

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Solderless connections –

Part 6: Insulation piercing connections – General requirements, test methods and practical guidance

Connexions sans soudure –

Partie 6: Connexions à percement d'isolant – Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-6:2022



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Solderless connections –

Part 6: Insulation piercing connections – General requirements, test methods and practical guidance

Connexions sans soudure –

Partie 6: Connexions à perçement d'isolant – Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.20

ISBN 978-2-8322-6085-2

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
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 Requirements	12
4.1 Workmanship.....	12
4.2 Tools	12
5 Pre-requisites for the qualification test schedule.....	12
5.1 Insulation piercing terminations.....	12
5.1.1 Materials	12
5.1.2 Dimensions.....	12
5.1.3 Surface finishes.....	13
5.1.4 Design features	13
5.2 Insulated conductors.....	13
5.2.1 General	13
5.2.2 Materials	13
5.2.3 Dimensions.....	13
5.2.4 Surface finishes.....	13
5.2.5 Insulation.....	13
5.3 Insulation piercing connections	14
6 Testing	14
6.1 Overview.....	14
6.2 General.....	14
6.3 Standard conditions for testing.....	14
6.4 Preconditioning	14
6.5 Recovery	15
6.6 Mounting of the specimen	15
7 Tests	15
7.1 General examination	15
7.2 Mechanical tests.....	15
7.2.1 Tensile strength.....	15
7.2.2 Bending of the wire/cable	15
7.2.3 Vibration.....	17
7.3 Electrical tests	18
7.3.1 General	18
7.3.2 Contact resistance.....	18
7.3.3 Electrical load and temperature	20
7.4 Climatic tests	20
7.4.1 General	20
7.4.2 Rapid change of temperature.....	21
7.4.3 Climatic sequence	21
7.4.4 Flowing mixed gas corrosion test.....	21
7.4.5 Damp heat cyclic	21
8 Test schedules	22
8.1 General.....	22

8.1.1	Overview	22
8.1.2	Insulation piercing connections with terminations suitable for a range of wire diameters	22
8.1.3	Multipole components	22
8.2	Qualification test schedule	23
8.2.1	General	23
8.2.2	Initial examination.....	23
8.2.3	Testing of insulation piercing connections.....	23
8.3	Application test schedule	25
8.3.1	General	25
8.3.2	Initial examination.....	25
8.3.3	Testing of insulation piercing connections.....	25
8.4	Flow charts	26
Annex A	(informative) Practical guidance	29
A.1	General information on insulation piercing terminations	29
A.2	Current-carrying capacity	29
A.3	Tool information	29
A.4	Termination information	30
A.4.1	General	30
A.4.2	Materials	31
A.4.3	Surface finishes	31
A.4.4	Dimensions.....	31
A.5	Conductor information.....	31
A.5.1	General	31
A.5.2	Material	31
A.5.3	Dimensions.....	31
A.5.4	Surface finishes	31
A.5.5	Insulation.....	31
A.5.6	Stripping information for cables (cords) and wires.....	31
A.6	Connection information	32
A.7	Axial load.....	33
Bibliography		34
Figure 1	– Example of an integrated insulation piercing connection (one connection shown).....	10
Figure 2	– Example of an insulation piercing connection with insulated flat conductor.....	11
Figure 3	– Example of an insulation piercing connection in a barrel with stranded wires	11
Figure 4	– Test arrangement, bending of single wire	16
Figure 5	– Test arrangement, bending of flat conductor, flat flexible circuitry	17
Figure 6	– Test arrangement, vibration	17
Figure 7	– Test arrangement, contact resistance (measuring method for tinsel wire, flat conductor, flat flexible circuitry).....	19
Figure 8	– Test arrangement, contact resistance (measuring method for stranded wires).....	19
Figure 9	– Qualification test schedule (see 8.2)	27
Figure 10	– Application test schedule (see 8.3).....	28
Figure A.1	– Example of an insulation piercing termination as an integral part of a component.....	30

Figure A.2 – Example of an insulation piercing termination for flat conductor	30
Figure A.3 – Example of an insulation piercing termination for stranded wires	30
Figure A.4 – Examples of round, flat and flat oval sheath cable	32
Figure A.5 – Example of a flexible circuitry	32
Figure A.6 – Example of an integrated insulation piercing connection	32
Figure A.7 – Example of an integrated insulation piercing connection in a barrel with stranded wires	33
Table 1 – Vibration, preferred test severities	18
Table 2 – Contact resistance of insulation piercing connections, maximum permitted values	20
Table 3 – Number of specimens required	22
Table 4 – Qualification test schedule – Test group A	23
Table 5 – Qualification test schedule – Test group B	23
Table 6 – Qualification test schedule – Test group C	24
Table 7 – Qualification test schedule – Test group D	25
Table 8 – Application test schedule – Test group 1	26
Table 9 – Application test schedule – Test group 2	26
Table A.1 – Axial load F	33

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-6:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SOLDERLESS CONNECTIONS –**Part 6: Insulation piercing connections –
General requirements, test methods and practical guidance****FOREWORD**

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

IEC 60352-6 has been prepared by subcommittee 48B: Electrical connectors, of IEC technical committee 48: Electrical connectors and mechanical structures for electrical and electronic equipment. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1997. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) axial load in 7.2.2 provided in a table in Annex A rather than as percentage of breaking load of the wire;
- b) different approach to measure contact resistance provided in 7.3.2.3.

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

Draft	Report on voting
48B/3001/FDIS	48B/3009/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. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 60352 series, published under the general title *Solderless connections*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-6:2022

INTRODUCTION

This part of IEC 60352 applies to solderless connections made by insulation piercing (IP) and includes requirements, tests and practical guidance information for such connection technology.

Two test schedules are provided:

- a qualification test schedule that applies to insulation piercing connections which conform to all pre-requisites of Clause 5, which are derived from experience with successful applications of such insulation piercing connections;
- an application test schedule that applies to insulation piercing connections made with suitable IP termination which are integral part of a component and are already fulfilling the pre-requisites of Clause 5.

IEC Guide 109 advocates the need to minimize the impact of a product on the natural environment throughout the product life cycle. IEC 62430 provides principles, requirements and guidance to implement environmentally conscious design.

It is understood that some of the materials permitted in this document may have a negative environmental impact. As technological advances lead to acceptable alternatives to these materials, they will be eliminated from this document.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-6:2022

SOLDERLESS CONNECTIONS –

Part 6: Insulation piercing connections – General requirements, test methods and practical guidance

1 Scope

This part of IEC 60352 is applicable to insulation piercing connections made with stranded wires and tinsel wires, insulated flat conductors and flat flexible circuitries for use in electrical and electronic equipment.

Information on materials and data from industrial experience is included in addition to the test procedures to provide electrically stable connections under prescribed environmental conditions.

The object of this document is to:

- determine the suitability of insulation piercing connections under specified mechanical, electrical, and atmospheric conditions;
- provide a means of comparing test results when the tools used to make the connections, if any, are of different designs or manufacture.

There are different designs and materials for insulation piercing terminations in use. For this reason, only fundamental parameters of the termination, the performance requirements of the conductor and the complete connection are specified in this document.

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 60512-1:2018, *Connectors for electrical and electronic equipment – Tests and measurements – Part 1: Generic specification*

IEC 60512-1-1:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-1: General examination – Test 1a: Visual examination*

IEC 60512-1-2:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-2: General examination – Test 1b: Examination of dimension and mass*

IEC 60512-2-1:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 2-1: Electrical continuity and contact resistance tests – Test 2a: Contact resistance – Millivolt level method*

IEC 60512-2-2:2003, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 2-2: Electrical continuity and contact resistance tests – Test 2b: Contact resistance – Specified test current method*

IEC 60512-2-5:2003, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 2-5: Electrical continuity and contact resistance tests – Test 2e: Contact disturbance*

IEC 60512-6-4:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 6-4: Dynamic stress tests – Test 6d: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60512-9-2:2011, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 9-2: Endurance tests – Test 9b: Electrical load and temperature*

IEC 60512-11-1:2019, *Connectors for electrical and electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-1: Climatic tests – Test 11a - Climatic sequence*

IEC 60512-11-4:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-4: Climatic tests – Test 11d: Rapid change of temperature*

IEC 60512-11-7:2003, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-7: Climatic tests – Test 11g: Flowing mixed gas corrosion test*

IEC 60512-11-9:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-9: Climatic tests – Test 11i: Dry heat*

IEC 60512-11-10:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-10: Climatic tests – Test 11j: Cold*

IEC 60512-11-12:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 11-12: Climatic tests – Test 11m: Damp heat, cyclic*

IEC 60512-16-20:1996, *Electromechanical components for electronic equipment – Basic testing procedures and measuring methods – Part 16: Mechanical tests on contacts and terminations – Section 20: Test 16t: Mechanical strength (wired termination of solderless connections)*

3 Terms and definitions

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

conductor

part of the cable or wire intended to carry electric current

Note 1 to entry: The conductor may be

- a) solid – made of a single strand of circular cross-section;
- b) stranded – made of several strands of circular cross-section assembled either by laying up concentrically or by bunching, and without insulation between them.

Note 2 to entry: The properties of the copper are in accordance with IEC 60228.

[SOURCE: IEC 60189-1:2018, 3.1]

3.2 wire

insulated conductor or assembly of several insulated conductors, laid up together and which may be provided with a screen

Note 1 to entry: The wire may be

- a) single – consists of a single insulated conductor;
- b) multiple – consists of several insulated conductors.

[SOURCE: IEC 60189-1:2018, 3.2 modified by deleting "low frequency" in the title and the NOTE listing designations.]

3.3 insulation piercing (IP) connection

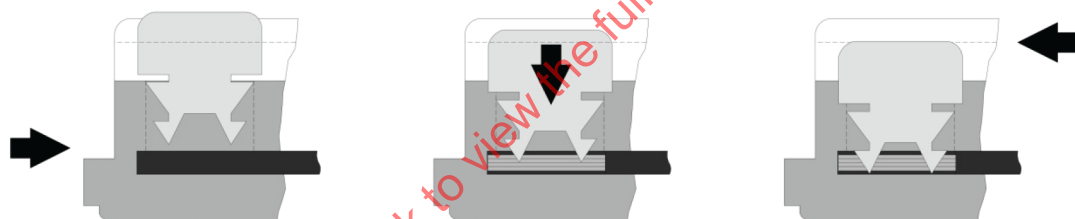
solderless connection made by metallic protruding elements, which pierce the insulation and are intended to provide contact with the conductor by deforming or penetrating it

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-23-34, modified by adding "(IP)" (as abbreviation) and deleting "(for electronic equipment)".]

3.3.1

integrated insulation piercing (IP) termination for stranded wire or tinsel wire

insulation piercing termination which is integral part of a multipole connector, deemed to be used for IP connection with stranded wire or tinsel wire (see Figure 1).



IEC

**Figure 1 – Example of an integrated insulation piercing connection
(one connection shown)**

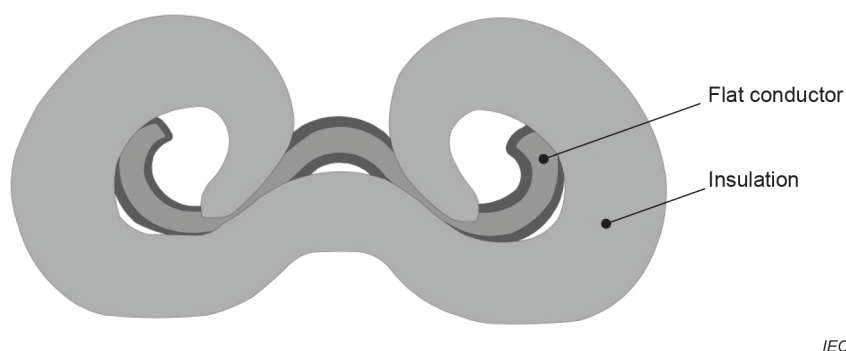
Note 1 to entry: Usually, all IP connections of a connector with integrated IP terminations are made in one step.

Note 2 to entry: An example for the application is the free connector according to IEC 60603-7.

3.3.2

insulation piercing connection with insulated flat conductor or flat flexible circuitry

insulation piercing connection formed by lances which pierce and penetrate the insulated flat conductor or flexible circuitry (see Figure 2)



IEC

Figure 2 – Example of an insulation piercing connection with insulated flat conductor

3.3.3

insulation piercing barrel connection with stranded wire or tinsel wire

insulation piercing connection made by lances in a barrel which pierce the insulation, and make contact with the conductor strands (see Figure 3)



IEC

Figure 3 – Example of an insulation piercing connection in a barrel with stranded wires

3.4

insulation piercing termination

termination to accept different types of insulated conductors for the purpose of establishing an insulation piercing connection

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-23-54]

3.5

insulation piercing zone

portion of the contact designed and intended to effect the piercing of the insulation and provide contact with the conductor

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-23-44]

3.6

tinsel conductor

conductor comprising one or more elements stranded together, each element consisting of one or more thin metal tapes helically wound on, and supported by a textile thread

[SOURCE: IEC 60050-461:2008, 461-01-18]

3.7

tinsel wire

tinsel conductor jacketed with an insulating layer

4 Requirements

4.1 Workmanship

The manufacturer of insulation piercing connections or of a component using such connections shall provide an instruction for the assembly of insulation piercing connections.

The insulation piercing connections shall be processed in a careful and workmanlike manner, in accordance with good current practice.

Annex A (informative) provides practical guidance and may constitute a benchmark for the assessment of workmanship.

4.2 Tools

Tools shall be used and inspected according to the instructions given by the manufacturer(s) of the tool and/or the connector.

The tools shall be able to make uniformly reliable insulation piercing connections during their lifetime.

The tools shall be designed to operate in such a manner that unacceptable damage to the insulation piercing termination and/or conductors is avoided.

Hand tools shall be provided with a full cycle mechanism.

Automatic tools shall be provided with a full cycle mechanism or equivalent safeguard. Tools are evaluated by testing insulation piercing connections made with the tools to be evaluated.

5 Pre-requisites for the qualification test schedule

5.1 Insulation piercing terminations

5.1.1 Materials

– Metallic parts

Suitable grades of copper or copper alloy such as copper-tin (bronze), copper-zinc (brass) or beryllium copper shall be used.

– Insulating parts

For integrated insulation piercing connections according to 3.3.1 the component housing material shall be polycarbonate or similar plastic material.

For insulation piercing barrel connections according to 3.3.3 the wire insulation shall be PVC or another material appropriate for this connecting technique.

5.1.2 Dimensions

The quality of an insulation piercing connection depends on the dimensions of the insulation piercing termination. The dimensions shall be suitable for stranded wires including tinsel wires, insulated flat conductors or flat flexible circuitries, as specified in 5.2.

5.1.3 Surface finishes

The contact area of the termination shall be unplated or plated with tin or tin-lead or silver, gold, palladium or their alloys.

The surface shall be free of contamination or corrosion which degrades performance.

5.1.4 Design features

Insulation piercing terminations shall be designed such that lances, peaks or sharp edges of the insulation piercing zones penetrate the insulation of insulated conductor(s) and establish a connection by penetration or controlled deformation of the conductor(s). The insulation piercing zones and termination body shall deform around the conductor(s) to maintain the connection.

For integrated insulation piercing connections according to 3.3.1 the guiding function of the component housing for the inserted insulated wires is important.

5.2 Insulated conductors

5.2.1 General

Wires with stranded wires, tinsel wires, flat conductors or flat flexible circuitries shall be used.

5.2.2 Materials

The conductors used shall be annealed copper.

5.2.3 Dimensions

5.2.3.1 Dimensions for insulated conductors used for integrated insulation piercing terminations according to 3.3.1

Specified in the detail specification.

5.2.3.2 Dimensions for insulated conductors used for insulation piercing connections with flat conductors or flat flexible circuitries according to 3.3.2

Specified in the detail specification.

5.2.3.3 Dimensions for insulated conductors used for insulation piercing barrel connections with stranded wires or tinsel wires according to 3.3.3

Specified in the detail specification.

5.2.4 Surface finishes

Conductors shall be unplated or plated with tin, tin-lead or silver.

5.2.5 Insulation

The specification for the components using the insulation piercing termination shall specify:

- the insulation thickness of the wires, and
- the outer diameters or the outer dimensions of the wires that shall be accommodated.

The insulation material shall have properties compatible with the insulation piercing process, i.e. the insulation material shall be capable of being readily pierced by the piercing zones. In case of stranded conductors or tinsel wires the insulation shall additionally be capable of keeping the strands in place so that they are not unduly moved when making the connection.

For flat cables the insulation between the conductors, including any additional insulation forming the cable, shall additionally be capable of being readily pierced by the piercing zones.

5.3 Insulation piercing connections

- a) The combination of insulated conductors, termination and connection tools shall be compatible.
- b) During the connection process the insulation piercing termination of the component shall
 - pierce the insulation without detrimental effect;
 - deform or pierce the conductor so as to produce an electrical connection without detrimental effect to the conductor, for example cracking.
- c) The termination design shall control the relative position of the insulated conductor and the piercing zone.
- d) A conductor shall be correctly located in the insulation piercing termination as specified by the detail specification. There shall be a sufficient distance between the termination and the conductor end. The minimum value of the distance depends on the conductor used and shall be as specified by the detail specification.
- e) Where the termination is equipped with an insulation support or insulation grip, the insulation shall be correctly located in the support or grip.

6 Testing

6.1 Overview

All tests shall be carried out with insulation piercing connections being in their normal operating position, for example in their housings (e.g.: the connector insulating body).

Where an insulation piercing connecting device is designed to accommodate more than one insulation piercing termination, each connection shall be tested individually.

6.2 General

As explained in the introduction to this document, there are two test schedules which shall be applied according to the following conditions:

- insulation piercing connections which conform to all the pre-requisites of Clause 5 shall be tested and shall meet the requirements of the qualification test schedule of 8.2;
- insulation piercing connections which are part of a component and are already qualified to all the pre-requisites of Clause 5 shall be tested in accordance with and meet the requirements of the application test schedule of 8.3, which shall be included in the detail specification.

6.3 Standard conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard conditions for testing, as specified in IEC 60512-1.

The ambient temperature and the relative humidity at which the measurements are made shall be stated in the test report.

In case of dispute about the test results, the test shall be repeated at one of the referee conditions of IEC 60068-1.

6.4 Preconditioning

Where specified, the connections shall be preconditioned under standard conditions for testing for a period of 24 h, in accordance with IEC 60512-1.

6.5 Recovery

Where specified, the specimens shall be allowed to recover under standard conditions for testing for a period of 1 h to 2 h after conditioning.

6.6 Mounting of the specimen

A test specimen shall consist of the component having one or a specified number of insulation piercing connections with wires mounted according to manufacturer's instruction to the connection slots of each insulation piercing connections. The wires connected with a multipole connector may be a multi-core cable or a number of single wires.

When mounting is required in a test, the specimens shall be mounted using the normal mounting method, unless otherwise specified.

7 Tests

7.1 General examination

The tests shall be carried out in accordance with test 1a: Visual examination, of IEC 60512-1-1, and test 1b: Examination of dimension and mass, of IEC 60512-1-2. The visual examination test may be carried out with magnification up to five times.

All parts shall be examined to determine whether the pre-requisites and requirements of Clause 5 and Clause 6 have been met.

7.2 Mechanical tests

7.2.1 Tensile strength

The test shall be carried out in accordance with test 16t: Mechanical strength (wired terminations of solderless connections), of IEC 60512-16-20, Method A or Method B (as to be agreed between user and manufacturer).

Requirement:

The tensile strength of insulation piercing connections shall be not less than 20 N per wire, unless otherwise specified by the detail specification.

7.2.2 Bending of the wire/cable

The object of this test is to assess the ability of an insulation piercing connection to withstand the mechanical stress caused by bending the connected insulated wire/cable, in a specified manner.

The test specimen shall consist of:

- multiple connections to a multipole component. Such specimens may include multiple single wires, wires in cable constructions or multiconductor flat cable according to 3.3.1 and 3.3.2 (see Figure 1 and Figure 2);
- a single wire connected to a single component according to 3.3.3 (see Figure 3).

The test specimen shall be securely held in such a position that the wire(s) or the flat conductor hangs along its (their) longitudinal axis in the connection. An axial load F shall be applied to the free end of the wire(s) or flat conductor, to keep it (them) straight.

The value of this load shall be:

- 5 % to 10 % of the breaking strength of the wire where single wires are to be tested;
- 10 N to 50 N where flat conductors are to be tested. The applicable load depends on the number of wires in the conductor, the wire diameter, the type and/or material of the insulation and shall be specified by the detail specification. The load shall be evenly distributed over the whole conductor.

NOTE Table A.1 provides a table, where this load has been calculated for different cross-sectional areas according to the requirement of 5 % to 10 % of the tensile strength, based on a tensile strength of 200 N/mm² for annealed copper conductors according to IEC 60228.

The wire shall then be bent perpendicular in both directions. A bending over the distances 1, 2 and 3 shall be considered to be one cycle and over the distances 4, 5 and 6 shall be considered to be a further cycle (see Figure 4). Unless otherwise specified by the detail specification the bending angle shall be 30°.

Bending of the wire/conductor shall be carried out using a suitable test arrangement, for example as indicated in Figure 4 or Figure 5.

Where single wires connected to a multipole component are to be tested, the wire bending test shall be carried out with a number of single wires (specimens) per component, the number to be specified by the detail specification.

The specimens shall be tested sequentially or simultaneously as specified by the detail specification.

The number of cycles shall be 10 unless otherwise specified by the detail specification.

Contact disturbance shall be monitored during the bending test in accordance with test 2e: Contact disturbance, of IEC 60512-2-5.

The limit of duration of contact disturbance shall be 1 µs unless otherwise specified by the detail specification.

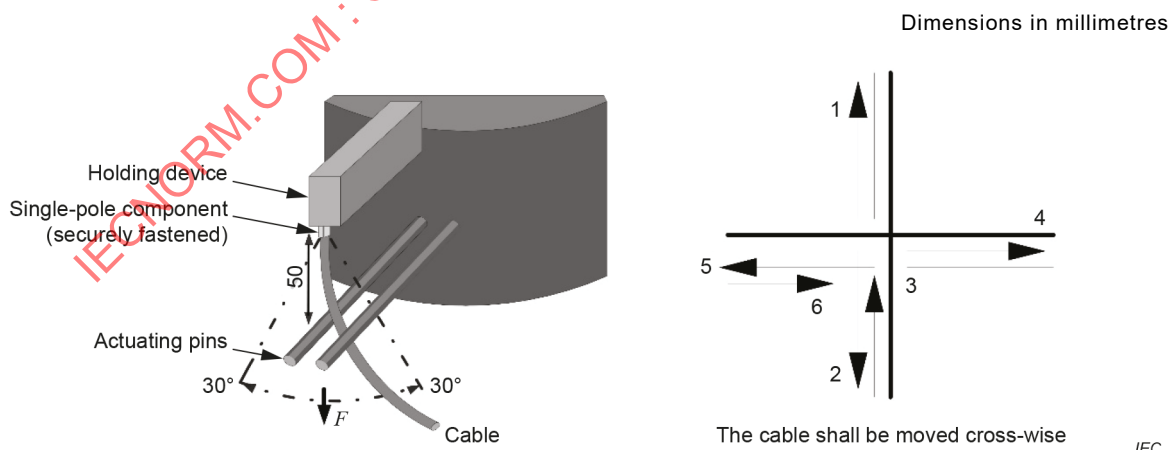
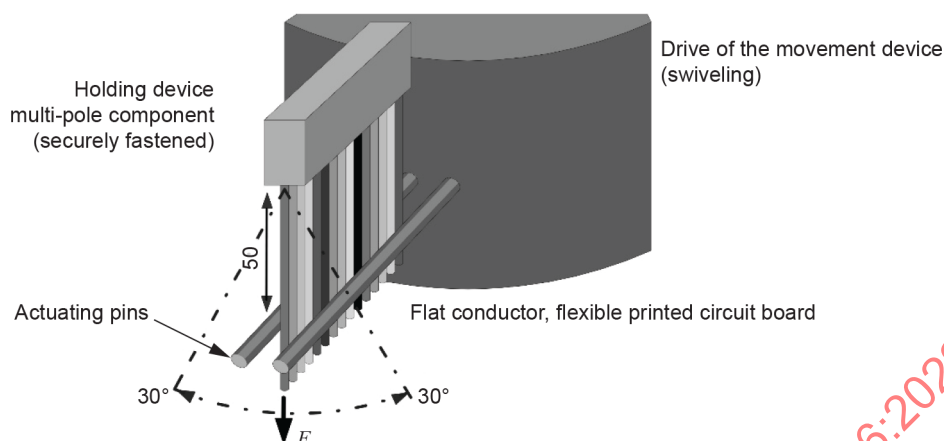


Figure 4 – Test arrangement, bending of single wire

Dimensions in millimetres



IEC

Figure 5 – Test arrangement, bending of flat conductor, flat flexible circuitry

7.2.3 Vibration

The test shall be carried out in accordance with test 6d: Vibration, of IEC 60512-6-4.

The test specimen shall be firmly held on a vibration table.

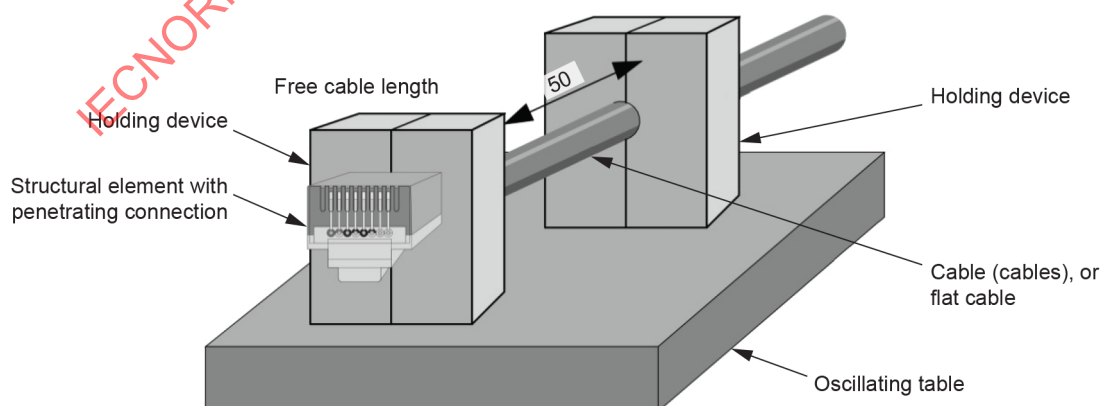
An example of a suitable test arrangement for testing a component containing insulation piercing connections is shown in Figure 6.

The preferred test severities are shown in Table 1.

Contact disturbance shall be monitored during the bending test in accordance with test 2e: Contact disturbance, of IEC 60512-2-5.

The limit of duration of contact disturbance shall be 1 μ s unless otherwise specified by the detail specification.

Dimensions in millimetres



IEC

Figure 6 – Test arrangement, vibration

Table 1 – Vibration, preferred test severities

Range of frequency Hz	10 to 55	10 to 500	10 to 2 000
Full duration h	2,25	6	7,5
Displacement amplitude below the cross-over frequency mm	0,35	0,35	1,5
Acceleration amplitude above the cross-over frequency m/s ²	–	50	200
Directions axes	3	3	3
Number of sweep cycles per direction	10	10	10

Unless otherwise specified in the detail specification, the 10 Hz to 55 Hz range shall be carried out.

7.3 Electrical tests

7.3.1 General

The component detail product specification or the manufacturer's specification shall prescribe the upper category temperature (UCT) and the lower category temperature (LCT) which shall be used in the following tests.

NOTE 1 These temperatures, when the insulation piercing connections under test are employed in a connector, coincide with the ULT (upper limiting temperature) and LLT (lower limiting temperature) as defined in IEC 61984 and declared in the connector's detail product specification (IEC standard) or in the connector's manufacturer specification.

NOTE 2 A typical way of providing such information is the derating diagram as defined by test 5b of IEC 60512-5-2.

NOTE 3 The current-carrying capacity of an insulation piercing connections may consist of a single insulation piercing connections in combination with a certain size of conductor for which the termination is suitable. However, in case of use of a multiple set of insulation piercing connections in a component like a multipole connector, the current-carrying capacity under consideration is that of the fully wired and continuously loaded component.

NOTE 4 The choice of the wire (cross-sectional area, sheathing) may limit the current-carrying capacity of the insulation piercing connections.

7.3.2 Contact resistance

7.3.2.1 General

The test for insulation piercing connections shall be carried out in accordance with test 2a: Contact resistance, millivolt level method, of IEC 60512-2-1 or test 2b: Contact resistance, specified test current method, of IEC 60512-2-2, as specified in the detail specification.

7.3.2.2 Testing of insulation piercing connections with tinsel wire, insulated flat conductors or flexible circuitry according to 3.3.1 and 3.3.2

A suitable test arrangement as shown in Figure 7 shall be used.

Dimensions in millimetres

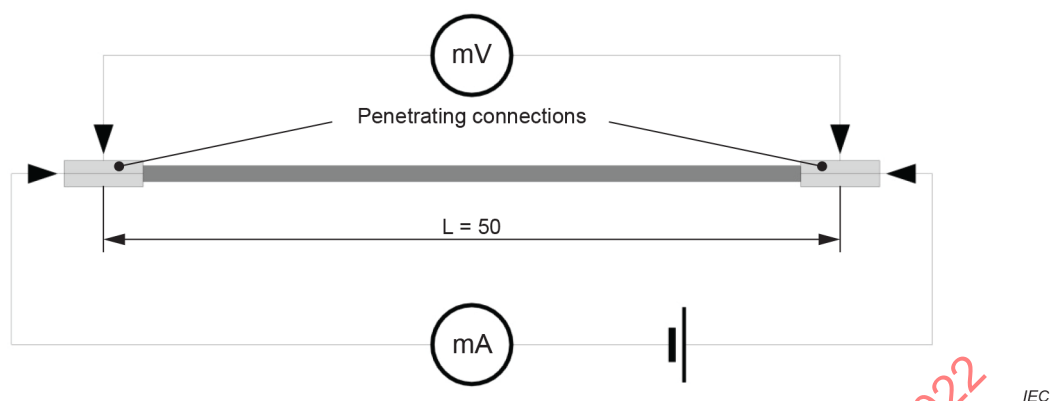


Figure 7 – Test arrangement, contact resistance (measuring method for tinsel wire, flat conductor, flat flexible circuitry)

A suitable test device may be used to ensure good contact at both measuring points. The test device should ensure the points are located at predetermined fixed distances.

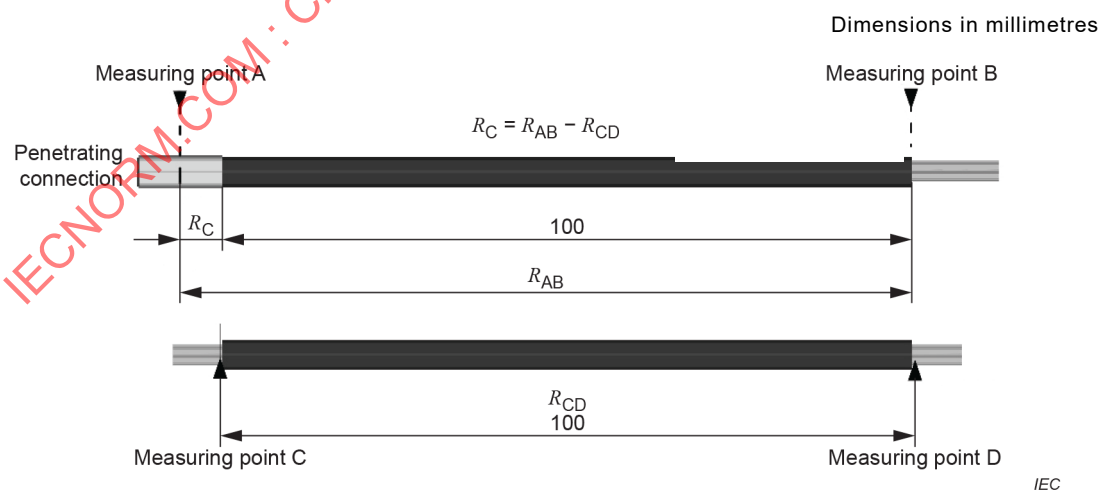
When test 2b is applied, the test current shall be 1 A/mm² conductor cross-section. The duration of application of the test current shall be short enough to prevent heating of the specimens.

The initial contact resistance shall be measured as reference value.

The maximum permitted change in resistance shall be specified by the detail specification.

7.3.2.3 Testing of insulation piercing barrel connections with stranded wires or tinsel wires according to 3.3.3

A suitable test arrangement as shown in Figure 8 shall be used.



Key

- R_C contact resistance of connection
- R_{AB} measured resistance between measuring points A and B
- R_{CD} measured resistance between measuring points C and D

Figure 8 – Test arrangement, contact resistance (measuring method for stranded wires)

Measuring point B shall be as close as possible to the end of the wire in the insulation piercing connection but, in the case of an open barrel, not touching the end of the wire.

To achieve dependable reproducible test results, all strands have to be connected during the resistance measurement. By locating the measuring point D at a safe distance away from the connection, any means to ensure the necessary good contact to all strands may be used.

A suitable test device may be used to ensure good contact at all measuring points. The test device should ensure that the measuring points are located at predetermined fixed distances. Where test probes are used, they shall be sufficiently rounded to avoid damaging of the conductor.

When test 2b is applied, the test current shall be 1 A/mm² conductor cross-section. The duration of application of the test current shall be short enough to prevent heating of the specimens.

The values for the maximum permitted initial contact resistance, as shown in Table 2 do not include any resistance caused by the additional wire length, as shown in the test arrangements of Figure 8. This additional resistance shall be subtracted from the total measured value.

The maximum permitted change in resistance is given in Table 2, unless specified in the detail specification.

Table 2 – Contact resistance of insulation piercing connections, maximum permitted values

Unit in mΩ

Insulation piercing termination	Conductor		Maximum initial contact resistance	Maximum change in resistance after mechanical, electrical or climatic testing
Plated	Stranded conductor	Plated	10	10
Unplated		Unplated		15
Plated	Flat conductor or flat flexible circuitry	Plated		10
Unplated		Unplated		

7.3.3 Electrical load and temperature

The test shall be carried out in accordance with test 9b: Electrical load and temperature, of IEC 60512-9-2. Unless otherwise specified by the detail specification the following details shall apply:

- maximum operating temperature +70 °C (UCT)
- duration 1 000 h

Test current shall be specified in the detail specification.

7.4 Climatic tests

7.4.1 General

Unless otherwise specified in the detail product specification or the manufacturer's specification, the following upper category temperature (UCT) and lower category temperature (LCT) shall be used in the following tests.

7.4.2 Rapid change of temperature

The test shall be carried out in accordance with test 11d: Rapid change of temperature, of IEC 60512-11-4. Unless otherwise specified by the detail specification the following details shall apply

- | | | |
|------------------------|-------|--------------|
| – low temperature | T_A | –40 °C (LCT) |
| – high temperature | T_B | 70 °C (UCT) |
| – duration of exposure | t_1 | 30 min |
| – number of cycles | | 5 |

7.4.3 Climatic sequence

The test shall be carried out in accordance with test 11a: Climatic sequence, of IEC 60512-11-1. Unless otherwise specified by the detail specification the following details shall apply:

- | | |
|------------------------------|--------------|
| – dry heat, test temperature | 70 °C (UCT) |
| – cold, test temperature | –40 °C (LCT) |
| – damp heat, remaining cycle | 1 |

7.4.4 Flowing mixed gas corrosion test

The test shall be carried out in accordance with test 11g: Flowing mixed gas corrosion test, of IEC 60512-11-7.

Unless otherwise specified by the detail specification, the following details shall apply:

Method 1

- | | |
|---------------------------------|---|
| concentration SO ₂ : | $(500 \pm 100) \cdot 10^{-9}(\text{vol/vol})$ |
| concentration H ₂ S: | $(100 \pm 20) \cdot 10^{-9}(\text{vol/vol})$ |
| temperature: | $(25 \pm 1) \text{ °C}$ |
| relative humidity: | $(75 \pm 3) \%$ |
| duration of exposure: | 10 days |

7.4.5 Damp heat cyclic

The test shall be carried out in accordance with test 11m: Damp heat, cyclic, of IEC 60512-11-12. Unless otherwise specified by the detail specification, the following details shall apply:

- | | |
|---------------------|--------|
| – test temperature: | +55 °C |
| – number of cycles: | 2 |
| – variant: | 2 |

8 Test schedules

8.1 General

8.1.1 Overview

Where the requirements of the test sequence for a connector, employing these connections, include all or part of the test requirements of this specification, duplication of testing shall be excluded.

Prior to testing, specimens shall be made. Each specimen shall consist of an insulation piercing termination with one wire inserted in one termination, unless otherwise specified by the detail specification.

Test 7.3.2.2 requires double-ended test specimens (see Figure 7).

8.1.2 Insulation piercing connections with terminations suitable for a range of wire diameters

When insulation piercing connections with terminations designed to be suitable for a range of wire dimensions are to be tested, the tests shall be carried out:

- a) with the number of specimens specified in Table 3, made with wires having the minimum conductor dimensions within the range,
and, additionally,
- b) with the number of specimens specified in Table 3, made with wires having the maximum conductor dimensions within the range.

8.1.3 Multipole components

When multipole components are to be tested, the required number of specimens shall be distributed uniformly.

Before the specimens are prepared, it shall be verified that:

- a) the correct terminations and wires are used;
- b) where the connections are made by tools
 - the correct tool is used;
 - the tool works correctly;
- c) the operator is able to produce connections which comply with 5.3.

Table 3 – Number of specimens required

Test schedule	Subclause	Required in all cases, when insulation piercing terminations are to be tested	Additionally required when insulation piercing terminations suitable for a range of wire dimensions are to be tested
Qualification test schedule, 8.2	8.2.3.2, 8.2.3.3, 8.2.3.4, 8.2.3.5	80	80
Application test schedule, 8.3	8.3.2	40	40

8.2 Qualification test schedule

8.2.1 General

Where the qualification test schedule is necessary (see 6.2), the required number of specimens specified in Table 3 shall be prepared and subjected to the initial examination according to 8.2.2.

8.2.2 Initial examination

All specimens shall be subjected to test 1a: Visual examination, of IEC 60512-1-1.

8.2.3 Testing of insulation piercing connections

8.2.3.1 General

80 specimens or 2 × 80 specimens, as applicable.

In those cases where the termination covers a range of wire sizes, specimens shall be selected for a maximum wire size and an equal number for the minimum wire size within the range. These specimens shall be divided into four test groups.

8.2.3.2 Test group A

20 specimens or 2 × 20 specimens, as applicable, see Table 4.

Table 4 – Qualification test schedule – Test group A

Test phase	Test			Measurement to be performed		
	Title	Test No. of IEC 60512	Severity or condition of test	Title	Test No. of IEC 60512	Requirements
AP1	Tensile strength	---	7.2.1	Mechanical strength	16t	7.2.1

8.2.3.3 Test group B

20 specimens or 2 × 20 specimens, as applicable, see Table 5.

Table 5 – Qualification test schedule – Test group B

Test phase	Test			Measurement to be performed		
	Title	Test No. of IEC 60512	Severity or condition of test	Title	Test No. of IEC 60512	Requirements
BP1				Contact resistance	2a or 2b	7.3.2.3 Table 2
BP2	Bending of wire/cable	---	7.2.2 10 cycles	Contact disturbance	2e	7.2.2 Duration of contact disturbance 1 µs max
BP3	Electrical load and temperature	9b	7.3.3 Max. operating temp. +70 °C Duration 1 000 h			---
BP4				Contact resistance	2a or 2b	7.3.2.3 Table 2

8.2.3.4 Test group C

20 specimens or 2 × 20 specimens, as applicable, see Table 6.

Table 6 – Qualification test schedule – Test group C

Test phase	Test			Measurement to be performed		
	Title	Test No. of IEC 60512	Severity or condition of test	Title	Test No. of IEC 60512	Requirements
CP1				Contact resistance	2a or 2b	7.3.2.3 Table 2
CP2	Vibration	6d	7.2.3	Contact disturbance	2e	7.2.3 Duration of contact disturbance 1 µs max
CP3	Rapid change of temperature	11d	7.4.2 LCT -40 °C UCT +70 °C Duration of exposure 30 min 5 cycles			---
CP4	Climatic sequence	11a	7.4.3			---
CP4.1	Dry heat	11i	7.4.3 UCT +70 °C			---
CP4.2	Cold	11j	7.4.3 LCT -40 °C			---
CP4.3	Damp heat, cyclic	11m	7.4.3 1 Cycle			---
CP5				Contact resistance	2a or 2b	7.3.2.3 Table 2

8.2.3.5 Test group D

20 specimens or 2 × 20 specimens, as applicable, see Table 7.

Table 7 – Qualification test schedule – Test group D

Test phase	Test			Measurement to be performed		
	Title	Test No. of IEC 60512	Severity or condition of test	Title	Test No. of IEC 60512	Requirements
DP1				Contact resistance	2a or 2b	7.3.2.3 Table 2
DP2	Flowing mixed gas corrosion test	11g	7.4.4 Method 1 concentration SO ₂ : (500 ± 100) 10 ⁻⁹ (vol/vol) concentration H ₂ S: (100 ± 20) 10 ⁻⁹ (vol/vol) temperature: (25 ± 1) °C relative humidity: (75 ± 3) % duration of exposure: 10 days			---
DP3				Contact resistance	2a or 2b	7.3.2.3 Table 2

8.3 Application test schedule

8.3.1 General

Where the application test schedule is applicable (see 6.2), the required number of specimens specified in Table 3 shall be prepared and subjected to the initial examination according to 8.3.2.

8.3.2 Initial examination

All specimens shall be subjected to test 1a: Visual examination, of IEC 60512-1-1.

8.3.3 Testing of insulation piercing connections

40 specimens or 2 × 40 specimens.

In those cases where the termination covers a range of wire sizes, specimens shall be selected for a maximum wire size and an equal number for the minimum wire size within the range.

After initial examination, 8.3.2, all specimens shall be divided into two test groups.

20 specimens, or 2 × 20 specimens, as applicable, shall be subjected to the following tests, see Table 8.

Table 8 – Application test schedule – Test group 1

Test phase	Test			Measurement to be performed		
	Title	Test No. of IEC 60512	Severity or condition of test	Title	Test No. of IEC 60512	Requirements
P1.1				Contact resistance	2a or 2b	7.3.2.3 Table 2
P1.2	Bending of the wire	---	7.2.2 10 cycles	Contact disturbance	2e	7.2.2 Duration of contact disturbance 1 µs max
P1.3	Rapid change of temperature	11d	7.4.2 LCT -40 °C UCT +70 °C Duration of exposure: 30 min 5 cycles			---
P1.4	Damp heat, cyclic	11m	7.4.5 Temperature +55 °C 2 cycles Variant 2			---
P1.5				Contact resistance	2a or 2b	7.3.2.3 Table 2

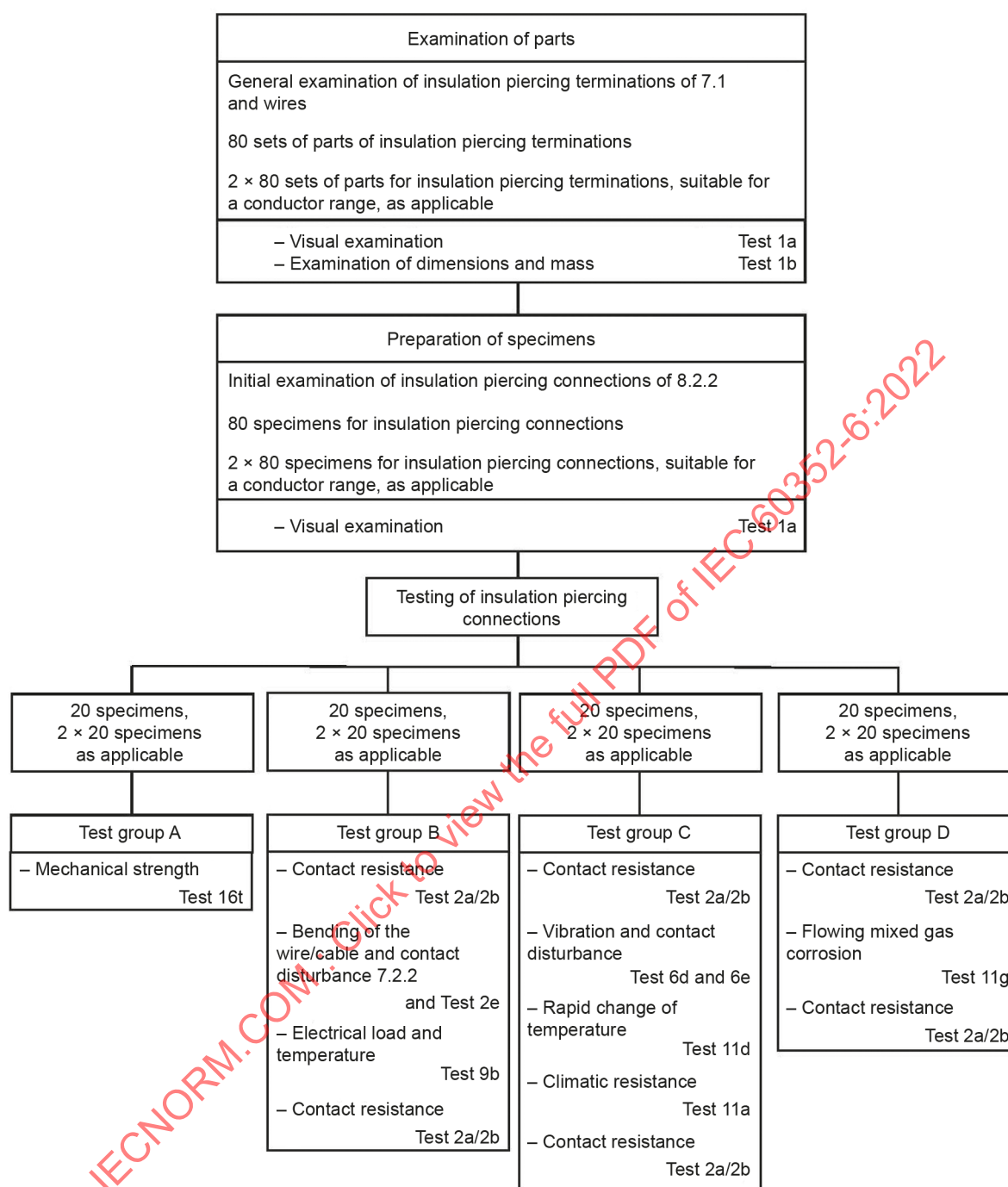
After initial examination, 8.3.2, the remaining 20 specimens, or 2 × 20 specimens, as applicable, shall be subjected to the following tests, see Table 9.

Table 9 – Application test schedule – Test group 2

Test phase	Test			Measurement to be performed		
	Title	Test No. of IEC 60512	Severity or condition of test	Title	Test No. of IEC 60512	Requirements
P2	Tensile strength	16t	7.2.1			7.2.1 not less than 20 N per wire

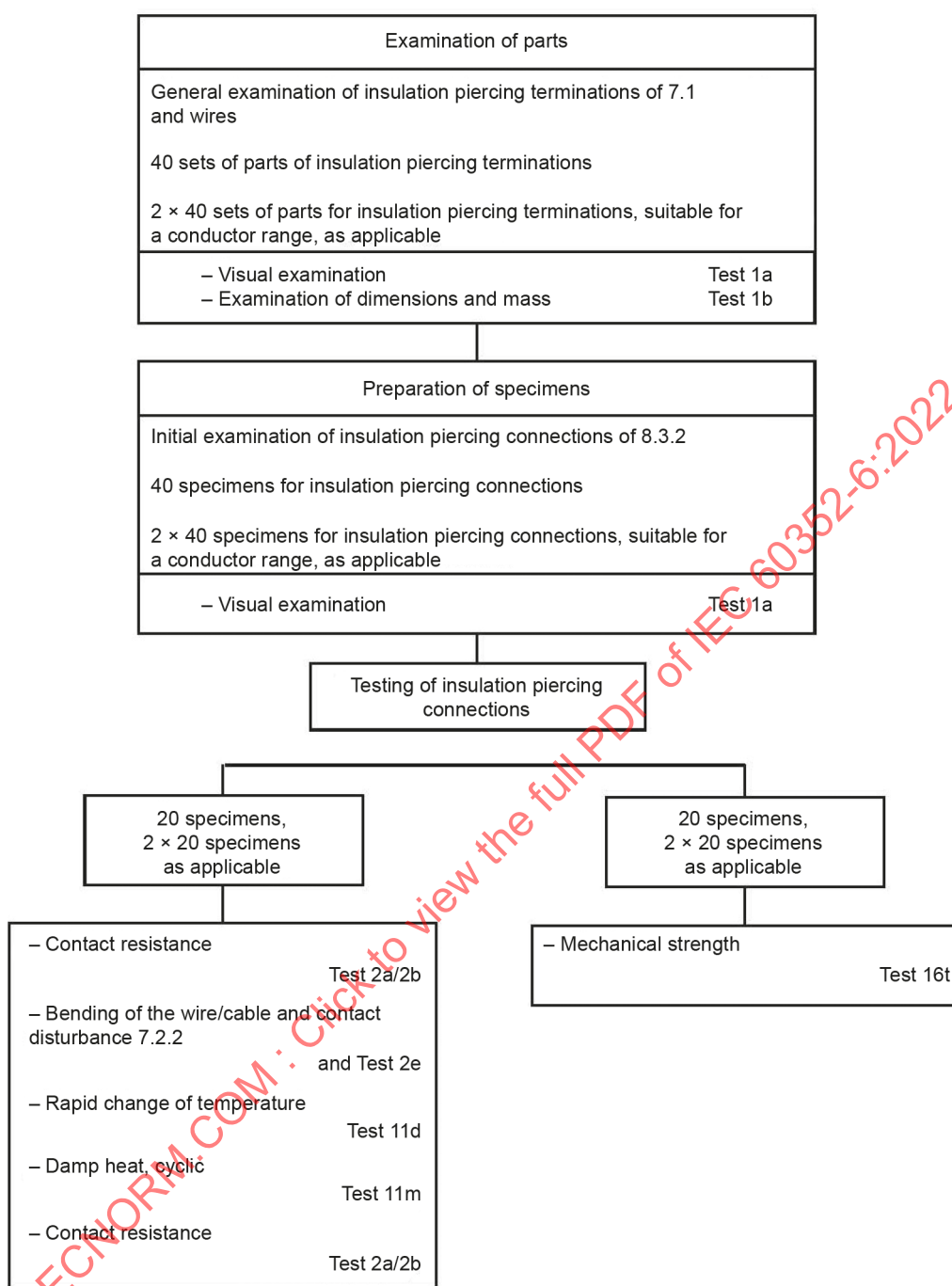
8.4 Flow charts

For quick orientation, the test schedules detailed in 8.2 and 8.3 are repeated as flow charts in a simplified manner in Figure 9 and Figure 10.



IEC

Figure 9 – Qualification test schedule (see 8.2)



IEC

Figure 10 – Application test schedule (see 8.3)

Annex A (informative)

Practical guidance

A.1 General information on insulation piercing terminations

This practical guidance applies to insulation piercing terminations made with stranded copper conductors, tinsel wires or flat conductors either unplated or plated, produced either without tools or by tools (e.g. wire insertion tool, manual or power-operated), according to the accessible insulation piercing terminations manufacturer's instruction.

Conductors made of other materials (aluminium, steel, etc.) often require special care regarding the insulation piercing terminations and the required tools, if any, which should be agreed with the manufacturer. Similar care should be taken when using special wire sheathings (by thickness or harness due to their nature and composition).

Insulation piercing terminations is successfully established since decades in telecommunication and information technology, automotive applications, household appliances. Growth of industrial application is due to the improvements that during the years led to the introduction of insulation piercing terminations (contacts) able to accept both rigid and flexible wires, to cover a large range of wire diameters and to penetrate various conductor insulation types.

A.2 Current-carrying capacity

In general, the total contact area between the conductor and the zones of an insulation piercing termination made in accordance with this document will result in a smaller cross-section than that of the wire used. Therefore, the current-carrying capacity of an insulation piercing connection may be less than that of the wire used. The quality and the characteristics of the wire insulation have an effect upon the stability of the insulation piercing connection.

A.3 Tool information

- a) Tools should operate and ensure a correct insulation piercing connection without damaging the elements or the component to be connected.
- b) In order to achieve an acceptable insulation piercing connection, a tool having a full cycle mechanism should be used.
- c) In any case the insulation piercing operation should be made in one step. Rework should be avoided.
- d) Removable parts of the tool, such as dies and location devices should be so designed that they can only be fitted into the tool in the correct manner.
- e) Tools should be provided with means for proper location of the components or contacts with the insulation piercing terminations during the operation.
- f) Tools should be so designed that only the necessary adjustments can be made.
- g) The action of the tool should be such that all insulation piercing terminations of a component or the insulation piercing termination and the insulation grip (if any) of a contact are pressed in one operation.
- h) The tool design should ensure that the dies for a particular tool are interchangeable in other tools of that type. Where they are not interchangeable, they should be marked to identify the tool for which they are suitable.
- i) The tool design should allow gauging of the dies to assess wear. The gauging method should be as specified by the tool manufacturer.

A.4 Termination information

A.4.1 General

The following insulation piercing terminations are typical:

- insulation piercing terminations as parts of a multipole component (see note), see Figure A.1 (wired termination see on Figure 1 or Clause A.6).

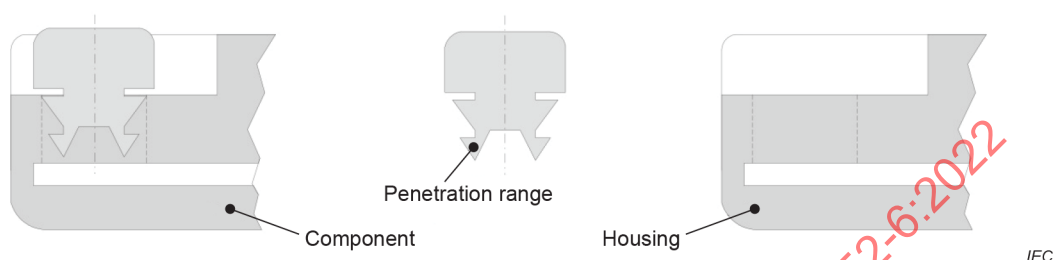


Figure A.1 – Example of an insulation piercing termination as an integral part of a component

NOTE An example for the application is the free connector according to IEC 60603-7.

- contacts with single and multiple insulation piercing terminations, see Figure A.2 (wired termination see on Figure 2).

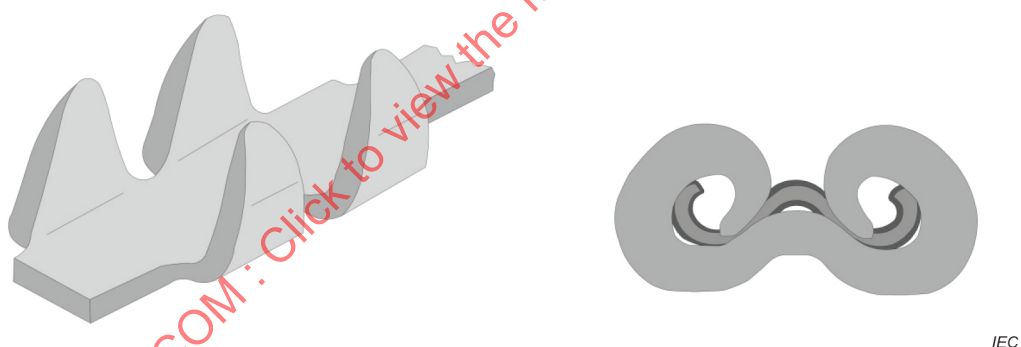


Figure A.2 – Example of an insulation piercing termination for flat conductor

- contacts with insulation piercing termination (barrel), see Figure A.3 (wired termination see on Figure 3 or Clause A.7).

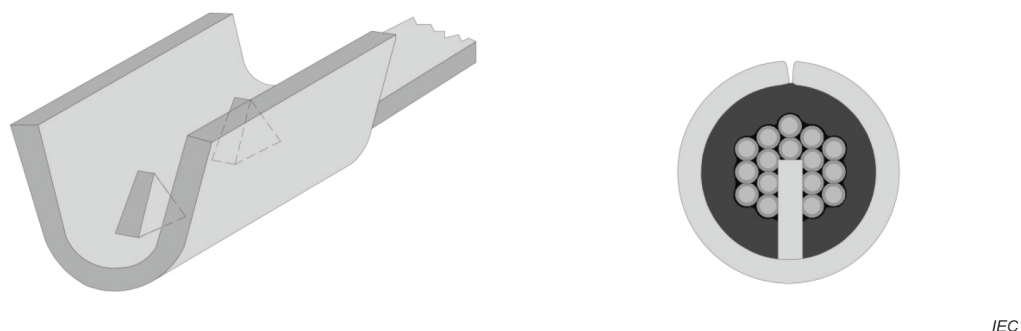


Figure A.3 – Example of an insulation piercing termination for stranded wires

A.4.2 Materials

Only materials specified in 5.1.1 should be used for insulation piercing connections

A.4.3 Surface finishes

Insulation piercing terminations unplated or plated with materials specified in 5.2.4 should be used.

A.4.4 Dimensions

Industrial experience has shown that correct combination of insulation piercing termination, wire dimension, insulation outside diameter and correct tooling result in an acceptable insulation piercing connection.

A.5 Conductor information

A.5.1 General

Wires with stranded conductors including tinsel wires, flat conductors and flat flexible circuitries should normally be used for insulation piercing connections (see 5.2). Other types of conductors, such as fused conductors should not be used for insulation piercing connections.

A.5.2 Material

According to 5.2.2, conductors made of annealed copper are commonly used for insulation piercing connections.

A.5.3 Dimensions

Conductor diameters or cross-sections specified in 5.2.3 should be used.

A.5.4 Surface finishes

Flat conductors and stranded conductors unplated or plated with finishes as given in 5.2.4 should normally be used. The surface finish should be smooth and uniform.

A.5.5 Insulation

The minimum and maximum diameter of the wire insulation should be specified by the detail specification or should be in accordance with the recommendations of the insulation piercing termination manufacturer.

The insulation material should be PVC or another material with properties compatible with the insulation piercing technique. The insulation wall thickness should be uniform and the conductor should be well centred.

A.5.6 Stripping information for cables (cords) and wires

For multipole connectors with insulation piercing terminations, commonly round, flat or flat oval sheath cables are used (see Figure A.4). The outer cable jacket insulation shall be stripped as indicated in the instruction sheets of the component manufacturer. Care should be taken not to cut the conductor insulation during the sheath stripping operation. The insulation of the conductor shall not be stripped (see Figure A.5).

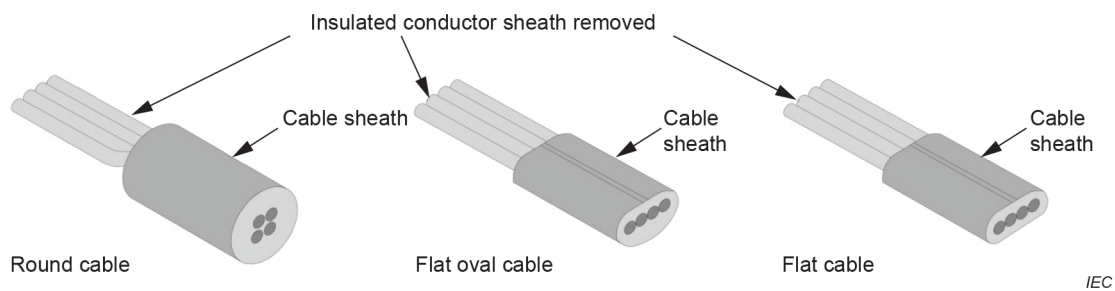


Figure A.4 – Examples of round, flat and flat oval sheath cable

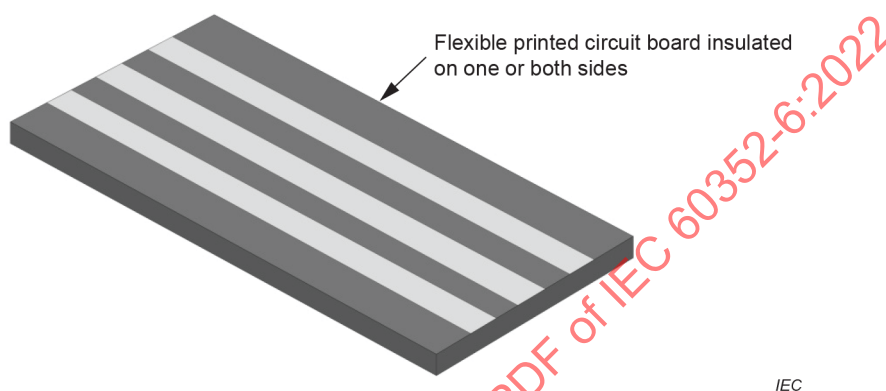


Figure A.5 – Example of a flexible circuitry

A.6 Connection information

- a) The termination design should control the relative position of the insulated conductor and the piercing zone (see Figure A.6)

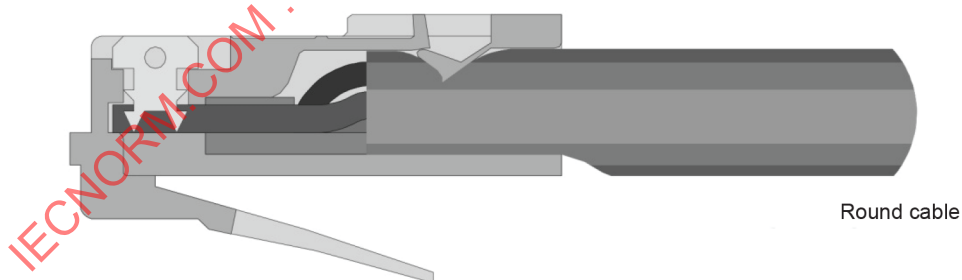


Figure A.6 – Example of an integrated insulation piercing connection



Figure A.7 – Example of an integrated insulation piercing connection in a barrel with stranded wires

- b) Insulation piercing connections for stranded wires should take into account that (see Figure A.7):
- each piercing element should pierce the wire so that at least one strand is on each side of the piercing zone;
 - the piercing zone may pass completely through the wire;
 - the barrel of the insulation piercing zone should fully grip the insulation. There should be no void.

A.7 Axial load

See Table A.1.

Table A.1 – Axial load F

Cross-sectional area	0,08	0,14	0,25	0,32	0,5	0,75	1,0	1,31	1,5	2,08	2,5
mm ²											
Stranded wire Unplated	1,6	2,8	5,0	6,4	10,0	15,0	20,0	26,2	30,0	41,6	50,0
N											
Stranded wire plated	1,2	2,2	4,0	5,1	8,0	12,0	16,0	21,0	24,0	33,3	40,0
N											

NOTE This table has been calculated for different cross-sectional areas according to the requirement of "5 % to 10 % of the tensile strength" based on a tensile strength of 200 N/mm² for annealed copper conductors according to IEC 60228.

Bibliography

IEC 60050-461:2008, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 461: Electric cables*

IEC 60050-581:2008, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment*

IEC 60189-1:2018, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath – Part 1: General test and measuring methods*

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60512-5-2:2002, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 5-2: Current-carrying capacity tests – Test 5b: Current-temperature derating*

IEC 60603-7:2020, *Connectors for electronic equipment – Part 7: Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors*

IEC 61984:2008, *Connectors – Safety requirements and tests*

IEC 62430:2019, *Environmentally conscious design (ECD) – Principles, requirements and guidance*

IEC GUIDE 109:2012, *Environmental aspects – Inclusion in electrotechnical product standards*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-6:2022

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-6:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	39
INTRODUCTION.....	41
1 Domaine d'application	42
2 Références normatives	42
3 Termes et définitions	43
4 Exigences.....	46
4.1 Qualité d'exécution	46
4.2 Outils	46
5 Prérequis pour le programme d'essai de qualification	46
5.1 Contacts à percement d'isolant	46
5.1.1 Matériaux	46
5.1.2 Dimensions.....	46
5.1.3 Finitions de surface	47
5.1.4 Caractéristiques de conception.....	47
5.2 Conducteurs isolés	47
5.2.1 Généralités	47
5.2.2 Matériaux	47
5.2.3 Dimensions.....	47
5.2.4 Finitions de surface	47
5.2.5 Isolant	47
5.3 Connexions à percement d'isolant.....	48
6 Essais	48
6.1 Vue d'ensemble	48
6.2 Généralités	48
6.3 Conditions normales d'essai	48
6.4 Préconditionnement	49
6.5 Rétablissement.....	49
6.6 Montage des spécimens	49
7 Essais	49
7.1 Examen général.....	49
7.2 Essais mécaniques	49
7.2.1 Résistance à la traction	49
7.2.2 Pliage du fil/câble	49
7.2.3 Vibrations	51
7.3 Essais électriques.....	52
7.3.1 Généralités	52
7.3.2 Résistance de contact	53
7.3.3 Charge électrique et température	55
7.4 Essais climatiques	55
7.4.1 Généralités	55
7.4.2 Variations rapides de température	55
7.4.3 Séquence climatique	56
7.4.4 Essai de corrosion dans un flux de mélange de gaz.....	56
7.4.5 Essai cyclique de chaleur humide	56
8 Programmes d'essai	56
8.1 Généralités	56

8.1.1	Vue d'ensemble	56
8.1.2	Connexions à percement d'isolant avec contacts adaptés à une gamme de diamètres de fil	57
8.1.3	Composants multicontacts	57
8.2	Programme d'essai de qualification	57
8.2.1	Généralités	57
8.2.2	Examen initial	57
8.2.3	Essai des connexions à percement d'isolant	57
8.3	Programme d'essai d'application	60
8.3.1	Généralités	60
8.3.2	Examen initial	60
8.3.3	Essai des connexions à percement d'isolant	60
8.4	Logigrammes	61
Annexe A (Informative)	Guide pratique	64
A.1	Informations générales concernant les contacts à percement d'isolant	64
A.2	Courant admissible	64
A.3	Informations sur les outils	64
A.4	Informations sur les contacts	65
A.4.1	Généralités	65
A.4.2	Matériaux	66
A.4.3	Finitions de surface	66
A.4.4	Dimensions	66
A.5	Informations sur les conducteurs	66
A.5.1	Généralités	66
A.5.2	Matériau	66
A.5.3	Dimensions	66
A.5.4	Finitions de surface	66
A.5.5	Isolant	67
A.5.6	Information sur le dénudage des câbles (cordons) et des fils	67
A.6	Informations sur les connexions	67
A.7	Charge axiale	68
Bibliographie		70
Figure 1	Exemple de connexion à percement d'isolant intégrée (un seul contact est représenté)	44
Figure 2	Exemple de connexion à percement d'isolant pour conducteur méplat isolé	45
Figure 3	Exemple de connexion à percement d'isolant dans un fût pour fils toronnés	45
Figure 4	Montage d'essai de pliage d'un fil unique	51
Figure 5	Montage d'essai de pliage du conducteur méplat ou circuit plat souple	51
Figure 6	Montage d'essai pour les vibrations	52
Figure 7	Montage d'essai, résistance de contact (méthode de mesure pour des fils rosettes sous enveloppe, des conducteurs méplats ou des circuits plats souples)	53
Figure 8	Montage d'essai, résistance de contact (méthode de mesure pour des fils toronnés)	54
Figure 9	Programme d'essai de qualification (voir 8.2)	62
Figure 10	Programme d'essai d'application (voir 8.3)	63
Figure A.1	Exemple de contact à percement d'isolant faisant partie intégrante d'un composant	65

Figure A.2 – Exemple de contact à percement d'isolant pour conducteur méplat.....	65
Figure A.3 – Exemple de contact à percement d'isolant pour fils toronnés	66
Figure A.4 – Exemple de câble gainé rond, méplat et ovale méplat.....	67
Figure A.5 – Exemple de circuit souple ou conducteur en feuille	67
Figure A.6 – Exemple de connexion à percement d'isolant intégrée	68
Figure A.7 – Exemple de connexion à percement d'isolant intégrée dans un fût pour fils toronnés	68
Tableau 1 – Vibrations, sévérités d'essai préférentielles	52
Tableau 2 – Résistance de contact des connexions à percement d'isolant, valeurs maximales admises.....	55
Tableau 3 – Nombre de spécimens exigé.....	57
Tableau 4 – Programme d'essai de qualification – Groupe d'essai A.....	58
Tableau 5 – Programme d'essai de qualification – Groupe d'essai B.....	58
Tableau 6 – Programme d'essai de qualification – Groupe d'essai C	59
Tableau 7 – Programme d'essai de qualification – Groupe d'essai D	60
Tableau 8 – Programme d'essai d'application – Groupe d'essai 1.....	61
Tableau 9 – Programme d'essai d'application – Groupe d'essai 2.....	61
Tableau A.1 – Charge axiale F.....	69

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-6:2022

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONNEXIONS SANS SOUDURE –

**Partie 6: Connexions à percement d'isolant –
Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique**

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 60352-6 a été établie par le sous-comité 48B: Connecteurs électriques, du comité d'études 48 de l'IEC: Connecteurs électriques et structures mécaniques pour les équipements électriques et électroniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1997. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) charge axiale en 7.2.2 indiquée dans un tableau de l'Annexe A plutôt que comme un pourcentage de la charge de rupture du fil;
- b) approche différente pour mesurer la résistance de contact indiquée en 7.3.2.3.

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

Projet	Rapport de vote
48B/3001/FDIS	48B/3009/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60352, publiées sous le titre général *Connexions sans soudure*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 60352 s'applique aux connexions sans soudures à percement d'isolant (IP) et contient des exigences, des essais et un guide pratique relatifs à une telle technologie de connexion.

Deux programmes d'essai sont proposés:

- un programme d'essai de qualification qui s'applique aux connexions à percement d'isolant et satisfait à tous les prérequis indiqués à l'Article 5, qui sont élaborés à partir de l'expérience acquise sur des applications menées à bien sur de telles connexions à percement d'isolant;
- un programme d'essai d'application qui s'applique aux connexions à percement d'isolant réalisées avec un contact IP approprié faisant partie intégrante d'un composant et qui remplissent déjà les prérequis indiqués à l'Article 5.

Le guide 109 de l'IEC souligne la nécessité de réduire le plus possible l'effet d'un produit sur l'environnement naturel durant tout le cycle de vie du produit. L'IEC 62430 contient des principes, des exigences et des recommandations visant à mettre en œuvre une conception respectueuse de l'environnement.

Il est entendu que certains des matériaux autorisés dans le présent document peuvent avoir un effet néfaste sur l'environnement. À mesure que les progrès technologiques mèneront à des alternatives acceptables à ces matériaux, ils seront éliminés du présent document.

CONNEXIONS SANS SOUDURE –

Partie 6: Connexions à percement d'isolant – Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60352 est applicable aux connexions à percement d'isolant réalisées avec des fils toronnés et fils rosettes sous enveloppe, des conducteurs méplats isolés et des circuits souples utilisés dans les équipements électriques et électroniques.

Des informations sur les matériaux et des résultats en retour de l'expérience industrielle y sont inclus en supplément des méthodes d'essai, pour assurer des connexions électriquement stables dans les conditions d'environnement prescrites.

L'objet du présent document est de:

- déterminer la conformité des connexions à percement d'isolant dans des conditions mécaniques, électriques et atmosphériques spécifiées;
- fournir un moyen de comparaison des résultats d'essai quand les outils utilisés pour réaliser les connexions, s'il y en a, sont de conception ou de fabrication différentes.

Il existe différents concepts et matériaux pour les contacts à percement d'isolant utilisés. C'est pourquoi seuls les paramètres de base du contact, les exigences de performance pour le conducteur et la connexion complète sont définis dans le présent document.

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 60512-1:2018, *Connecteurs pour équipements électriques et électroniques – Essais et mesures – Partie 1: Spécification générique*

IEC 60512-1-1:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 1-1: Examen général – Essai 1a: Examen visuel*

IEC 60512-1-2:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 1-2: Examen général – Essai 1b: Examen de dimension et masse*

IEC 60512-2-1:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 2-1: Essais de continuité électrique et de résistance de contact – Essai 2a: Résistance de contact – Méthode du niveau des millivolts*

IEC 60512-2-2:2003, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 2-2: Essais de continuité électrique et de résistance de contact – Essai 2b: Résistance de contact – Méthode du courant d'essai spécifié*

IEC 60512-2-5:2003, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 2-5: Essais de continuité électrique et de résistance de contact – Essai 2e: Perturbation de contact*

IEC 60512-6-4:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 6-4: Essais de contraintes dynamiques – Essai 6d: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60512-9-2:2011, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 9-2: Essais d'endurance – Essai 9b: Charge électrique et température*

IEC 60512-11-1:2019, *Connecteurs pour équipements électriques et électroniques – Essais et mesures – Partie 11-1: Essais climatiques – Essai 11a – Séquence climatique*

IEC 60512-11-4:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-4: Essais climatiques – Essais 11d: Variations rapides de température*

IEC 60512-11-7:2003, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-7: Essais climatiques – Essais 11g: Essai de corrosion dans un flux de mélange de gaz*

IEC 60512-11-9:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-9: Essais climatiques – Essais 11i: Chaleur sèche*

IEC 60512-11-10:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-10: Essais climatiques – Essais 11j: Froid*

IEC 60512-11-12:2002, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 11-12: Essais climatiques – Essais 11m: Essai cyclique de chaleur humide*

IEC 60512-16-20:1996, IEC 60512-16-20:1996, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques – Procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 16: Essais mécaniques des contacts et des sorties – Section 20: Essai 16t: Tenue mécanique (sortie câblée de connexions sans soudure)*

3 Termes et définitions

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

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

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

3.1 âme

partie du câble ou du fil destiné à conduire le courant électrique

Note 1 à l'article: L'âme peut être

- a) massive – faite d'un brin unique de section circulaire;
- b) câblée – faite de plusieurs brins de section circulaire assemblés en plusieurs couches concentriques ou en torons et sans isolation entre eux.

Note 2 à l'article: Les propriétés du cuivre sont conformes à l'IEC 60228.

[SOURCE: IEC 60189-1:2018, 3.1]

3.2

fil

conducteur isolé ou ensemble de plusieurs conducteurs isolés, assemblés en couches et qui peuvent être fournis avec un écran

Note 1 à l'article: Le fil peut être

- a) unique – composé d'un conducteur isolé unique;
- b) multibrin – composé de plusieurs conducteurs isolés.

[SOURCE: IEC 60189-1:2018, 3.2 modifié par la suppression du terme "basse fréquence" dans le titre et la NOTE qui énumère les désignations]

3.3

connexion à percement d'isolant (IP)

connexion sans soudure obtenue au moyen d'éléments perforants métalliques, qui percent l'isolant et établissent le contact avec le conducteur par déformation ou pénétration de ce dernier

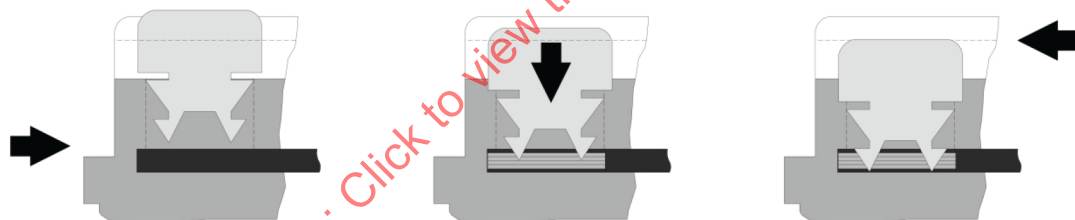
Note 1 à l'article: L'abréviation "IP" est dérivée du terme anglais développé correspondant à "insulation piercing".

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-23-34, modifié par l'ajout de "(IP)" (comme abréviation) et suppression de "(dans l'équipement électronique)"]

3.3.1

contact à percement d'isolant (IP) intégré pour fil toronné ou fil rosette sous enveloppe

contact à percement d'isolant faisant partie d'un connecteur multicontact, normalement utilisé pour la connexion IP réalisée avec un fil toronné ou fil rosette sous enveloppe (voir la Figure 1).



IEC

**Figure 1 – Exemple de connexion à percement d'isolant intégrée
(un seul contact est représenté)**

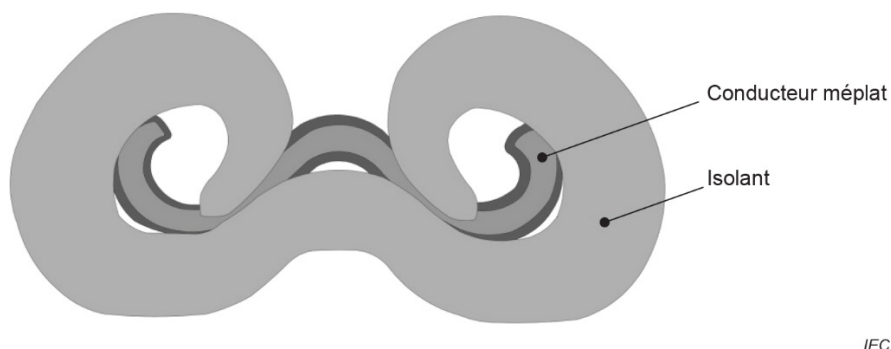
Note 1 à l'article: En général, toutes les connexions IP d'un connecteur équipé de contacts IP intégrés sont réalisées en une seule étape.

Note 2 à l'article: Un exemple d'application est la fiche définie dans l'IEC 60603-7.

3.3.2

connexion à percement d'isolant pour conducteur méplat isolé ou circuit plat souple

Connexion à percement d'isolant réalisée par des lances qui percent et pénètrent le conducteur méplat isolé ou le circuit souple (voir la Figure 2).



IEC

Figure 2 – Exemple de connexion à percement d'isolant pour conducteur méplat isolé

3.3.3

connexion de fût à percement d'isolant pour fil toronné ou fil rosette sous enveloppe

connexion à percement d'isolant réalisée par des lances dans un fût, qui percent l'isolant et établissent le contact avec les brins du conducteur (voir la Figure 3).



IEC

Figure 3 – Exemple de connexion à percement d'isolant dans un fût pour fils toronnés

3.4

contact à percement d'isolant

contact acceptant différents types de conducteurs isolés dans le but de réaliser une connexion à percement d'isolant

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-23-54]

3.5

zone de percement d'isolant

partie du contact conçue pour effectuer le percement de l'isolant et réaliser le contact avec le conducteur

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-23-44]

3.6

fil rosette

âme formée d'un ou de plusieurs éléments câblés ensemble, chaque élément étant constitué d'un ou de plusieurs rubans métalliques minces enroulés en hélice sur un fil textile qui le supporte

[SOURCE: IEC 60050-461:2008, 461-01-18]

3.7

fil rosette sous enveloppe

fil rosette enveloppé d'une couche isolante

4 Exigences

4.1 Qualité d'exécution

Le fabricant de connexions à percement d'isolant ou d'un composant utilisant de telles connexions doit fournir des instructions de montage des connexions à percement d'isolant.

Les connexions à percement d'isolant doivent être exécutées de façon soignée et dans les règles de l'art, conformément aux bonnes pratiques en vigueur.

L'Annexe A (informative) fournit des recommandations pratiques et peut constituer une référence pour l'évaluation de la qualité d'exécution.

4.2 Outils

Les outils doivent être vérifiés et utilisés conformément aux instructions données par le ou les fabricants des outils et/ou des connecteurs.

Les outils doivent être capables d'effectuer des connexions à percement d'isolant uniformément fiables pendant leur durée de vie.

Les outils doivent être de conception telle que des dommages inacceptables au contact à percement d'isolant et/ou aux conducteurs soient évités.

Les outils à main doivent être équipés d'un mécanisme de contrôle de fin de cycle.

Les outils automatiques doivent être équipés d'un mécanisme de contrôle de fin de cycle ou d'un système de sécurité équivalent. Les outils sont évalués en soumettant à l'essai les connexions à percement d'isolant réalisées avec ceux-ci.

5 Prérequis pour le programme d'essai de qualification

5.1 Contacts à percement d'isolant

5.1.1 Matériaux

– Pièces métalliques

Les nuances adaptées du cuivre ou des alliages de cuivre, tels que les cuivre-étain (bronze), les cuivre-zinc (laiton) ou les cuivre-béryllium doivent être utilisées.

– Pièces isolantes

Pour les connexions à percement d'isolant intégrées conformément au 3.3.1, le matériau du boîtier du composant doit être du polycarbonate ou tout matériau plastique équivalent.

Pour les connexions de fût à percement d'isolant conformément au 3.3.3, l'isolant du fil doit être en PVC ou un autre matériau approprié pour cette technique de connexion.

5.1.2 Dimensions

La qualité d'une connexion à percement d'isolant dépend des dimensions du contact à percement d'isolant. Les dimensions doivent convenir pour les fils toronnés, y compris les fils rosettes sous enveloppe, les conducteurs méplats isolés et les circuits souples comme spécifiés en 5.2.

5.1.3 Finitions de surface

La surface de contact doit être brute ou revêtue d'étain, d'étain plomb, d'argent, d'or, de palladium ou de leurs alliages.

La surface doit être exempte de contamination et de corrosion néfastes pour les performances.

5.1.4 Caractéristiques de conception

Les contacts à percement d'isolant doivent être conçus de manière que les lances, les pointes, les bords effilés des zones de percement d'isolant pénètrent l'isolant du ou des conducteurs isolés et établissent une connexion par pénétration ou déformation contrôlée du ou des conducteurs. La zone de percement d'isolant et le corps du contact doivent se déformer autour du ou des conducteurs et maintenir la connexion.

Pour les connexions à percement d'isolant intégrées conformément au 3.3.1, la fonction de guidage du boîtier du composant sur les fils isolés insérés est importante.

5.2 Conducteurs isolés

5.2.1 Généralités

Des fils toronnés, des fils rosettes sous enveloppe, des conducteurs méplats ou des circuits souples doivent être utilisés.

5.2.2 Matériaux

Les conducteurs utilisés doivent être en cuivre recuit.

5.2.3 Dimensions

5.2.3.1 Dimensions des conducteurs isolés utilisés pour les contacts à percement d'isolant intégrés conformément au 3.3.1

Elles sont définies dans la spécification particulière.

5.2.3.2 Dimensions des conducteurs isolés utilisés pour les connexions à percement d'isolant avec conducteurs méplats ou circuits souples méplats conformément au 3.3.2

Elles sont définies dans la spécification particulière.

5.2.3.3 Dimensions des conducteurs isolés utilisés pour les connexions de fût à percement d'isolant pour fils toronnés ou fils rosettes sous enveloppe conformément au 3.3.3

Elles sont définies dans la spécification particulière.

5.2.4 Finitions de surface

La surface des conducteurs doit être brute ou les conducteurs doivent être revêtus d'étain, d'étain plomb ou d'argent.

5.2.5 Isolant

La spécification concernant les composants utilisant des contacts à percement d'isolant doit préciser:

- l'épaisseur de l'isolant des fils ; et
- les diamètres extérieurs ou les dimensions extérieures des fils qu'ils doivent accepter.

Les matériaux isolants doivent avoir des propriétés compatibles avec le procédé de percement d'isolant, c'est-à-dire qu'ils doivent pouvoir être aisément percés par les zones de percement. Dans le cas des âmes câblées ou des fils rosettes sous enveloppe, l'isolant doit, en plus, pouvoir assurer le maintien des brins, de telle manière qu'ils ne soient pas exagérément déplacés lors de la réalisation de la connexion.

Pour les câbles méplats, l'isolant entre les conducteurs ainsi que l'éventuel isolant supplémentaire formant le câble doivent en outre également pouvoir être aisément percés par les zones de percement.

5.3 Connexions à percement d'isolant

- a) La combinaison des conducteurs isolés, du contact et des outils de raccordement doit être compatible.
- b) Pendant l'opération de connexion, le contact à percement d'isolant du composant doit
 - percer l'isolant sans effet préjudiciable;
 - déformer ou percer le conducteur de manière à réaliser une connexion électrique sans effet préjudiciable sur le conducteur, par exemple des fissures.
- c) La conception du contact doit permettre de contrôler le positionnement relatif du conducteur isolé et de la zone de connexion.
- d) Le conducteur doit être correctement positionné dans le contact à percement d'isolant conformément à la spécification particulière. La distance entre le contact et l'extrémité du conducteur doit être suffisante. La valeur minimale de cette distance dépend du conducteur utilisé et doit être telle qu'indiquée dans la spécification particulière.
- e) Lorsque le contact est équipé d'un support d'isolant ou d'un fretage d'isolant, l'isolant doit être correctement positionné dans le support ou le fretage.

6 Essais

6.1 Vue d'ensemble

Tous les essais doivent être réalisés avec des connexions à percement d'isolant en position de fonctionnement normal, par exemple dans leurs boîtiers (c'est-à-dire, le corps isolant du connecteur).

Lorsqu'un dispositif de connexion à percement d'isolant est conçu pour accepter plusieurs contacts à percement d'isolant, chaque connexion doit être individuellement soumise à essai.

6.2 Généralités

Comme cela est expliqué dans l'introduction du présent document, deux programmes d'essai doivent être appliqués dans les conditions suivantes:

- les connexions à percement d'isolant conformes à tous les prérequis de l'Article 5 doivent être soumises à essai et répondre à toutes les exigences du programme de qualification de 8.2;
- les connexions à percement d'isolant qui font partie d'un composant et qui ont déjà été qualifiées en accord avec toutes les exigences de l'Article 5 doivent être soumises à essai et répondre à toutes les exigences du programme d'essai d'application de 8.3, qui doit être inclus dans la spécification particulière.

6.3 Conditions normales d'essai

Sauf indication contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions normales d'essai définies dans l'IEC 60512-1.

La température ambiante et l'humidité relative auxquelles les mesures sont effectuées doivent être mentionnées dans le rapport d'essai.

En cas de désaccord sur les résultats d'essai, l'essai doit être répété suivant l'une des conditions d'arbitrage indiquées dans l'IEC 60068-1.

6.4 Préconditionnement

Lorsque cela est spécifié, les connexions doivent être preconditionnées dans les conditions normales d'essai durant 24 h, conformément à l'IEC 60512-1.

6.5 Rétablissement

Lorsque cela est spécifié, un temps de rétablissement des spécimens doit être prévu dans les conditions normales d'essai de 1 h à 2 h, après l'épreuve.

6.6 Montage des spécimens

Un spécimen doit comprendre le composant équipé d'une connexion ou d'un nombre spécifié de connexions à perçement d'isolant avec des fils montés conformément aux instructions du fabricant au niveau des fentes de connexion de chacune des connexions à perçement d'isolant. Les fils connectés à l'aide d'un connecteur multicontact peuvent être un câble multiconducteur ou plusieurs fils uniques.

Lorsqu'un montage est exigé dans un essai, les spécimens doivent être montés selon la méthode normale de montage, sauf spécification contraire.

7 Essais

7.1 Examen général

Les essais doivent être effectués conformément à l'essai 1a: Examen visuel, de l'IEC 60512-1-1 et à l'essai 1b: Examen de dimension et masse, de l'IEC 60512-1-2. L'examen visuel peut être effectué avec un grossissement pouvant aller jusqu'à cinq fois.

Toutes les pièces doivent être examinées pour déterminer si elles sont conformes aux prérequis et aux exigences des Articles 5 et 6.

7.2 Essais mécaniques

7.2.1 Résistance à la traction

L'essai doit être effectué conformément à l'essai 16t: Tenue mécanique (sortie câblée de connexions sans soudure), de l'IEC 60512-16-20, Méthode A ou Méthode B (selon accord entre utilisateur et fabricant).

Exigence:

La résistance à la traction des connexions à perçement d'isolant ne doit pas être inférieure à 20 N par fil, sauf indication contraire de la spécification particulière.

7.2.2 Pliage du fil/câble

L'objet de cet essai est de vérifier la capacité d'une connexion à perçement d'isolant à résister aux contraintes mécaniques provoquées par le pliage du fil/câble isolé et raccordé dans des conditions spécifiées.

Le spécimen doit être constitué:

- de plusieurs connexions à un composant multicontact. De tels spécimens peuvent comprendre plusieurs fils uniques, des fils constitués en câble ou un câble méplat multiconducteur conformément aux 3.3.1 et 3.3.2 (voir la Figure 1 et la Figure 2);
- d'un fil unique raccordé à un composant monocontact conformément au 3.3.3 (voir la Figure 3).

Le spécimen doit être fermement maintenu dans une position telle que le ou les fils, ou le conducteur méplat, pendent suivant leur axe longitudinal dans la connexion. Une charge axiale F doit être appliquée à l'extrémité libre du fil ou des fils, ou du conducteur méplat pour les garder droits.

La valeur de cette charge doit être:

- de 5 % à 10 % de la tenue à la rupture du fil pour l'essai des fils uniques;
- de 10 N à 50 N pour l'essai des conducteurs méplats. La charge applicable dépend du nombre de fils du conducteur, du diamètre du fil, du type et/ou du matériau de l'isolant. Elle doit être précisée dans la spécification particulière. La charge doit être uniformément répartie sur toute la longueur du conducteur.

NOTE Le Tableau A.1 indique le calcul de cette charge pour les différentes sections, conformément à l'exigence de 5 % à 10 % de la résistance à la traction sur la base d'une résistance à la traction de 200 N/mm² pour les âmes en cuivre recuit, conformément à l'IEC 60228.

Le fil doit alors être plié suivant deux directions perpendiculaires. Un pliage suivant les parcours 1, 2 et 3 doit être considéré comme un cycle et un pliage suivant les parcours 4, 5 et 6 comme un cycle supplémentaire (voir la Figure 4). Sauf indication contraire de la spécification particulière, l'angle de pliage doit être de 30°.

Le pliage du fil/câble doit être réalisé en utilisant un dispositif d'essai approprié, par exemple conformément à la Figure 4 ou à la Figure 5.

Lorsque des fils uniques raccordés à un composant multicontact doivent être soumis à essai, l'essai de pliage du fil doit être réalisé sur un nombre de fils uniques (spécimens) par composant qui doit être indiqué dans la spécification particulière.

Les spécimens doivent être soumis à essai en séquence ou simultanément, comme cela est indiqué dans la spécification particulière.

Le nombre de cycles doit être de 10, sauf indication contraire de la spécification particulière.

La perturbation de contact doit être contrôlée durant l'essai de pliage conformément à l'essai 2e. Perturbation de contact, de l'IEC 60512-2-5.

La limite de la durée de la perturbation de contact doit être de 1 μ s, sauf indication contraire de la spécification particulière.

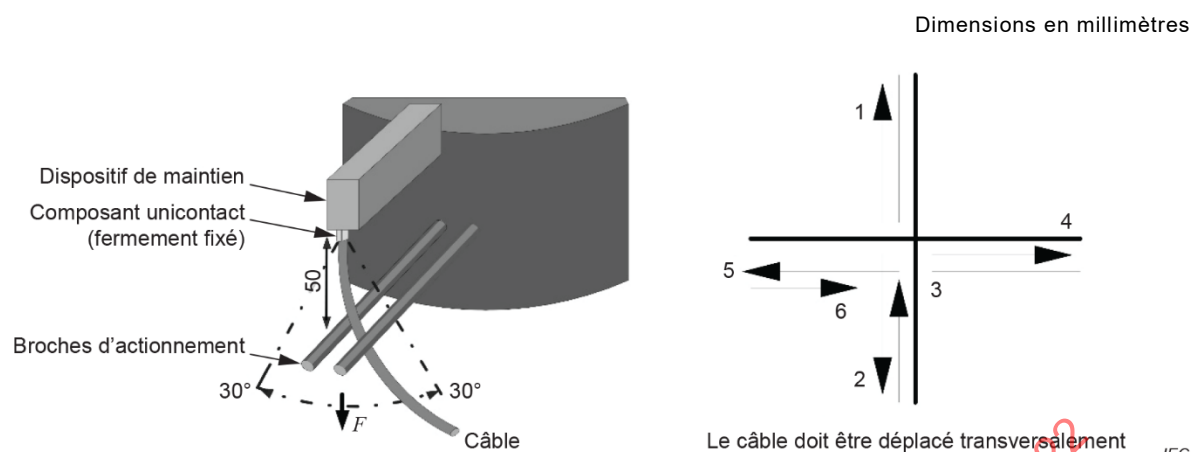


Figure 4 – Montage d'essai de pliage d'un fil unique

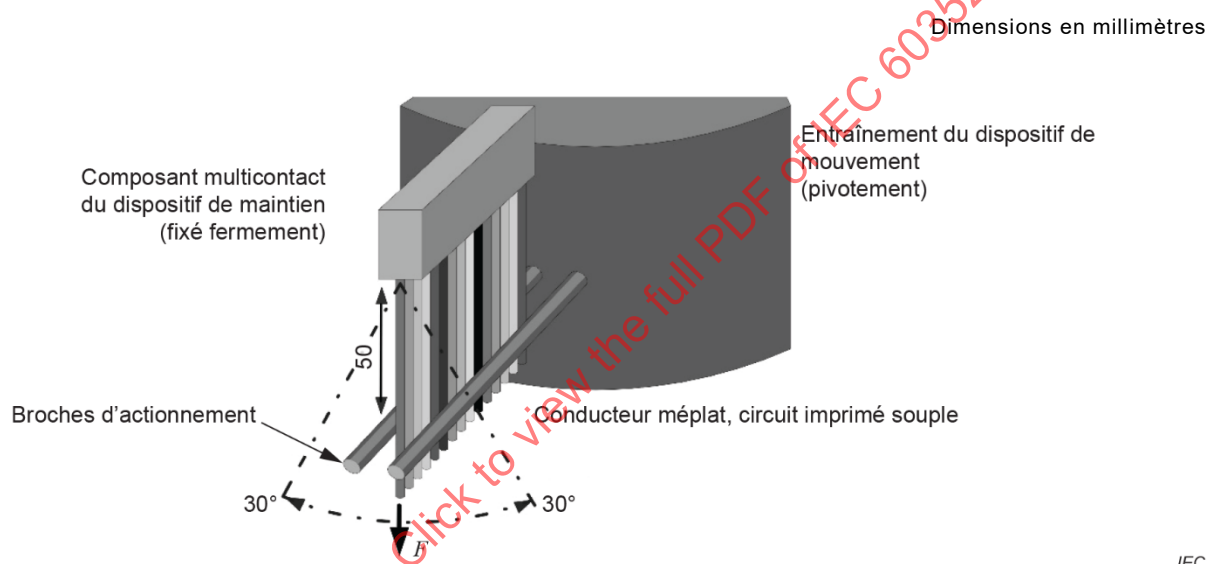


Figure 5 – Montage d'essai de pliage du conducteur méplat ou circuit plat souple

7.2.3 Vibrations

L'essai doit être effectué conformément à l'essai 6d: Vibrations (sinusoïdales), de l'IEC 60512-6-4.

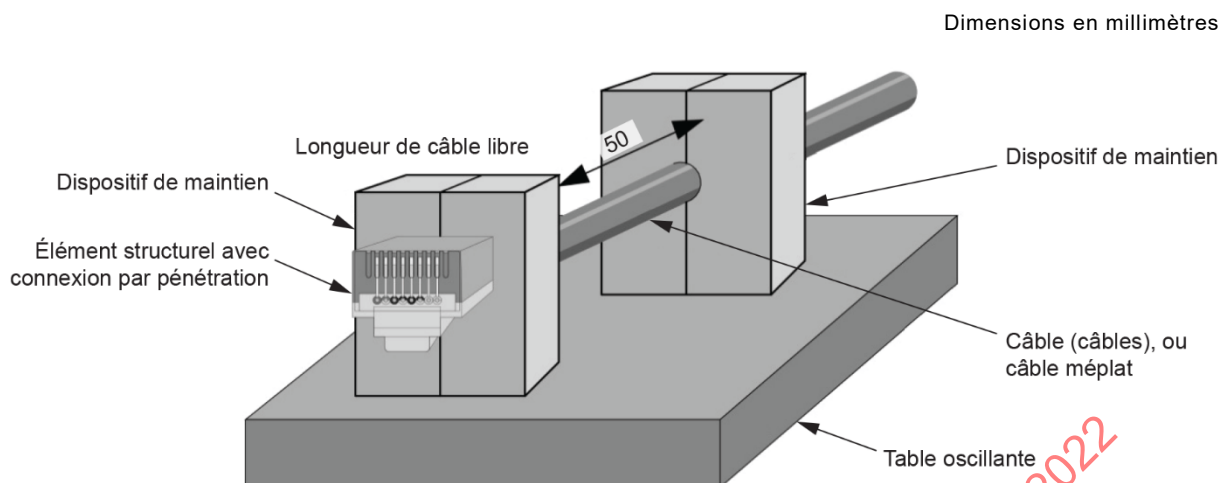
Le spécimen doit être fermement maintenu sur la table de vibrations.

Un exemple de montage d'essai adapté pour l'essai d'un composant avec connexions à perçement d'isolant est représenté à la Figure 6.

Les sévérités d'essai préférentielles sont indiquées au Tableau 1.

La perturbation de contact doit être contrôlée durant l'essai de pliage conformément à l'essai 2e: Perturbation de contact, de l'IEC 60512-2-5.

La limite de la durée de la perturbation de contact doit être de 1 μ s, sauf indication contraire de la spécification particulière.



IEC

Figure 6 – Montage d'essai pour les vibrations

Tableau 1 – Vibrations, sévérités d'essai préférentielles

Plage de fréquences Hz	10 à 55	10 à 500	10 à 2 000
Durée totale h	2,25	6	7,5
Amplitude du déplacement au-dessous de la fréquence de transfert mm	0,35	0,35	1,5
Amplitude de l'accélération au-dessus de la fréquence de transfert m/s ²	–	50	200
Directions axes	3	3	3
Nombre de cycles de balayages par direction	10	10	10

La plage comprise entre 10 Hz et 55 Hz doit être utilisée, sauf indication contraire de la spécification particulière.

7.3 Essais électriques

7.3.1 Généralités

La spécification de produit particulière du composant ou la spécification du fabricant doit définir la température de catégorie supérieure (UCT, *Upper Category Temperature*) et la température de catégorie inférieure (LCT, *Lower category temperature*) qui doivent être utilisées dans les essais suivants.

NOTE 1 Ces températures, lorsque les connexions à perçement d'isolant soumises à essai sont employées dans un connecteur, correspondent à la température limite supérieure (ULT, *Upper Limiting Temperature*) et à la température limite inférieure (LLT, *Lower Limiting Temperature*) telles qu'elles sont définies dans l'IEC 61984 et mentionnées dans la spécification de produit particulière du connecteur (norme IEC) ou dans la spécification du fabricant de connecteurs.

NOTE 2 Le diagramme de réduction, tel qu'il est défini par l'essai 5b de l'IEC 60512-5-2, constitue un moyen typique d'indiquer une telle information.

NOTE 3 Le courant admissible des connexions à perçement d'isolant peut consister en des connexions à perçement d'isolant uniques associées à une certaine taille de conducteur pour laquelle le contact est adapté. Toutefois, en cas d'utilisation de plusieurs ensembles de connexions à perçement d'isolant dans un composant tel qu'un connecteur multicontact, le courant admissible concerné correspond à celui du composant entièrement câblé et chargé en continu.

NOTE 4 Le choix du fil (section, gaine) peut limiter le courant admissible des connexions à perçement d'isolant.

7.3.2 Résistance de contact

7.3.2.1 Généralités

L'essai des connexions à perçement d'isolant doit être effectué conformément à l'essai 2a: Résistance de contact, méthode du niveau des millivolts de l'IEC 60512-2-1 ou l'essai 2b: Résistance de contact, méthode du courant d'essai spécifié, de l'IEC 60512-2-2 conformément aux indications de la spécification particulière.

7.3.2.2 Essais des connexions à perçement d'isolant avec fil rosette sous enveloppe, conducteurs méplats isolés ou circuits souples conformément aux 3.3.1 et 3.3.2

Un montage d'essai approprié conformément à la Figure 7 doit être utilisé.

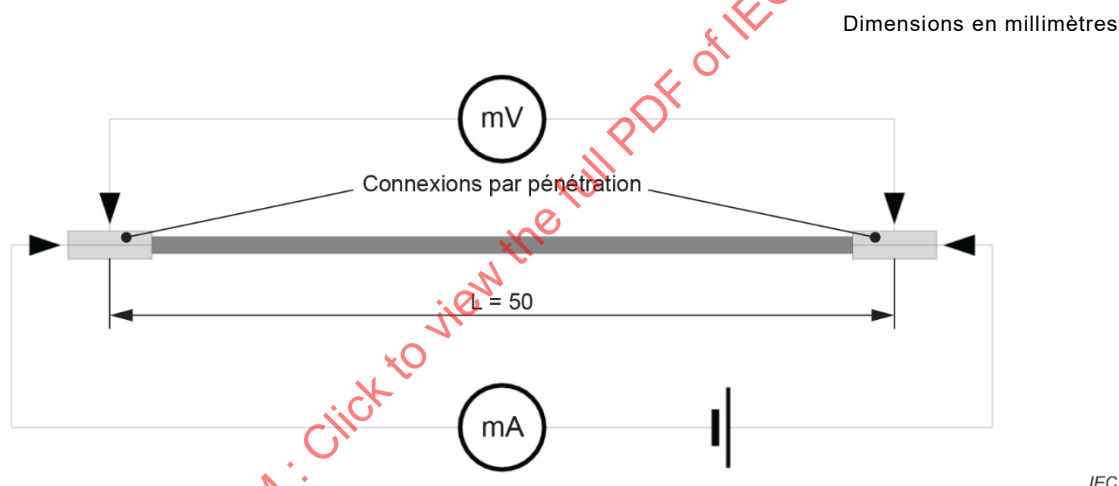


Figure 7 – Montage d'essai, résistance de contact (méthode de mesure pour des fils rosettes sous enveloppe, des conducteurs méplats ou des circuits plats souples)

Un montage d'essai approprié peut être utilisé pour assurer un bon contact aux deux points de mesure. Il convient que ce montage assure que les points de mesure sont placés à des distances fixes prédéterminées.

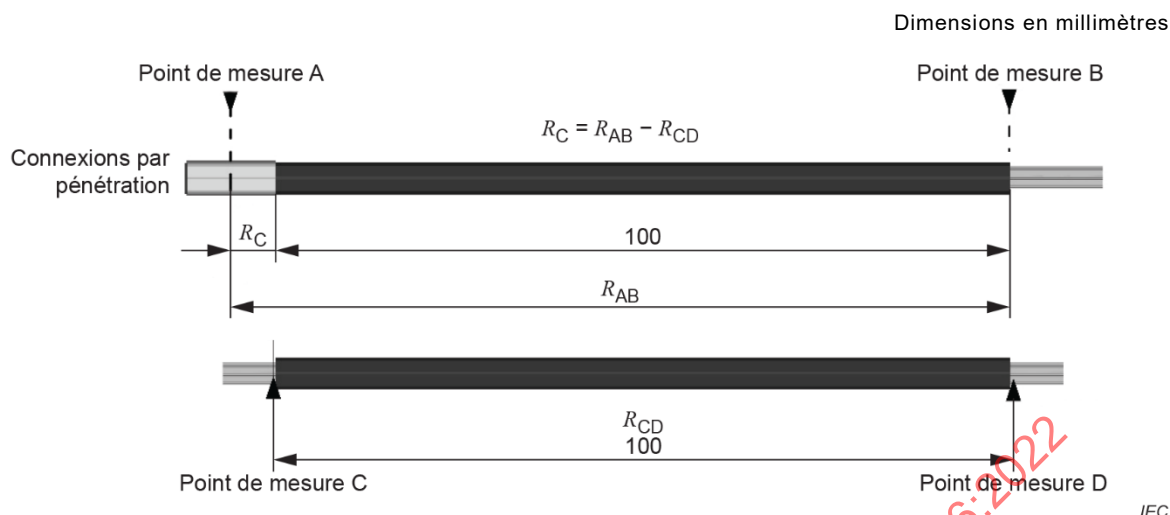
Lorsque l'essai 2b est appliqué, le courant d'essai doit être de 1 A/mm² de section de conducteur. La durée d'application de ce courant doit être brève afin d'éviter l'échauffement des spécimens.

La résistance de contact initiale doit être mesurée comme valeur de référence.

La variation maximale de la résistance admise doit être indiquée dans la spécification particulière.

7.3.2.3 Essais des connexions de fût à perçement d'isolant avec fils toronnés ou fils rosettes sous enveloppe conformément au 3.3.3

Un montage d'essai approprié conformément à la Figure 8 doit être utilisé.



Légende

- R_C est la résistance de contact de la connexion;
- R_{AB} est la résistance mesurée entre les points de mesure A et B;
- R_{CD} est la résistance mesurée entre les points de mesure C et D;

**Figure 8 – Montage d'essai, résistance de contact
(méthode de mesure pour des fils toronnés)**

Le point de mesure B doit être aussi proche que possible de l'extrémité du fil dans la connexion à percement d'isolant, mais, dans le cas d'un fût ouvert, il ne doit pas toucher l'extrémité du fil.

Pour obtenir des résultats d'essai reproductibles et fiables, tous les brins doivent être connectés durant la mesure de la résistance. En plaçant le point de mesure D à une distance suffisamment éloignée de la connexion, divers moyens peuvent être utilisés pour s'assurer du bon contact nécessaire avec tous les brins.

Un montage d'essai adapté peut être utilisé afin de garantir un bon contact à tous les points de connexion. Il convient que le montage d'essai garantisse que les points de mesure sont placés à des distances fixes, préalablement déterminées. Lorsque des calibres d'essai sont utilisés, ceux-ci doivent être suffisamment arrondis pour éviter d'endommager le conducteur.

Lorsque l'essai 2b est appliqué, le courant d'essai doit être de 1 A/mm² de section de conducteur. La durée d'application de ce courant doit être brève afin d'éviter l'échauffement des spécimens.

Les valeurs de la résistance de contact initiale maximale autorisée, indiquées dans le Tableau 2, ne tiennent pas compte de la résistance additionnelle due à la longueur de fil, comme cela est représenté par le montage d'essai de la Figure 8. Cette résistance additionnelle doit être soustraite de la valeur totale mesurée.

La variation maximale admise de la résistance est indiquée dans le Tableau 2, sauf indication contraire de la spécification particulière.

Tableau 2 – Résistance de contact des connexions à percement d'isolant, valeurs maximales admises

Unité en mΩ

Contact à percement d'isolant	Conducteur		Résistance maximale initiale du contact	Variation maximale de résistance après essais mécaniques, électriques ou climatiques
Revêtu	Âme câblée	Revêtu	10	10
Brut		Brut		15
Revêtu	Conducteur méplat ou circuit plat souple	Revêtu		10
Brut		Brut		

7.3.3 Charge électrique et température

L'essai doit être effectué conformément à l'essai 9b: Charge électrique et température, conformément à l'IEC 60512-9-2. Sauf indication contraire de la spécification particulière, les détails suivants doivent être appliqués:

- température maximale de fonctionnement +70 °C (UCT)
- durée de l'essai 1 000 h

Le courant d'essai doit être indiqué dans la spécification particulière.

7.4 Essais climatiques

7.4.1 Généralités

Sauf indication contraire de la spécification de produit particulière ou la spécification du fabricant, les valeurs suivantes de température de catégorie supérieure (UCT) et de température de catégorie inférieure (LCT) doivent être utilisées pour les essais suivants.

7.4.2 Variations rapides de température

L'essai doit être effectué conformément à l'essai 11d: Variations rapides de température, de l'IEC 60512-11-4. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, les détails suivants doivent être appliqués:

- basse température T_A –40 °C (LCT)
- haute température T_B 70 °C (UCT)
- durée d'exposition t_1 30 min
- nombre de cycles 5

7.4.3 Séquence climatique

L'essai doit être effectué conformément à l'essai 11a: Séquence climatique, de l'IEC 60512-11-1. Sauf indication contraire de la spécification particulière, les détails suivants doivent être appliqués:

- chaleur sèche, température d'essai 70 °C (UCT)
- froid, température d'essai -40 °C (LCT)
- chaleur humide, cycle restant 1

7.4.4 Essai de corrosion dans un flux de mélange de gaz

L'essai doit être effectué conformément à l'essai 11g: Essai de corrosion dans un flux de mélange de gaz, conformément à l'IEC 60512-11-7.

Sauf indication contraire de la spécification particulière, les détails suivants doivent être appliqués:

Méthode 1

concentration en SO ₂ :	(500 ± 100) 10 ⁻⁹ (vol/vol)
concentration en H ₂ S:	(100 ± 20) 10 ⁻⁹ (vol/vol)
température:	(25 ± 1) °C
humidité relative:	(75 ± 3) %
durée d'exposition:	10 jours

7.4.5 Essai cyclique de chaleur humide

L'essai doit être effectué conformément à l'essai 11m: Essai cyclique de chaleur humide, de l'IEC 60512-11-12. Sauf indication contraire de la spécification particulière, les détails suivants doivent être appliqués:

- température d'essai: +55 °C
- nombre de cycles: 2
- variante: 2

8 Programmes d'essai

8.1 Généralités

8.1.1 Vue d'ensemble

Lorsque les exigences de la séquence d'essai pour un connecteur utilisant ce type de connexion comprennent déjà toutes les exigences d'essais de cette spécification ou une partie de celles-ci, ces essais ne doivent pas être refaits.

Avant les essais, les spécimens doivent être préparés. Chaque spécimen doit consister en un contact à percement d'isolant et un fil inséré par contact, sauf indication contraire de la spécification particulière.

L'essai 7.3.2.2 exige des spécimens câblés aux deux extrémités (voir la Figure 7).

8.1.2 Connexions à percement d'isolant avec contacts adaptés à une gamme de diamètres de fil

Lorsque des connexions à percement d'isolant avec des contacts conçus pour s'adapter à une gamme de dimensions de fils sont soumises à essai, les essais doivent être effectués sur:

- a) le nombre de spécimens spécifié dans le Tableau 3 réalisés avec les fils dont le conducteur est aux dimensions minimales de la gamme;
et, en plus,
- b) le nombre de spécimens spécifié dans le Tableau 3, réalisés avec les fils dont le conducteur est aux dimensions maximales de la gamme.

8.1.3 Composants multicontacts

Lorsque des composants multicontacts sont soumis à essai, le nombre exigé de spécimens doit être uniformément réparti.

Avant de préparer les spécimens, les points suivants doivent être vérifiés:

- a) les contacts et les fils adaptés sont utilisés;
- b) lorsque les connexions sont réalisées avec un outil
 - l'outil correct est utilisé;
 - l'outil fonctionne correctement;
- c) l'opérateur est capable de réaliser des connexions conformes à 5.3.

Tableau 3 – Nombre de spécimens exigé

Programme d'essai	Paragraphe	Exigé dans tous les cas lorsque des contacts à percement d'isolant sont soumis à essai	Exigé en plus lorsque des contacts à percement d'isolant adaptés pour une gamme de dimensions de fils sont soumis à essai
Programme d'essai de qualification, 8.2	8.2.3.2, 8.2.3.3, 8.2.3.4, 8.2.3.5	80	80
Programme d'essai d'application, 8.3	8.3.2	40	40

8.2 Programme d'essai de qualification

8.2.1 Généralités

Lorsque le programme d'essai de qualification est nécessaire (voir 6.2), le nombre exigé de spécimens indiqué dans le Tableau 3 doit être préparé, puis soumis à l'examen initial conformément au 8.2.2.

8.2.2 Examen initial

Tous les spécimens doivent être soumis à l'essai 1a: Examen visuel, de l'IEC 60512-1-1.

8.2.3 Essai des connexions à percement d'isolant

8.2.3.1 Généralités

80 spécimens ou 2 × 80 spécimens, selon le cas.

Dans les cas où le contact couvre une gamme de dimensions de fil, les spécimens doivent répondre à des dimensions maximales du fil et pour un nombre équivalent, des dimensions minimales du fil comprises dans la gamme. Ces spécimens doivent être divisés en quatre groupes d'essai.