].

### 6.4 Préparation du spécimen

Les sorties doivent être pliées à 90°. L'extrémité libre de la sortie doit être fixée, et le corps du composant doit subir une rotation autour de l'axe initial de la sortie, comme spécifié (voir la Figure 8).

La méthode de préconditionnement doit être celle que prescrit la spécification applicable.



#### Légende:

S spécimen de composant

T gabarit de pliage du fil de sortie, consistant généralement en une plaque métallique

$r_i$  rayon de courbure intérieur du fil de sortie,  $r_i = 0,75$  mm

$w_i$  largeur intérieure du gabarit de pliage,  $w_i = 6$  mm

**Figure 8 – Pliage préliminaire d'un fil de sortie pour l'essai Uc**

### 6.5 Mesures initiales

Le spécimen doit faire l'objet d'un examen visuel et être soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées par la spécification applicable.

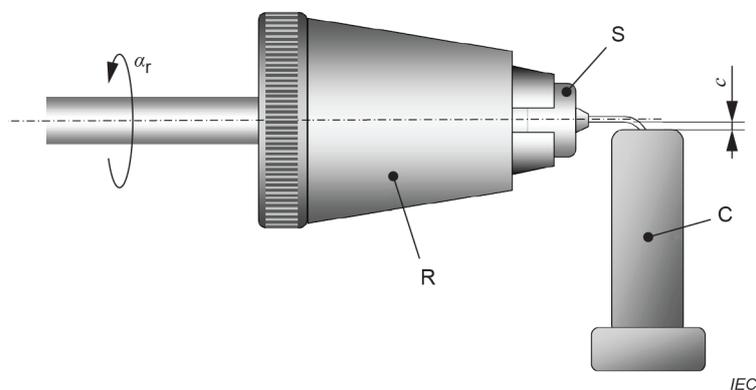
## 6.6 Procédure d'essai

Chaque sortie doit être pliée à 90° en un point situé entre 6 mm et 6,5 mm du point où elle émerge du corps. Le rayon de courbure de la pliure doit être d'environ 0,75 mm (voir la Figure 8). L'extrémité libre de la sortie doit être serrée en un point situé à  $(1,2 \pm 0,4)$  mm du pliage (voir la Figure 9). Le corps du composant doit subir ensuite une rotation, comme spécifié ci-dessous, autour de l'axe initial de la sortie à raison d'une rotation toutes les 5 s. Les rotations successives doivent être effectuées dans des directions alternées. L'essai doit être réalisé conformément à l'une des méthodes suivantes et à l'une des sévérités suivantes, comme exigé dans la spécification particulière.

### a) méthode 1

Le corps du composant étant fixé:

- sévérité 1: trois rotations de 360°;
- sévérité 2: deux rotations de 180° ;



#### Légende:

S spécimen de composant

R mandrin rotatif de serrage du spécimen

$\alpha_r$  angle de rotation du mandrin

Sévérité 1: 3 rotations:  $\alpha_{r1} = 360^\circ$ ;  $\alpha_{r2} = -360^\circ$ ;  $\alpha_{r3} = 360^\circ$

Sévérité 2: 2 rotations:  $\alpha_{r1} = 180^\circ$ ;  $\alpha_{r2} = -180^\circ$

C mâchoire revêtue maintenue en position de façon rigide

$c$  écart entre la mâchoire et le fil de sortie,  $c = (1,2 \pm 0,4)$  mm

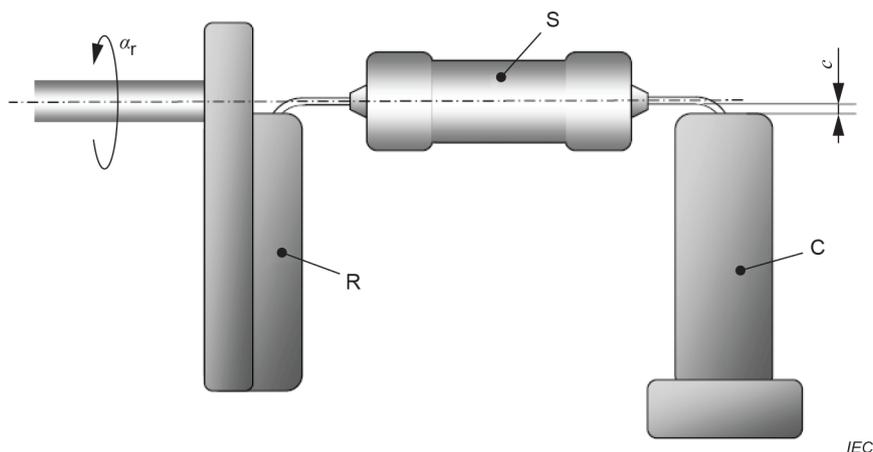
**Figure 9 – Méthode d'essai de torsion 1: rotation du corps du spécimen serré**

### b) méthode 2

Les deux sorties par fils étant fixées (voir la Figure 10):

- sévérité: deux rotations de 180°.

NOTE La Méthode 2 est essentiellement destinée aux composants à sorties axiales dont le corps ne peut pas être serré (ayant par exemple un diamètre inférieur à 4 mm) et dont les sorties sont semblables à chaque extrémité.



**Légende:**

S spécimen de composant

R bridage rotatif du fil de sortie

$\alpha_r$  angle de rotation du mandrin; sévérité: 2 rotations:  $\alpha_{r1} = 180^\circ$ ;  $\alpha_{r2} = -180^\circ$

C mâchoire revêtue maintenue en position de façon rigide

c écart entre la mâchoire et le fil de sortie,  $c = (1,2 \pm 0,4)$  mm

**Figure 10 – Méthode d’essai de torsion 2: rotation du fil de sortie serré**

**6.7 Mesures finales**

Le spécimen doit faire l’objet d’un examen visuel et être soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées par la spécification applicable.

**6.8 Renseignements à donner dans la spécification applicable**

	<b>Paragraphe</b>
a) Méthode de préconditionnement	6.4
b) Mesures initiales	6.5
c) Nombre de sorties à soumettre à essai, s’il est supérieur à trois	6.2
d) Procédures d’essai et sévérités	6.6
e) Mesures finales	6.7

**7 Essai Ud: Couple**

**7.1 Objet**

Cet essai a pour but de vérifier que les sorties, leurs fixations au corps du composant et les moyens de fixation intégrés au corps résistent aux contraintes mécaniques de couple analogues à celles qu’ils sont susceptibles de subir au cours des opérations normales de montage ou de manipulation.

**7.2 Application**

La spécification particulière doit indiquer si cet essai s’applique. Le cas échéant, l’essai doit être réalisé sur toutes les sorties, sauf lorsqu’un composant en comporte plus de trois, auquel cas la spécification doit indiquer le nombre de sorties à soumettre à essai par composant. L’essai doit être réalisé de telle manière que toutes les sorties du composant aient la même probabilité d’être soumises à essai.

### 7.3 Description générale

Pour les sorties par goujons filetés ou vis, un couple donné est appliqué à la vis ou à chacun des écrous normalement montés sur chaque borne, selon la sévérité prescrite dans la spécification applicable. Pour les autres types de sorties, la spécification applicable doit indiquer la méthode exigée.

### 7.4 Préconditionnement

La méthode de preconditionnement doit être celle que prescrit la spécification applicable.

### 7.5 Mesures initiales

Le spécimen doit faire l'objet d'un examen visuel et être soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées par la spécification applicable.

### 7.6 Procédure d'essai

#### 7.6.1 Sorties par goujons filetés ou vis

Le composant étant maintenu par son dispositif normal de fixation, le couple donné dans le Tableau 5 doit être appliqué, sans choc, soit à la vis, soit à chacun des écrous normalement montés sur chaque sortie, pendant 10 s à 15 s, selon la sévérité prescrite par la spécification applicable. Au cours de cet essai, une rondelle ou une plaque métallique ayant un trou de dégagement de dimension conventionnelle pour le filet de vis doit être placée entre la tête de la vis et la surface sur laquelle elle est serrée. L'épaisseur de la rondelle ou de la plaque métallique doit être égale à environ six fois le pas nominal du goujon. Toutes les parties doivent être propres et sèches. La largeur de l'écrou doit être approximativement égale à 0,8 fois le diamètre nominal du goujon, comme indiqué dans l'ISO 272.

Voir la Figure 11 à la Figure 13 pour des exemples de montages d'essai.

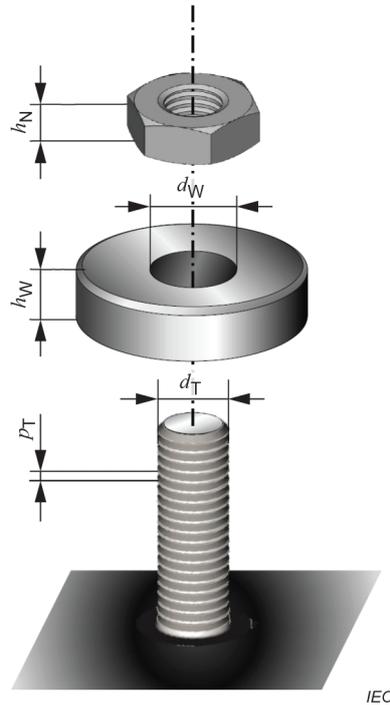
**Tableau 5 – Sévérité du couple**

Diamètre nominal du filet <sup>a</sup> mm		2,5	2,6	3	3,5	4	5	6	8
Couple Nm	Sévérité 1	0,35	0,4	0,5	0,8	1,2	2,0	2,5	5
	Sévérité 2	0,18	0,2	0,25	0,4	0,6	1,0	1,25	2,5

Une tolérance relative de  $\pm 10$  % doit s'appliquer aux couples prescrits.

<sup>a</sup> Les diamètres de filet 2,6 mm et 3,5 mm sont énumérés uniquement à des fins de référence historique, car ils ne sont plus recommandés.

Pour certains composants, tels que les dispositifs à semiconducteurs, des valeurs de couples assez différentes peuvent être nécessaires. Le cas échéant, ces valeurs doivent être prescrites dans la spécification applicable. Pour les diamètres supérieurs à 8 mm, les valeurs de couple doivent être stipulées dans la spécification applicable. Il doit être possible de desserrer les écrous ou les vis a posteriori.



**Légende:**

$d_T$  diamètre nominal du filet du goujon

$p_T$  pas nominal du filet du goujon

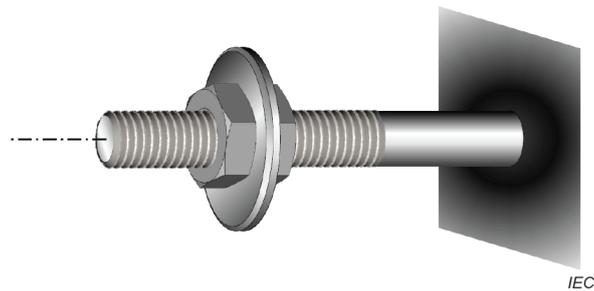
$d_W$  diamètre de l'alésage de la rondelle, généralement  $d_W \approx 1,08 \times d_T$

$h_W$  épaisseur de la rondelle,  $h_W \approx 6 \times p_T$

$h_N$  épaisseur de l'écrou hexagonal, épaisseur normalisée  $h_N \approx 0,8 \times d_T$

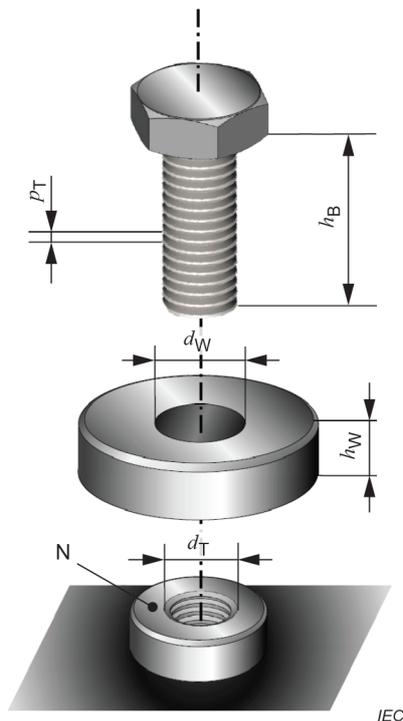
Le plan d'appui autour du goujon doit être exempt d'irrégularités, telles que les bavures résultant d'un procédé de soudage.

**Figure 11 – Montage pour l'essai de couple appliqué à un goujon fileté**



**Figure 12 – Préparation d'une sortie fileté pour l'essai de couple**

Pour la réalisation de l'essai de couple, le spécimen doit être fixé de manière rigide et le couple prescrit doit être appliqué à l'écrou intégré.

**Légende:**

$h_B$  épaisseur du boulon, épaisseur normalisée  $h_B \approx h_W + l_N - p_T$

$p_T$  pas nominal du filet de l'écrou et du boulon

$d_W$  diamètre de l'alésage de la rondelle, généralement  $d_W \approx 1,08 \times d_T$

$h_W$  épaisseur de la rondelle,  $h_W \approx 6 \times p_T$

N écrou intégré au corps du spécimen, fournissant un filet d'une longueur applicable  $l_N$

$d_T$  diamètre nominal du filet de l'écrou

**Figure 13 – Montage pour l'essai de couple appliqué à un écrou intégré**

### 7.6.2 Autres configurations d'essai

La spécification applicable doit indiquer les modalités exigées.

### 7.7 Mesures finales

Le spécimen doit faire l'objet d'un examen visuel et être soumis aux vérifications électriques et mécaniques exigées par la spécification applicable.

### 7.8 Renseignements à donner dans la spécification applicable

	<b>Paragraphe</b>
a) Méthode de préconditionnement	7.4
b) Mesures initiales	7.5
c) Nombre de sorties à soumettre à essai, s'il est supérieur à trois	7.2
d) Sévérité	7.6
e) Valeurs de couple différentes pour les diamètres de filet supérieurs à 8 mm ou, si nécessaire, pour d'autres raisons	7.6.1
f) Méthode d'essai pour d'autres configurations d'essai	7.6.2
g) Mesures finales	7.7

## 8 Essai Ue: robustesse des sorties pour CMS déjà montés

### 8.1 Objet

Cet essai a pour but d'évaluer la robustesse mécanique des sorties de composants pour montage en surface (CMS) montés sur un substrat selon une méthode spécifiée. Les sorties sont des portions métallisées sur des parties non conductrices du composant, ou des parties métalliques courtes, partiellement aplaties.

### 8.2 Application

L'essai Ue comprend trois méthodes d'essai distinctes et les spécifications applicables doivent indiquer laquelle utiliser. Ces méthodes sont les suivantes:

- essai Ue<sub>1</sub>: essai de pliage du substrat;
- essai Ue<sub>2</sub>: essai d'arrachement par traction et par poussée;
- essai Ue<sub>3</sub>: essai de cisaillement (adhésion).

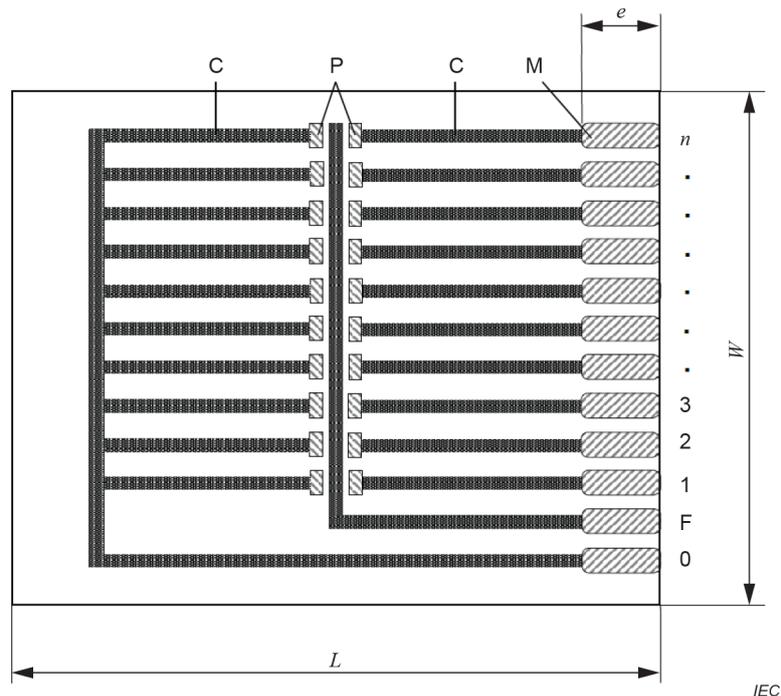
L'essai Ue<sub>1</sub> ne s'applique pas aux composants destinés à être montés uniquement sur des substrats rigides.

### 8.3 Substrat pour la méthode d'essai Ue

Sauf indication contraire dans la spécification applicable, l'essai doit être réalisé sur un spécimen (composant) monté par les moyens normaux sur l'un des substrats suivants.

#### a) Essai Ue<sub>1</sub>:

Carte en verre époxy fabriquée à partir d'une feuille stratifiée en tissu de verre époxyde, plaquée cuivre, comme défini par exemple dans l'IEC 61249-2-22 ou l'IEC 61249-2-35, avec une feuille de métal collée sur une des faces et une épaisseur nominale, y compris la feuille de métal, de  $(1,6 \pm 0,2)$  mm ou de  $(0,8 \pm 0,1)$  mm. Le choix de l'épaisseur du substrat doit être indiqué dans la spécification applicable. La feuille de cuivre doit présenter une épaisseur de  $(35 \pm 10)$  µm.

**Légende:**

- C pistes conductrices, généralement recouvertes d'épargne de brasage
- P plots de brasage, de dimensions conformes à ce que prescrit la spécification applicable
- M zone d'accouplement destinée à un connecteur de bord de carte, ou à la fixation de fils d'essai individuels
- F piste conductrice facultative
- $L$  longueur du substrat,  $L \geq 100$  mm
- $W$  largeur du substrat, en fonction de la conception de l'équipement d'essai et du nombre  $n$  de spécimens à soumettre parallèlement à essai
- $e$  longueur des plots de connexion (15 mm, par exemple)
- $n$  nom de spécimen

La spécification applicable doit indiquer un espacement minimal entre les spécimens, qui doit être appliqué si  $n > 1$

**Figure 14 – Exemple de substrat pour la méthode d'essai Ue**

b) Essai Ue<sub>2</sub> et essai Ue<sub>3</sub>:

Carte en verre époxy, comme pour l'essai Ue<sub>1</sub>, ou en céramique à base d'alumine, avec des plots métallisés par cuisson dans un matériau difficile à dénuder (par exemple cuivre ou palladium d'argent). Lorsque la méthode d'arrachement par poussée de l'essai Ue<sub>2</sub> est à appliquer, un trou doit être réalisé dans le substrat, dont les dimensions sont par exemple celles données à la Figure 17. Lorsque la méthode d'arrachement par traction de l'essai Ue<sub>2</sub> est à appliquer, un substrat sans trous peut être utilisé.

La disposition de substrat de la Figure 14 est préférentielle, sans être exigée.

NOTE Ces dispositions s'appliquent principalement aux composants à deux bornes.

La spécification applicable doit donner tous les détails supplémentaires, y compris si le spécimen peut être un composant non fonctionnel.

L'essai doit être réalisé dans les conditions atmosphériques normalisées pour les mesures et les essais, comme indiqué en 5.3 de l'IEC 60068-1:2013.

Ces essais sont destructifs, car des spécimens montés sont exigés, et ils ne peuvent pas être réutilisés. Des spécimens différents sont donc exigés pour chaque essai.

## 8.4 Montage

### 8.4.1 Dimensions

Les dimensions des pastilles de soudure sur le substrat doivent être prescrites par la spécification applicable.

### 8.4.2 Méthodes de montage possibles

Pour le montage du spécimen sur le substrat d'essai, la spécification applicable doit prescrire la méthode à choisir, de préférence à partir de la liste suivante, avec tous les détails nécessaires (voir également 8.4.3):

- a) simple vague ou double vague de brasage;
- b) brasage par refusion avec chauffage via l'un des moyens suivants:
  - four fixe ou four tunnel (à convection forcée);
  - jet de gaz chaud ;
  - phase vapeur (condensation);
  - brasage au laser.

### 8.4.3 Méthode de montage pour les essais de pliage du substrat, d'arrachement par traction et par poussée et pour les essais de cisaillement

Si les détails de montage ne sont pas donnés par la spécification applicable, la méthode de montage doit être la suivante:

- a) choix de la pâte à braser;
  - 1) La pâte à braser doit être soit du groupe 2 pour un alliage de brasure étain-plomb ou du groupe 3 pour un alliage de brasure sans plomb, comme défini dans l'IEC 60068-2-58:2015, Tableau 4.

NOTE Le nom actuel de la brasure pour l'alliage de brasure étain-plomb défini dans l'IEC 61190-1-3:2017 est Sn60Pb40 or Sn63Pb37.

- 2) Les zones de report doivent être recouvertes d'un dépôt de brasure, dont l'épaisseur doit être indiquée dans la spécification applicable.

NOTE L'épaisseur type du dépôt de brasure se situe entre 60 µm et 250 µm.

- b) préparation du spécimen;
  - 1) La surface du spécimen à soumettre à essai doit être dans l'état de livraison et ne doit pas être touchée avec les doigts ou contaminée de toute autre manière.
  - 1) Le spécimen ne doit pas être nettoyé avant l'essai. Si la spécification applicable l'exige, le spécimen peut être immergé dans un solvant organique à température ambiante pour le préconditionnement.
  - 2) Préconditionnement du spécimen  
Les spécimens qui nécessitent un préconditionnement doivent être prétraités conformément à la spécification applicable.
- c) positionnement du spécimen;  
Le spécimen doit être placé symétriquement sur sa zone de report.
- d) préchauffage;  
Si cela est exigé, le substrat contenant le spécimen monté doit être préchauffé conformément à la spécification applicable.
- e) brasage.
  - 1) Le brasage doit être réalisé immédiatement après le préchauffage.

- 2) Tant que les conditions de brasage ne donnent pas lieu à une charge thermique qui dépasse la spécification du CMS, n'importe quel four à refusion ou four à phase vapeur peut être utilisé.
- 3) Le profil de brasage doit être conforme à la spécification applicable.

NOTE Des informations sur les profils de brasage types sont données dans le Tableau 1 de l'IEC 60068-2-58:2015.

- 4) Il faut veiller à ce que le mouillage soit complètement réalisé.
- 5) La zone brasée du substrat doit être nettoyée en utilisant du propan-2-ol (isopropanol) ou de l'eau pour éliminer le surplus de flux. Si nécessaire, les détails concernant la méthode de nettoyage doivent être stipulés dans la spécification applicable.
- 6) Le raccord de brasage doit être conforme aux exigences minimales pour le joint correspondant, données dans la spécification applicable ou dans l'IEC 61191-2.

## 8.5 Préconditionnement

Si cela est exigé, la méthode de preconditionnement doit être celle que prescrit la spécification applicable.

## 8.6 Mesures initiales

L'examen visuel du spécimen doit être effectué avec un grossissement d'au moins 10 et une lumière adéquate (par exemple 2 000 lx). Si la spécification applicable le précise, les caractéristiques électriques et/ou mécaniques doivent être mesurées. La résistance du brasage diminue avec le temps et ceci influe sur les résultats d'essai.

Sauf indication contraire dans la spécification applicable du composant, l'essai doit être réalisé ( $24 \pm 6$ ) h après le procédé de brasage.

## 8.7 Méthodes d'essai

### 8.7.1 Essai $U_{e1}$ : Essai de pliage du substrat

#### 8.7.1.1 Objet

Cet essai s'applique à tous les composants à l'exception de ceux destinés uniquement à être montés sur des substrats rigides (voir 8.2).

NOTE Il incombe au fabricant ou au fournisseur du composant d'indiquer si celui-ci est destiné à un montage sur substrat rigide uniquement.

Cet essai a pour but de vérifier que les sorties pliables et leurs fixations au corps du composant résistent aux contraintes de pliage analogues à celles qu'elles sont susceptibles de subir au cours des opérations normales de montage ou de manipulation.

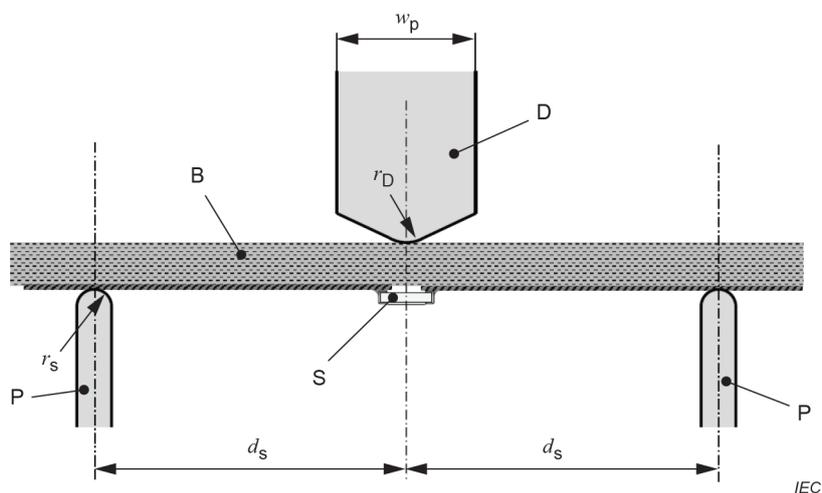
#### 8.7.1.2 Méthode d'essai

Le spécimen doit être monté sur un substrat d'essai (voir la Figure 14) conformément à 8.4. Il convient de prendre la géométrie du spécimen en considération pour le choix de sa position sur le substrat et, par conséquent, pour la définition des dimensions des pastilles de soudure.

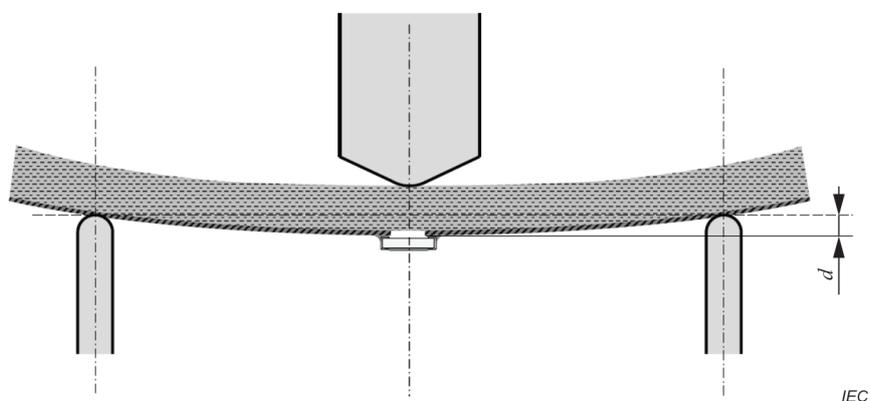
Le substrat d'essai avec le spécimen monté est placé dans le gabarit de pliage (voir la Figure 15) et progressivement plié jusqu'à une flèche,  $d$ , de 1 mm, 2 mm, 3 mm ou 4 mm, à la vitesse de  $(1,0 \pm 0,5)$  mm/s. La valeur de  $d$  et sa tolérance doivent être indiquées par la spécification applicable. Le substrat doit être maintenu plié pendant  $(20 \pm 1)$  s, sauf si une autre durée est prescrite dans la spécification applicable. La spécification applicable doit prescrire, si nécessaire, un paramètre (électrique) critique qui doit être contrôlé pendant toute la période où le spécimen reste plié pendant l'essai. La contrainte de pliage doit être ensuite supprimée. Sauf indication contraire dans la spécification applicable, le nombre de pliages doit être égal à un.

**Remarques:**

- en variante, les méthodes de pliages progressifs peuvent être appliquées pour décider des valeurs exigées de la spécification applicable ou pour déterminer la limite. Si les méthodes de pliages progressifs sont appliquées, la méthode d'essai doit être précisée dans la spécification applicable;
- si le rayon de l'outil de pliage est appliqué et est distinct de 5 mm, ce rayon doit être stipulé dans la spécification applicable.



**a) Substrat en position neutre**



**b) Substrat en position pliée**

**Légende:**

- D dispositif de pliage, largeur  $w_p = (20 \pm 2)$  mm, avec zone de contact arrondie,  $r_D = (5 \pm 0,5)$  mm sans arête vive
- P support, distance  $d_s = (45 \pm 2)$  mm, avec zone de contact arrondie,  $r_s = (2,5 \pm 0,25)$  mm
- B substrat, tel que prescrit par la spécification applicable
- S spécimen(s)
- $d$  flèche

**Figure 15 – Essai de pliage du substrat**

**8.7.2 Essai Ue<sub>2</sub>: essai d'arrachement par traction et par poussée**

**8.7.2.1 Objet**

Cet essai s'applique aux CMS destinés à être montés sur des substrats rigides. Cet essai a pour but d'évaluer l'adhérence à l'interface entre les sorties d'un CMS et son corps.

## 8.7.2.2 Méthodes d'essai

### 8.7.2.2.1 Généralités

Sauf indication contraire dans la spécification applicable, la méthode d'essai doit être la suivante.

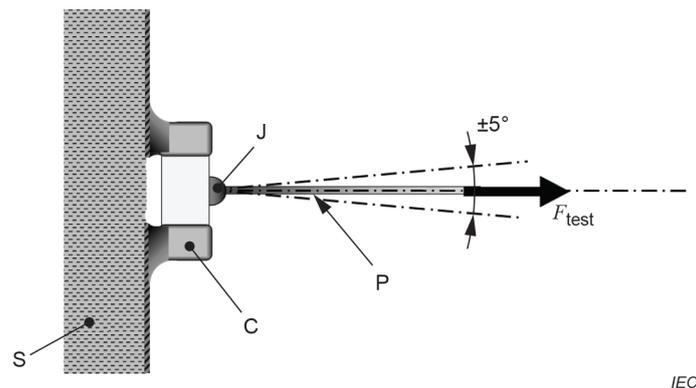
Le spécimen doit être monté sur un substrat approprié.

La méthode d'arrachement par traction, ou bien la méthode d'arrachement par poussée, peut être utilisée. Le choix de la méthode doit être prescrit dans la spécification applicable du composant. En général, la méthode d'arrachement par traction est utilisée en premier lieu. La méthode d'arrachement par poussée est utilisée s'il est trop difficile de fixer un fil de traction au spécimen. Si la spécification applicable l'exige, le temps qui s'écoule entre le brasage et l'essai doit être spécifié. La résistance du brasage diminue avec le temps et ceci influe sur les résultats d'essai. L'essai doit être réalisé ( $24 \pm 6$ ) h après le brasage.

### 8.7.2.2.2 Essai d'arrachement par traction

Un outil d'arrachement approprié doit être fixé au centre du spécimen au moyen d'une pince ou d'un fil fixé perpendiculairement à la face supérieure du spécimen monté sur son substrat, comme représenté à la Figure 16.

Si nécessaire, il convient que les méthodes de serrage et de fixation du spécimen soient prescrites par la spécification applicable.



#### Légende:

- S substrat, tel que prescrit par la spécification applicable
- C spécimen de composant
- J solidarisation de l'outil d'arrachement à la surface du spécimen, par exemple par un point de colle
- P outil d'arrachement, par exemple un fil rigide
- $F_{\text{test}}$  force appliquée pour l'essai d'arrachement par traction

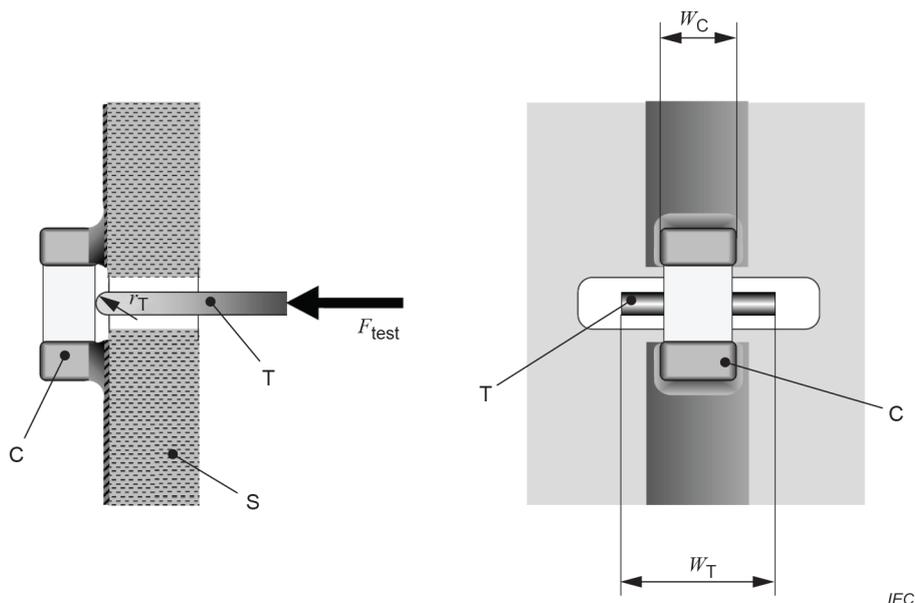
**Figure 16 – Essai Ue<sub>2</sub>, essai d'arrachement par traction**

La force d'arrachement  $F_{\text{test}}$  doit être appliquée perpendiculairement à la surface supérieure du spécimen, avec une déviation admise de  $\pm 5^\circ$  par rapport à l'axe normal.

Le substrat étant fermement maintenu, une force de traction de 10 N doit être appliquée au spécimen. La force doit être appliquée progressivement à vitesse constante. La force maximale doit être atteinte en 5 s et maintenue constante pendant ( $10 \pm 1$ ) s, et la force doit être appliquée le long d'un axe formant un angle par rapport à la normale ne dépassant pas  $5^\circ$  (voir la Figure 16).

### 8.7.2.2.3 Essai d'arrachement par poussée

Fixer le substrat et appliquer la poussée à travers le trou du substrat, au centre du spécimen au moyen d'un outil de poussée, comme représenté à la Figure 17. L'outil de poussée doit être chanfreiné selon un rayon ( $r_T$ ) de 0,5 mm. L'outil de poussée doit être amené, sans choc, en contact avec la surface latérale du spécimen. Sauf indication contraire dans la spécification applicable, une force de poussée ( $F_{\text{test}}$ ) de 10 N doit être appliquée au spécimen. La force doit être appliquée progressivement à vitesse constante. La force maximale doit être atteinte en 5 s et maintenue constante pendant  $(10 \pm 1)$  s, et la force doit être appliquée le long d'un axe formant un angle par rapport à la normale ne dépassant pas  $5^\circ$ .



#### Légende:

- S substrat dans lequel est usiné un orifice, permettant le passage de l'outil de poussée, comme prescrit par la spécification applicable
- C spécimen de composant
- T outil de poussée présentant une extrémité avant de rayon  $r_T$ , comme prescrit par la spécification applicable
- $F_{\text{test}}$  force appliquée pour l'essai d'arrachement par traction
- $W_C$  largeur nominale du spécimen de composant
- $W_T$  largeur de l'outil de poussée,  $W_T > W_C$ , à centrer sur la largeur du spécimen

**Figure 17 – Essai Ue<sub>2</sub>, essai d'arrachement par poussée**

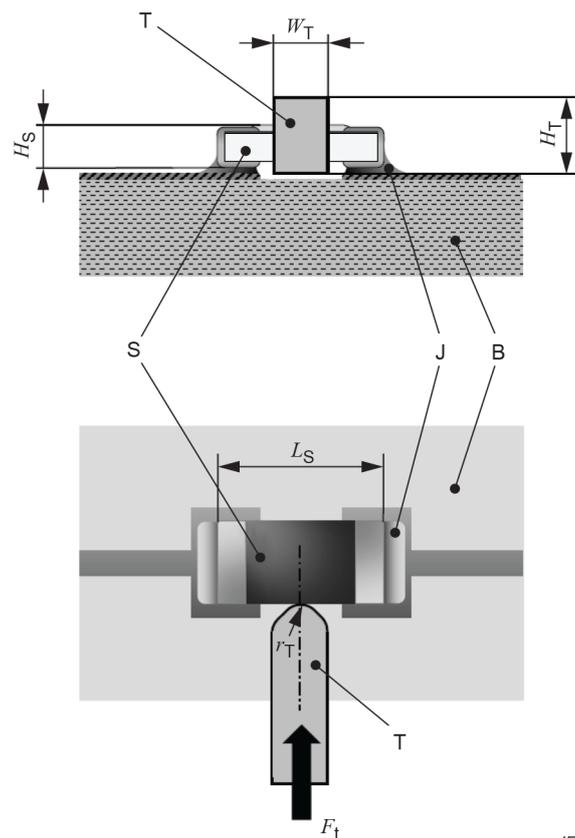
## 8.7.3 Essai Ue<sub>3</sub>: essai de cisaillement

### 8.7.3.1 Objet

Cet essai a pour but d'évaluer la résistance au cisaillement à l'interface entre les sorties d'un CMS et son corps. La méthode s'applique aux CMS dont la forme et la hauteur permettent à l'outil de poussée d'entrer en contact avec le corps du spécimen sans l'endommager. Si des composants présentant une dimension nominale  $L_s < 1,0$  mm doivent être soumis à essai, la spécification applicable doit décrire l'applicabilité, les détails du montage d'essai et, en particulier, la valeur  $r_T$  de l'outil de poussée.

### 8.7.3.2 Méthode d'essai

Si le type et la géométrie du spécimen le permettent, une force doit être appliquée au moyen d'un outil de poussée approprié. Un outil de poussée chanfreiné selon un rayon de 0,5 mm ou 0,2 mm doit être utilisé. L'utilisation d'outils de poussée à tête plate entraîne un risque que les coins ne soient en saillie au niveau des arêtes, et qu'ils endommagent le spécimen. L'épaisseur de l'outil de poussée doit être supérieure à la hauteur de la surface de contact concernée du spécimen à soumettre à essai. Cependant, la largeur de l'outil de poussée n'est pas spécifiée (voir la Figure 18). La force doit être appliquée parallèlement au substrat et perpendiculairement à la surface latérale du spécimen, comme représenté à la Figure 18. Le point de contact entre le spécimen et l'outil de poussée doit être prescrit par la spécification applicable.



IEC

#### Légende:

- T Outil de poussée,  $H_T > H_S$   
avec zone de contact arrondie,  $r_t = 0,5$  mm pour  $L_S > 2$  mm,  $r_t = 0,2$  mm pour  $1,0$  mm  $\leq L_S \leq 2$  mm
- B substrat, tel que prescrit par la spécification applicable
- S spécimen
- J joint de brasure
- $F_t$  force de poussée
- $L_S$  longueur nominale du corps du composant

**Figure 18 – Essai Ue<sub>3</sub>, essai de cisaillement**

L'outil de poussée doit être amené, sans choc, en contact avec la surface latérale du spécimen. Une force telle qu'elle est exigée par la spécification applicable doit être appliquée progressivement et à vitesse constante au spécimen. La force maximale doit être atteinte en 5 s et maintenue pendant  $(10 \pm 1)$  s. La résistance du brasage diminue avec le temps et ceci influe sur les résultats d'essai. Par conséquent, l'essai doit être réalisé  $(24 \pm 6)$  h après le brasage, sauf exigence contraire dans la spécification applicable.

Selon la taille des composants, des forces types comprises entre 1 N et 10 N sont appliquées.

Si la spécification applicable le prévoit, un paramètre critique adapté doit être contrôlé pendant toute la période où la force est appliquée.

## **8.8 Mesures finales**

### **8.8.1 Reprise**

Les composants qui nécessitent un traitement de reprise doivent être traités conformément à la spécification applicable.

### **8.8.2 Examen visuel des sorties**

L'examen visuel du spécimen doit être réalisé avec une lumière adaptée (par exemple 2 000 lx), et un grossissement d'au moins 10. Les raccords entre les sorties du spécimen et son corps doivent être examinés. Il ne doit pas apparaître de rupture ou de fissure visible. La sortie doit rester fixée de manière sûre au spécimen. Il ne doit pas être tenu compte des défauts de la brasure et du substrat dans l'évaluation du spécimen.

Si les propriétés électriques et/ou mécaniques du spécimen exigent d'être soumises à essai, cela doit être stipulé dans la spécification applicable.

### **8.8.3 Caractéristiques électriques**

Les mesures électriques doivent être effectuées conformément à la spécification applicable. La spécification applicable doit stipuler les critères d'acceptation et de rejet.

### **8.8.4 Défaut caché**

Dans de nombreux cas, les dommages causés par les essais ne peuvent pas être évalués par examen visuel ou par des mesures électriques. Pour que les défauts cachés soient développés et relevés, il convient de faire suivre immédiatement cet essai par la séquence climatique de l'IEC 60068-2-61, ou par un conditionnement mécanique et/ou électrique approprié, comme indiqué dans la spécification applicable.

## **8.9 Renseignements à donner dans la spécification applicable**

Si cet essai est inclus dans une spécification applicable, il doit être indiqué quels éléments s'appliquent et quels éléments sont obligatoires.

	<b>Paragraphe</b>
<b>Informations générales</b>	
a) Méthode d'essai applicable	8.2
b) Indication sur la fonctionnalité du spécimen soumis à essai	8.3
c) Type et dimensions (épaisseur et détails supplémentaires) du substrat	8.3
d) Forme et dimensions des pastilles de soudure sur le substrat	8.4.1
e) Méthode de montage, si différente de celle indiquée en 8.4.2 et 8.4.3	8.4.2, 8.4.3
f) Type d'alliage de brasure	8.4.3 a)
g) Utilisation de pâte à braser avec ajout d'argent	8.4.3 a) 1-2)
h) Epaisseur du dépôt de brasure	8.4.3 a) 2)
i) Conditions de préconditionnement du spécimen	8.4.3 b) 3)
j) Préchauffage	8.4.3 d)
k) Méthode et condition de brasage, si différentes de ce qui est spécifié en 8.4.3 e) 3)	8.4.3 e) 3)
l) Méthode de nettoyage	8.4.3 e) 5)
m) Mesures initiales	8.6
n) Temps de palier entre la brasure et l'essai	8.6
<b>Essai Ue<sub>1</sub></b>	
a) Flèche et temps de maintien, si différent de 20 s, et tout contrôle exigé	8.7.1.2
b) Les méthodes de pliages progressifs (si appliquées)	8.7.1.2
c) Rayon de l'outil de pliage, si différent de 5 mm	8.7.1.2
<b>Essai Ue<sub>2</sub></b>	
a) Méthode d'essai (arrachement par traction ou par poussée)	8.7.2.2
b) Méthode de fixation du fil pour l'essai Ue <sub>2</sub> (arrachement par traction)	8.7.2.2.2
c) Condition de charge (force de traction ou de poussée, et direction), si autre que celle spécifiée en 8.7.2.2.2 et 8.7.2.2.3	8.7.2.2.2 8.7.2.2.3
d) Rayon de l'outil de poussée, si différent de 0,5 mm, pour l'essai Ue <sub>2</sub> (poussée)	8.7.2.2.3
<b>Essai Ue<sub>3</sub></b>	
a) Outil de poussée, point de contact entre le spécimen et l'outil de poussée, et type de contact	8.7.3.2
b) Force de poussée, si différente de 5 N	8.7.3.2
c) Paramètre critique à contrôler pendant l'application de la force	8.7.3.2
<b>Mesures finales</b>	
a) Condition de reprise	8.8.1
b) Types de défaut	8.8.2
c) Mesure électrique	8.8.3
d) Critères d'acceptation et de rejet	8.8.3
e) Indication quant à la nécessité de l'essai de séquence	8.8.4

## 9 Essai Uf: robustesse du corps du composant

### 9.1 Objet

Les essais apprécient la robustesse du corps d'un composant face à des forces statiques externes ( $Uf_1$ ) et des forces dynamiques ( $Uf_2$ ), qui lui sont appliquées lors du montage.

Une force statique peut exercer sur un composant une influence différente de celle d'une force dynamique, dont les effets peuvent être appréciés par un essai distinct, décrit comme un essai de choc par impact. Celui-ci simule la contrainte mécanique appliquée aux CMS, pendant et après leur montage sur une carte imprimée. Il doit être fait référence à cet essai dans la spécification particulière applicable.

### 9.2 Application

Sauf indication contraire dans la spécification applicable, l'essai doit être réalisé sur un spécimen (composant) non monté. L'essai Uf comprend deux méthodes d'essai et les spécifications applicables doivent indiquer laquelle utiliser.

### 9.3 Description générale

Les méthodes de l'essai Uf sont les suivantes:

#### – Essai $Uf_1$ : résistance du corps

Cet essai simule la force statique appliquée aux CMS pendant les phases de prélèvement et de centrage d'un processus de placement, par exemple avec une machine de montage opérant à vitesse relativement réduite, dans laquelle les forces en présence sont principalement statiques.

#### – Essai $Uf_2$ : choc par impact

Cet essai apprécie la résistance physique des CMS face à un choc par impact. Il simule les forces dynamiques appliquées par les outils de prélèvement et de placement, présents sur une machine de montage opérant à vitesse élevée. L'influence d'une force dynamique sur un composant peut être différente de celle d'une force statique.

### 9.4 Préconditionnement

Les spécimens qui nécessitent un preconditionnement doivent être prétraités conformément à la spécification applicable.

### 9.5 Mesures initiales

L'examen visuel du spécimen doit être effectué avec un grossissement d'au moins 10 et une lumière adéquate (par exemple 2 000 lx). Si la spécification applicable le précise, les caractéristiques électriques et/ou mécaniques doivent être mesurées.

### 9.6 Procédure d'essai

#### 9.6.1 Essai $Uf_1$ : résistance du corps

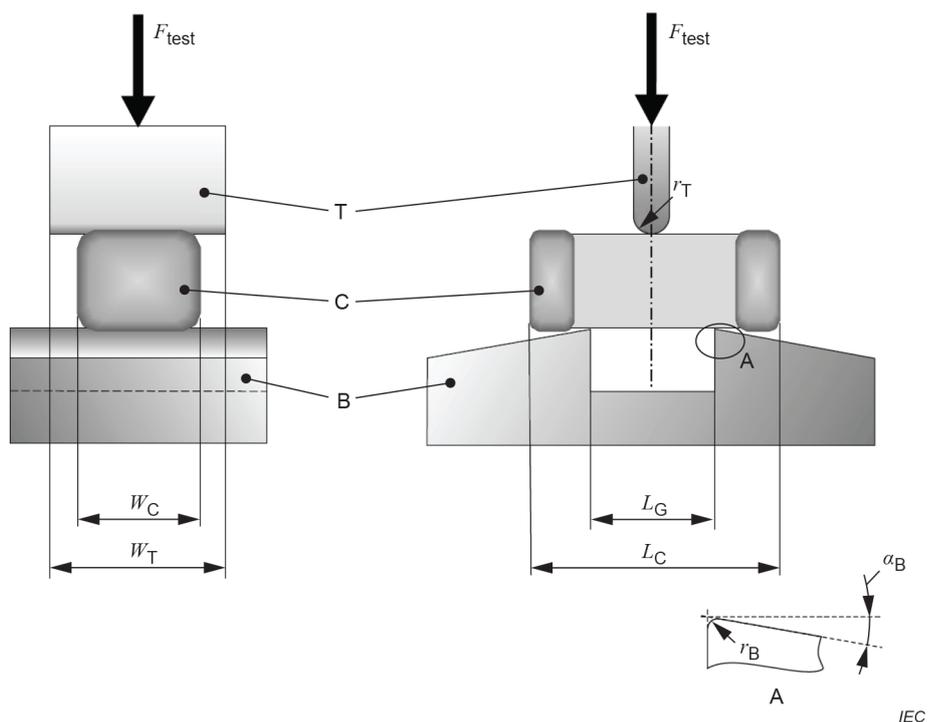
##### 9.6.1.1 Equipement

L'équipement doit être en mesure d'appliquer au spécimen la force spécifiée, et de maintenir la charge d'essai pendant la durée spécifiée. La longueur ( $L$ ) de la pointe de l'outil de poussée doit être supérieure à la largeur ( $W$ ) du spécimen soumis à essai. Sauf indication contraire dans la spécification applicable, la pointe de l'outil de poussée doit être chanfreinée selon un rayon de 0,5 mm. L'épaisseur de l'outil de poussée n'est pas spécifiée (voir la Figure 19). Si cette spécification ne peut pas être appliquée, en raison de la forme ou de la construction du spécimen soumis à essai, ou pour une quelconque autre raison, la forme de l'outil de poussée doit être stipulée dans la spécification applicable.

### 9.6.1.2 Méthode d'essai

Les essais doivent inclure les étapes suivantes.

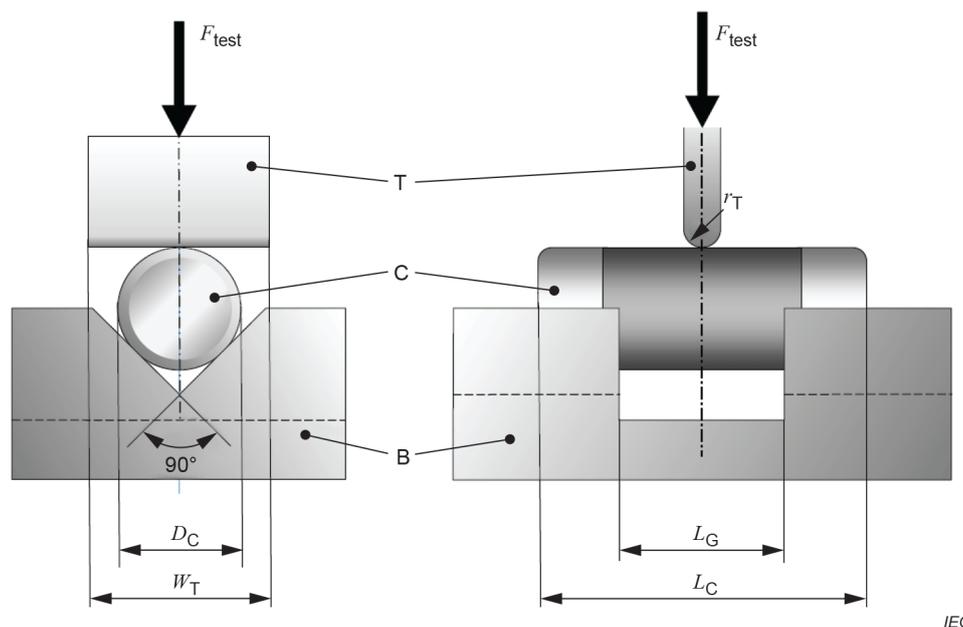
- a) Sauf indication contraire dans la spécification applicable, le spécimen doit être placé sur une base d'appui, représentée à la Figure 19 et à la Figure 20 et, de sorte que les deux extrémités du spécimen soient réparties de manière symétrique sur la base d'appui. La table d'essai doit être disposée sur une plate-forme robuste et plane, de sorte que les résultats d'essai ne doivent pas être altérés par l'application de la charge. L'angle formé par la conicité au niveau du point "A" à la Figure 19 doit être supérieur à 70° et inférieur à 90°.
- b) Les formes et la base d'appui doivent être stipulées dans la spécification applicable pour les différents types de CMS. Deux exemples types sont représentés à la Figure 19 et à la Figure 20.
- c) Appliquer la pression au centre du spécimen, en utilisant l'outil de poussée représenté à la Figure 19 et à la Figure 20, de façon à atteindre la charge spécifiée en 5 s et à maintenir la pression constante pendant  $(10 \pm 1)$  s. La charge doit être de 10 N, sauf indication contraire dans la spécification applicable.
- d) Sauf indication contraire, les mesures électriques doivent être effectuées pendant l'application de la charge, conformément à la spécification applicable.



**Légende:**

- B base d'appui, fabriquée dans un matériau suffisamment dur (par exemple carbure fritté, acier)
- $\alpha_B$  angle d'inclinaison des surfaces de la base d'appui, de part et d'autre du trou borgne,  $\alpha_B = (10 \pm 5)^\circ$
- $r_B$  rayon sur le rebord du trou borgne de la base,  $r_B = (0,15 \pm 0,05)$  mm
- C spécimen de composant
- T outil de poussée, fabriqué dans un matériau suffisamment dur (par exemple carbure fritté, acier)
- $r_T$  rayon de la partie ronde à l'avant de l'outil de poussée,  $r_T = 0,5$  mm
- $F_{test}$  force appliquée pour l'essai de résistance du corps
- $W_C$  largeur nominale du spécimen de composant
- $W_T$  largeur de l'outil de poussée,  $W_T > W_C$ , à centrer sur la largeur du spécimen
- $L_C$  longueur nominale du spécimen de composant, à centrer sous l'outil de poussée
- $L_G$  largeur du trou borgne dans la base d'appui,  $L_G = L_C/2$ , à centrer sous l'outil de poussée

**Figure 19 – Essai  $Uf_1$  de résistance du corps des CMS appliqué à un spécimen rectangulaire**



IEC

**Légende:**

- B Base d'appui, fabriquée dans un matériau suffisamment dur (par exemple carbure fritté, acier)
- C spécimen de composant
- T outil de poussée, fabriqué dans un matériau suffisamment dur (par exemple carbure fritté, acier)
- $r_T$  rayon de la partie ronde à l'avant de l'outil de poussée,  $r_T = 0,5 \text{ mm}$
- $F_{\text{test}}$  force appliquée pour l'essai de résistance du corps
- $D_C$  diamètre nominal du spécimen de composant
- $W_T$  largeur de l'outil de poussée,  $W_T > D_C$ , à centrer sur le diamètre du spécimen
- $L_C$  longueur nominale du spécimen de composant, à centrer sous l'outil de poussée
- $L_G$  largeur du trou borgne dans la base d'appui,  $L_G = L_C/2$ , à centrer sous l'outil de poussée

**Figure 20 – Essai  $Uf_1$  de résistance du corps des CMS appliqué à un spécimen de composant MELF (Metal Electrode Leadless Face)**

## 9.6.2 Essai $Uf_2$ : choc par impact

### 9.6.2.1 Equipement

L'équipement doit être en mesure d'appliquer au spécimen l'énergie potentielle spécifiée. Le principe de l'équipement est représenté à la Figure 21. L'énergie potentielle est donnée par la formule suivante:

$$E_p = m \times g_n \times h \quad (3)$$

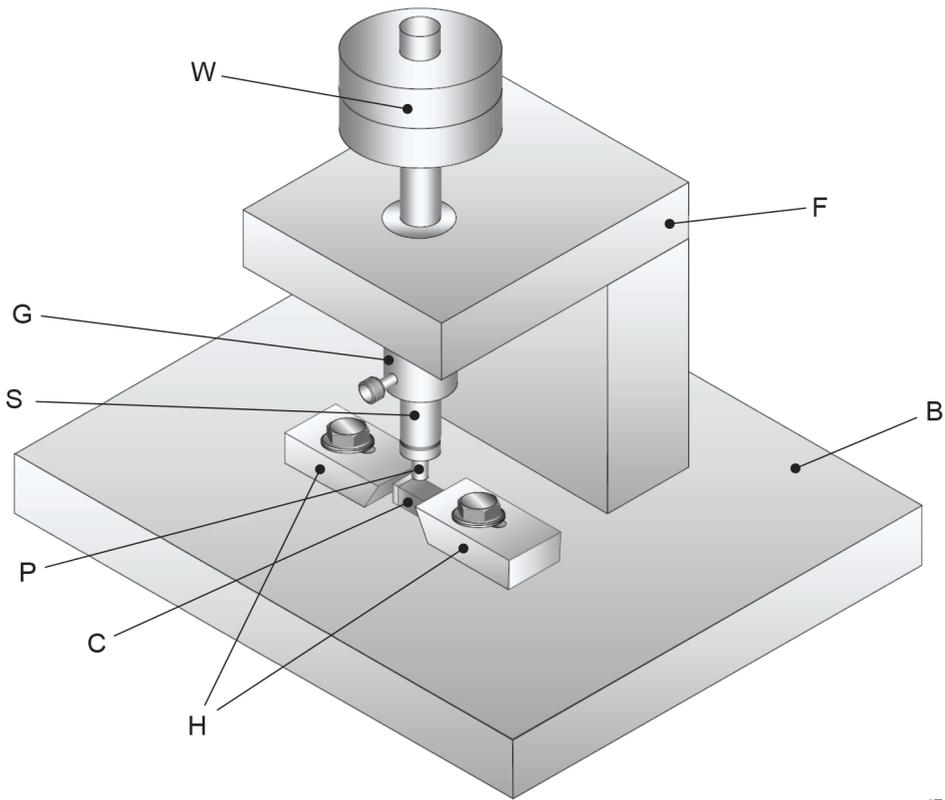
où:

$E_p$  est l'énergie potentielle;

$m$  est la masse du dispositif d'impact (bague de serrage, arbre et poids supplémentaire(s));

$g_n$  est l'accélération gravitationnelle,  $g_n = 9,81 \text{ m/s}^2$ ;

$h$  est la hauteur de chute du dispositif d'impact.

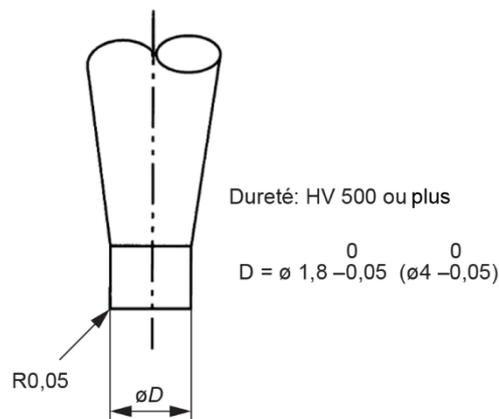


IEC

**Légende:**

- B base d'appui métallique
- F châssis de soutien métallique
- C spécimen de composant
- H pièces de bridage du spécimen
- G guide doté d'un mécanisme permettant de libérer l'arbre de sa position haute
- S arbre, avec bague de serrage pour retenir le vérin impacteur
- P vérin, fabriqué dans un matériau suffisamment dur (par exemple carbure fritté, acier; acier présentant un indice de dureté Vickers (HV, Hardness Vickers) de 500 ou plus,  $r = 0,05$  mm)
- W poids

**Figure 21 – Exemple d'appareillage pour l'essai Uf<sub>2</sub>**



IEC

**Figure 22 – Exemple de vérin**

L'équipement doit être en mesure de générer l'énergie d'impact spécifiée sur un spécimen, par chute d'une charge (bague de serrage, vérin et poids supplémentaire) (voir la Figure 21 et la Figure 22). Aucune friction apparente ne doit être constatée lors de la chute de la bague de serrage et du ou des poids. Le matériau de la base de l'équipement doit être métallique, d'une épaisseur supérieure à 1 cm, présentant une surface de dimensions suffisamment supérieures à celles du spécimen à soumettre à essai et pesant plus de 2 kg. Il ne doit pas y avoir de matériau sous la base pouvant réduire l'énergie d'impact, tel qu'une couche de matériau élastomère. L'équipement doit être disposé sur un sol en béton, ou sur une structure rigide équivalente. La construction et les dimensions des pièces de bridage du spécimen doivent être données dans la spécification applicable.

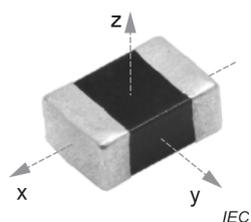
### 9.6.2.2 Méthode d'essai

Les essais doivent inclure les étapes suivantes.

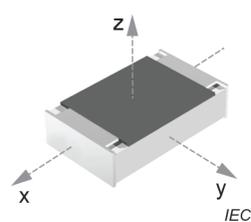
- a) Le spécimen doit être monté sur l'appareillage comme représenté à la Figure 21. Une charge, lâchée à partir de la hauteur de chute, doit venir percuter la surface centrale du spécimen, principalement selon l'axe  $Z$  représenté à la Figure 23.

Les axes  $X$  et  $Y$  peuvent être soumis à essai dans le cas de conditions d'assemblage spéciales (par exemple des robots prélevant les composants en saisissant leur corps par les côtés).

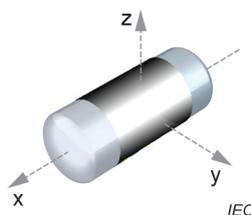
La direction d'essai doit être celle indiquée dans la spécification applicable.



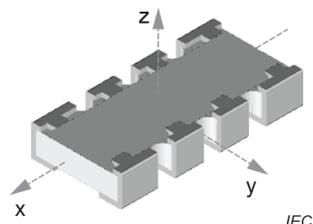
a) Condensateur pour montage en surface



b) Résistance pour montage en surface



c) Composant MELF



d) Matrice pour montage en surface avec sorties convexes

**Figure 23 – Exemples d'application de l'essai  $Uf_2$  de choc par impact sur le corps d'un CMS**

- b) Une charge (poids cumulé de la bague de serrage, de l'arbre et du ou des poids supplémentaires) doit être lâchée sur un spécimen à partir de la hauteur de chute spécifiée. Un ou des poids supplémentaires peuvent être ajoutés à l'arbre, conformément à la spécification applicable. Le diamètre du vérin doit être inférieur à la longueur du composant, sans dépasser 4,0 mm. La dureté de l'embout doit être adaptée à la propriété mécanique du spécimen à soumettre à essai (un indice HV 500 ou plus, par exemple). L'embout doit être chanfreiné selon un rayon ( $r$ ) de 0,05 mm. Il convient que le diamètre de l'embout du vérin et la hauteur de chute soient déterminés de manière à simuler les conditions réelles de montage.

## 9.7 Mesures finales

### 9.7.1 Reprise

Les composants qui nécessitent un traitement de reprise doivent être traités conformément à la spécification applicable.

### 9.7.2 Examen visuel

L'examen de l'aspect du spécimen, en vue d'y détecter de quelconques dommages, tels que des fissures ou des défauts, doit être effectué avec un grossissement d'au moins 10 et avec une lumière adaptée (par exemple 2 000 lx). Si les propriétés électriques et/ou mécaniques du spécimen exigent d'être soumises à essai, cela doit être stipulé dans la spécification applicable.

### 9.7.3 Caractéristiques électriques

Les mesures électriques doivent être effectuées conformément à la spécification applicable. Celle-ci doit donner les critères pour l'acceptation ou le rejet du spécimen.

### 9.7.4 Défaut caché

Dans de nombreux cas, les dommages causés par les essais ne peuvent pas être évalués par examen visuel ou par des mesures électriques. Pour développer et révéler les défauts cachés, il convient de faire suivre immédiatement cet essai par la séquence climatique de l'IEC 60068-2-61 ou par un conditionnement mécanique et/ou électrique approprié, comme indiqué dans la spécification applicable.

## 9.8 Renseignements à donner dans la spécification applicable

Si des essais de ce groupe sont inclus dans une spécification, il doit être indiqué quels éléments s'appliquent et quels éléments sont obligatoires.

	<b>Paragraphe</b>
a) Méthode d'essai	9.3
b) Conditions de préconditionnement du spécimen	9.4
c) Mesures initiales	9.5
<b>Essai Uf<sub>1</sub> (résistance du corps)</b>	
a) Forme de l'outil de poussée pour la résistance du corps,	9.6.1.1
b) Base d'appui,	9.6.1.2
c) Charge,	9.6.1.2
d) Mesures à effectuer pendant l'essai,	9.6.1.2
<b>Essai Uf<sub>2</sub> (choc par impact)</b>	
a) Construction et dimensions des pièces de bridage du spécimen	9.6.2.1
b) Direction et hauteur d'application de la charge,	9.6.2.1
c) Masse de la charge (vérin, bague de serrage, arbre et poids supplémentaires),	9.6.2.1
<b>Mesures finales</b>	
a) Condition de reprise	9.7.1
b) Types de défaut	9.7.2
c) Mesure électrique	9.7.3
d) Critères d'acceptation et de rejet	9.7.3
e) Indication quant à la nécessité de l'essai de séquence	9.7.4

## Annexe X (informative)

### Correspondance des références à des éditions antérieures du présent document

#### X.1 Correspondance des références à l'édition antérieure de l'IEC 60068-2-21

La révision du présent document a entraîné une nouvelle numérotation de certains paragraphes et tableaux. Le Tableau X.1 donne la correspondance entre la numérotation des articles/paragraphes du présent document et celle de la sixième édition. Le Tableau X.2 et le Tableau X.3 donnent respectivement la correspondance entre la numérotation des figures et la numérotation des tableaux du présent document et celle de l'édition précédente.

**Tableau X.1 – Correspondance des articles/paragraphes**

IEC 60068-2-21:2006 6 <sup>e</sup> édition	IEC 60068-2-21:2021 7 <sup>e</sup> édition	Notes
N° d'article/de paragraphe	N° d'article/de paragraphe	
1	1	Intégration du domaine d'application de l'IEC 60068-2-77, annulée
2	2	Intégration des références de l'IEC 60068-2-77, annulée
	3	
3	4.6.1	
4	4.6.2	
5	5	
6	6	
7	7	
8.1 8.2 8.3 8.4 8.6	8.1 8.2 8.3 8.4 8.5 8.6 8.8 8.9	Énoncé général pour les essais de robustesse des CMS scindé en articles dédiés
8.5.1	8.7.1	Essai Ue1
8.5.2	8.7.2	Essai Ue2
8.5.3	8.7.3	Essai Ue3
8.7	8.9	

**Tableau X.2 – Correspondance des figures**

IEC 60068-2-21:2006 6 <sup>e</sup> édition N° de figure	IEC 60068-2-21:2021 7 <sup>e</sup> édition N° de figure	Notes
1	7	–
2a	1	
2b	2	–
3a	5	
3b	6	
3c	3 4	Informations scindées pour chaque cas de figure
4a	8	
4b	9	
4c	10	
5	14	
6	-	
7	15	
8	17	
9	16	
10	17	
11	18	

**Tableau X.3 – Correspondance des tableaux**

IEC 60068-2-21:2006 6 <sup>e</sup> édition N° de tableau	IEC 60068-2-21:2021 7 <sup>e</sup> édition N° de tableau	Notes
1	1	–
2	2	
3	3	–
4	4	
5	5	

## **X.2 Correspondance des références à la dernière édition de l'IEC 60068-2-77**

L'intégration de l'IEC 60068-2-77 au présent document a entraîné une nouvelle numérotation de ses paragraphes, figures et tableaux. Le Tableau X.4 donne la correspondance entre la numérotation des articles/paragraphes du présent document et celle de l'IEC 60068-2-77:1999. Le Tableau X.5 donne la correspondance entre la numérotation des tableaux du présent document et celle de l'IEC 60068-2-77:1999.

**Tableau X.4 – Correspondance des articles/paragraphes**

<b>IEC 60068-2-77:1999 1<sup>re</sup> édition</b>	<b>IEC 60068-2-21:2021 7<sup>e</sup> édition</b>	<b>Notes</b>
N° d'article/de paragraphe	N° d'article/de paragraphe	
1	1	Intégration du domaine d'application de l'IEC 60068-2-21
2	2	Intégration des références de l'IEC 60068-2-21
3	3	—
4.1	9.6.1	Essai de résistance du corps (nouvel essai $U_{f1}$ ) regroupé dans un article dédié
4.2	9.6.2	Essai de choc par impact (nouvel essai $U_{f2}$ ) regroupé dans un article dédié
5	9.6.1.x 9.6.2.x 9.7	Informations réparties dans les essais respectifs
6	9.8	-

**Tableau X.5 – Correspondance des figures**

<b>IEC 60068-2-77:1999 1<sup>re</sup> édition</b>	<b>IEC 60068-2-21:2021 7<sup>e</sup> édition</b>	<b>Notes</b>
N° de figure	N° de figure	
1	-	Inclus dans la Figure 19
2	19	
3	20	—
4	-	
5	21	
6	23	
7	22	

## Bibliographie

IEC 60068-2-61, *Essais d'environnement – Partie 2-61: Méthodes d'essai - Essai Z/ABDM: Séquence climatique*

IEC 60068-2-77:1999<sup>1</sup>, *Essais d'environnement – Partie 2-77: Essais – Résistance du corps et résistance au choc par impact*

IEC 61190-1-3:2017, *Matériaux de fixation pour les assemblages électroniques – Partie 1-3: Exigences relatives aux alliages à braser de catégorie électronique et brasure solide fluxée et non-fluxée pour les applications de brasage électronique*

IEC 61249-2-22, *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion – Partie 2-22: Matériaux de base renforcés, plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées en tissu de verre de type E époxyde non halogéné modifié, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale), plaquées cuivre*

IEC 61249-2-35, *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion – Partie 2-35: Matériaux de base renforcés plaqués et non plaqués – Feuilles stratifiées en tissu de verre de type E époxyde modifié, plaquées cuivre, d'inflammabilité définie (essai de combustion verticale) pour les assemblages sans plomb*

ISO 272, *Eléments de fixation – Produits hexagonaux – Dimensions des surplats*

ISO 80000-4, *Grandeurs et unités – Partie 4: Mécanique*

---

---

<sup>1</sup> Annulée.



INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)