

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Solderless connections –

Part 2: Crimped connections – General requirements, test methods and practical guidance

Connexions sans soudure –

Partie 2: Connexions serties – Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Solderless connections –

Part 2: Crimped connections – General requirements, test methods and practical guidance

Connexions sans soudure –

Partie 2: Connexions serties – Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.220.10

ISBN 978-2-8322-0907-3

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 and object.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 Requirements	11
4.1 Workmanship	11
4.2 Tools	11
4.3 Crimp barrels	11
4.4 Wires	12
4.5 Crimped connections	12
5 Tests	13
5.1 Testing	13
5.2 Test methods and test requirements	13
5.3 Test schedules	23
6 General information on crimp connections	34
6.1 Advantages of crimped connections	34
6.2 Current-carrying capacity considerations	34
7 Tool information	35
8 Crimp barrel information	35
8.1 General	35
8.2 Materials	37
8.3 Surface finishes	37
8.4 Shapes of crimped connections	37
9 Wire information	40
9.1 General	40
9.2 Materials	40
9.3 Surface finishes	40
9.4 Stripping information	41
10 Connection information	43
10.1 General	43
10.2 Crimped connections made with more than one wire in a crimp barrel	46
10.3 Dimensions after crimping	47
10.4 Materials	47
11 Crimping process	47
11.1 Crimping of contacts with open crimp barrel	47
11.2 Crimping of contacts with open crimp barrel, loose piece contacts	47
11.3 Processing instruction	47
12 Correct crimped connections (additional information)	49
12.1 Correct crimped connections of contacts with an open crimp barrel	49
12.2 Measuring of crimp height/depth	49
12.3 Insulation grip	51

13	Faults with crimped contacts having open barrels	51
14	General information about crimp type contacts as part of a multipole connector	54
14.1	Insertion of crimped contacts into the contact cavities of the connector housing	54
14.2	Removal of inserted contacts	54
14.3	Mounting and bending of wire bundles/cables with crimped contacts	54
14.4	Mating and unmating of multipole connectors with crimped contacts	55
15	Final remarks	56

Figure 1	– Open crimp barrel	9
Figure 2	– Closed crimp barrels	9
Figure 3	– Pre-insulated crimp barrel	10
Figure 4	– Crimping zones	10
Figure 5	– Test arrangement for measurement of contact resistance	15
Figure 6	– Contact resistance R_c of crimped connections with copper barrels and copper conductor ($K = 1$)	17
Figure 7	– Examples of test arrangements	20
Figure 8	– Test current for crimped connections	22
Figure 9	– Examples of type A specimens	23
Figure 10	– Examples of type B specimens	24
Figure 11	– Example of type C specimen	24
Figure 12	– Examples of type D specimens	25
Figure 13	– Example of type E specimen	25
Figure 14	– Basic test schedule (see 5.3.2)	32
Figure 15	– Full test schedule (see 5.3.3)	33
Figure 16	– Open crimp barrels	36
Figure 17	– Closed crimp barrels	37
Figure 18	– Crimping shape in the wire axis	38
Figure 19	– Crimping shape 90° angled to the wire axis	38
Figure 20	– Crimping shape without insulation grip	39
Figure 21	– Crimping shape with pre-insulation crimp barrel	39
Figure 22	– Crimping shape without pre-insulation crimp barrel	40
Figure 23	– Stripping length	41
Figure 24	– Correctly stripped wire	41
Figure 25	– Examples of stripping faults	42
Figure 26	– Examples of correctly crimped connections with open crimp barrels	43
Figure 27	– Examples of correctly crimped connections with closed crimp barrels	44
Figure 28	– Examples of crimping faults with open crimp barrels, with insulation grip	45
Figure 29	– Examples of crimping faults with closed crimp barrels, without insulation grip	46
Figure 30	– Crimping process of an open crimp barrel	48
Figure 31	– Correct crimped connections of contacts with open crimp barrel	49
Figure 32	– Measuring instructions	50
Figure 33	– Measuring process	50
Figure 34	– Examples of insulation grips	51

Figure 35 – Examples of faults with crimped contacts	53
Figure 36 – Insertion of crimped contacts into contact cavities	54
Figure 37 – Mounting of wire bundles/cables with crimped contacts	55
Figure 38 – Bending of wire bundles of connectors	55
Figure 39 – Mating and unmating of multipole connectors	56

Table 1 – Pull out force of crimped connections	14
Table 2 – Example of other materials	18
Table 3 – Number of specimens	26
Table 4 – Test group P1	27
Table 5 – Test group P2	27
Table 6 – Test group P3	27
Table 7 – Test group P4	28
Table 8 – Test group A	29
Table 9 – Test group B	29
Table 10 – Test group C	29
Table 11 – Test group D	30
Table 12 – Test group E	30
Table 13 – Test group F	30
Table 14 – Test group G	31

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-2:2006+AMD1:2013 C5V

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SOLDERLESS CONNECTIONS –**Part 2: Crimped 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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This consolidated version of IEC 60352-2 consists of the second edition (2006) [documents 48B/1584/FDIS and 48B/1617/RVD] and its amendment 1 (2013) [documents 48B/2340/FDIS and 48B/2348/RVD]. It bears the edition number 2.1.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience. A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through.

International Standard IEC 60352-2 has been prepared by subcommittee 48B: Connectors, of IEC technical committee 48: Electromechanical components and mechanical structures for electronic equipment.

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

- a) The contents of clauses have been re-arranged, for example the old clauses 5, 6, 7, 8 and 9 are now included in the new clause 4, Requirements.
- b) Subclause 4.3.1: the material requirements for crimp barrels have been changed from Vickers hardness into more appropriate tensile strength requirements and the requirements have been opened to other materials, if it is of suitable characteristics.
- c) Subclause 4.3.3, Surface finishes: the tin-lead has been replaced by tin-alloy to comply with RoHS legislation. Other plating materials, such as nickel, may be used provided their suitability has been proven.
- d) Subclause 5.1.4, Recovering, has been added.
- e) Table 2, example of other materials, has been shortened.
- f) Subclause 5.2.4.5 and Figure 7, Current loading, cyclic: the length of wire between two specimens has been changed to a "minimum of 150 mm" to comply with regional requirements.
- g) Subclause 5.2.4.6, Crimping at low temperature, has been changed to "under consideration".
- h) Subclause 15.4 of IEC 60352-2 amendment 1 (1996-11) has been deleted for the sake of design freedom, because the dimensions are not widely used as stated; only a minority of products, in most cases older ones have these dimensions.

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

IEC 60352 consists of the following parts, under the general title *Solderless connections*:

- Part 1: Wrapped connections – General requirements, test methods and practical guidance
- Part 2: Crimped connections – General requirements, test methods and practical guidance
- Part 3: Solderless accessible insulation displacement connections – General requirements, test methods and practical guidance
- Part 4: Solderless non-accessible insulation displacement connections – General requirements, test methods and practical guidance
- Part 5: Press-in connections – General requirements, test methods and practical guidance
- Part 6: Insulation piercing connections – General requirements, test methods and practical guidance
- Part 7: Spring clamp connections – General requirements, test methods and practical guidance

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

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

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

INTRODUCTION

IEC 60352-2 includes requirements, tests and practical guidance information. Two test schedules are provided: a basic test schedule which applies to solderless crimped connections which conform to all of the requirements given in Clause 4 and a full test schedule which applies to solderless crimped connections which do not fully conform to all of the requirements, for example which are made with solid wires, different materials, etc.

IEC Guide 109 advocates the need to minimise the impact of a product on the natural environment throughout the product life cycle. It is understood that some of the materials permitted in this standard may have a negative environmental impact. As technological advances lead to acceptable alternatives for these materials, they will be eliminated from the standard.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-2:2006+AMD1:2013

SOLDERLESS CONNECTIONS –

Part 2: Crimped connections – General requirements, test methods and practical guidance

1 Scope and object

This part of IEC 60352 is applicable to solderless crimped connections made with stranded wires of 0,05 mm² to 10 mm² cross-section or solid wires of 0,25 mm to 3,6 mm diameter and appropriately designed uninsulated or pre-insulated crimp barrels for use in telecommunication equipment and in electronic devices employing similar techniques.

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

NOTE This part of IEC 60352 is not intended to be applicable to crimping of coaxial cables.

The object of this part of IEC 60352 is to determine the suitability of solderless crimped connections under specified mechanical, electrical and atmospheric conditions and to provide a means of comparing test results when the tools used to make the connections are of different designs or manufacture.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050(581):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 581: Electro-mechanical components for electronic equipment*

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

IEC 60189-3:1988, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath – Part 3: Equipment wires with solid or stranded conductor, PVC insulated, in singles, pairs and triples*

IEC 60512 (all parts), *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements*

IEC 60512-1-100:2001, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-100: General – Applicable publications*

IEC 60760:1989, *Flat, quick-connect terminations*
Amendment 1 (1993)

ISO 6892:1998, *Metallic materials – Tensile testing at ambient temperature*

3 Terms and definitions

For the purpose of this document, the terms and definitions of IEC 60050(581), IEC 60512-1 and the following apply:

3.1

crimp barrel

conductor barrel designed to accommodate one or more conductors and to be crimped by means of a crimping tool

3.2

open crimp barrel

crimp barrel with an open shape before crimping, for example U- or V-shape (see Figure 1)

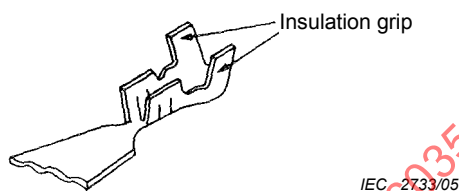


Figure 1 – Open crimp barrel

3.3

closed crimp barrel

crimp barrel with a closed shape before crimping (see Figure 2)

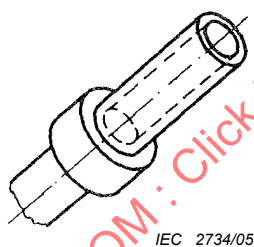


Figure 2a – Machined crimp barrel

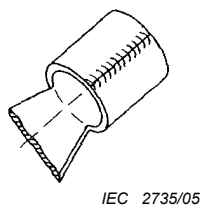


Figure 2b – Brazed/welded crimp barrel

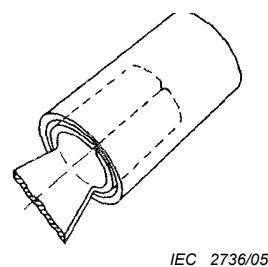


Figure 2c – Stamped/rolled crimp barrel

Figure 2 – Closed crimp barrels

3.4

pre-insulated crimp barrel

crimp barrel with a permanent layer of insulation through which the crimp is made (see Figure 3)

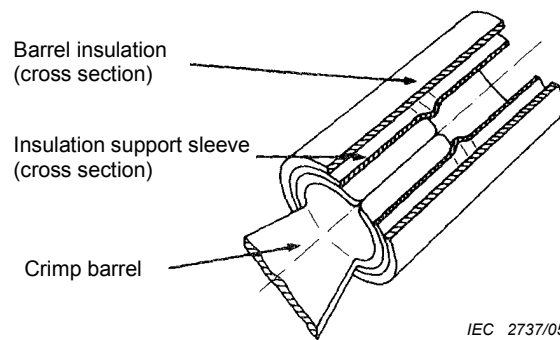


Figure 3 – Pre-insulated crimp barrel

3.5

crimping zone

that portion of a crimp barrel where the crimped connection is achieved by pressure deformation or reshaping of the barrel around the conductor (see Figure 4)

NOTE Where the crimp barrel is equipped with an insulation grip, this is also reshaped by compression by the crimping tool to secure the insulation of the wire.

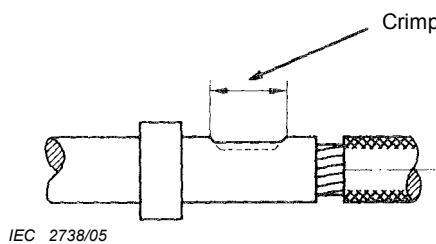


Figure 4a – Closed crimp barrel

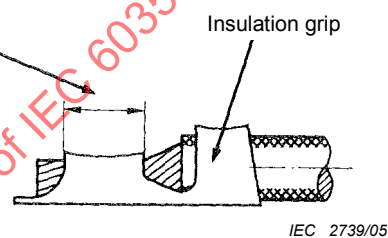


Figure 4b – Open crimp barrel

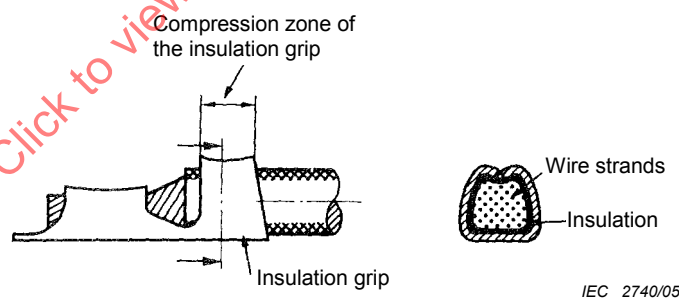


Figure 4c – Insulation grip

Figure 4 – Crimping zones

3.6

crimping die

that part of a crimping tool which forms the crimp(s) and usually incorporates the crimp anvil(s), the crimp indenter(s), and the positioner

NOTE Crimping dies may have separate or integral sections for compressing the insulation grip, if provided.

4 Requirements

4.1 Workmanship

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

4.2 Tools

Crimping tools shall be used and inspected according to the instructions given by the tool manufacturer.

The crimping tool shall be able to make uniformly reliable connections during its useful life.

The crimping tool shall be equipped with the appropriate dies. Where the dies are adjustable, the correct setting for the barrel to be crimped shall be used.

Hand crimping tools shall be provided with a full cycle crimping mechanism.

Automatic crimping tools shall be provided with a full cycle crimping mechanism or equivalent safeguard. They shall be correctly set and the setting shall be maintained.

Tools are evaluated by testing crimped connections made with the tools to be evaluated.

4.3 Crimp barrels

4.3.1 Materials

Crimp barrels shall be made of copper or copper alloy with a copper content of 60 % minimum.

The minimum tensile strength of the material shall not exceed 600 MPa in accordance with ISO 6892.

Other materials of suitable characteristics may be used, for example nickel, steel, stainless steel. Materials with a high resistivity-coefficient (K values, see 5.2.3.1) or materials exceeding the tensile strength specified above, may not be suitable for certain applications. In these cases, the full test schedule of 5.3.3 shall be applied (see 5.1.1).

4.3.2 Dimensions

The dimensions shall be suitable for stranded wires as specified in 4.4.

4.3.3 Surface finishes

The crimp barrel shall be unplated or plated with tin, tin-alloy, silver, gold or palladium.

The surface shall be free of contamination and corrosion. Other plating materials, such as nickel, (unless used as under-plate) may be used provided their suitability has been proven. In these cases, the full test schedule of 5.3.3 shall be applied (see 5.1.1).

4.3.4 Design features

The crimp barrel shall be so designed that the crimped connection is achieved by pressure deformation or reshaping of the crimp barrel around the stripped conductor.

NOTE Techniques where the connection is achieved by parts of barrel penetrating through the insulation of an insulated conductor are not covered by this standard.

The following barrel types shall be used:

- open crimp barrels, uninsulated;
- closed crimp barrel, either pre-insulated or uninsulated.

The crimp barrels shall be free of sharp edges likely to damage the conductors.

4.4 Wires

4.4.1 General

Stranded conductors shall be used, solid round conductors of 0,25 mm to 3,6 mm diameter may be used provided their suitability has been proven.

4.4.2 Materials

Annealed copper having an elongation at break of not less than 10 % shall be used.

4.4.3 Dimensions

The cross-section of the stranded conductor shall be within the range 0,05 mm² to 10 mm².

4.4.4 Surface finishes

Conductors which are unplated or finished with tin, tin-alloy or silver shall be used.

The surface shall be free of contamination and corrosion.

4.4.5 Insulation

The insulation shall be capable of being readily stripped from the conductor without changing the physical characteristics of the conductor or strands, respectively.

4.5 Crimped connections

The combination of the tool, barrel and wire shall be compatible.

Where the crimp barrel is equipped with an insulation support or insulation grip, the overall diameter of the insulation wire shall be compatible with the dimensions of the support or grip.

The wire shall be stripped to the correct length. The strands of the stripped part of the conductor shall not be damaged, for example partly or totally broken.

The stripped part of the conductor shall be clean and free from particles of insulation.

The lay of the strands shall be correct. If the lay has been disturbed, it may be restored by a light twist.

The conductor shall be correctly located in the barrel, i.e. to the correct depth. This shall be verified as follows:

- in the case of open crimp barrels or closed crimp barrels with inspection provision, this shall be visually checked;
- in the case of closed crimp barrels without inspection provisions, for example an inspection hole, this shall be measured (indirectly by measuring the possible insertion depth of the barrel, the stripping length of the wire and the distance between the end of the barrel and the beginning of the wire insulation).

All strands of the wire shall be within the barrel. There shall be no damaged strands.

Where the crimp barrel is equipped with an insulation support or insulation grip, the insulation shall be correctly located in the support or grip.

NOTE For crimped connections made with more than one wire, see 10.2.

5 Tests

5.1 Testing

5.1.1 General

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

- crimped connections, which conform to all of the requirements of Clause 4 shall be tested to and meet the requirements of the basic test schedule of 5.3.2;
- crimped connections, which do not fully conform to all of the requirements of Clause 4, for example which are made with solid wires, different materials, etc., shall be tested to and meet the requirements of the full test schedule of 5.3.3.

NOTE For crimped connections made with more than one wire, see 10.2.

5.1.2 Standard conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the 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 test results, the test shall be repeated at one of the referred conditions of IEC 60068-1.

5.1.3 Preconditioning

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

5.1.4 Recovering

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

5.1.5 Mounting of the specimen

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

5.2 Test methods and test requirements

5.2.1 General examination

The tests shall be carried out in accordance with test 1a of IEC 60512 and test 1b of IEC 60512. The visual examination test may be carried out with magnification up to approximately five times.

All crimp connections shall be examined to ensure that the applicable requirements of 4.3 to 4.5 have been met.

5.2.2 Mechanical tests

5.2.2.1 Pull out force

The test shall be carried out in accordance with test 16d of IEC 60512.

Unless otherwise specified by the manufacturer of the crimp barrel (terminal), the minimum values of the pull out force given in Table 1 shall be applied.

Table 1 – Pull out force of crimped connections

Conductor cross-section		Pull out force
mm ²	AWG ^a	N
0,05	30	6
0,08	28	11
0,12	26	15
0,14		18
0,22	24	28
0,25		32
0,32	22	40
0,5	20	60
0,75		85
0,82	18	90
1,0		108
1,3	16	135
1,5		150
2,1	14	200
2,5		230
3,3	12	275
4,0		310
5,3	10	355
6,0		360
8,4	8	370
10,0		380

NOTE To test the crimped connection, the same values are included in IEC 60760, Clause 17 and IEC 61210, Table 9.

^a For information only.

5.2.2.2 Insulation grip effectiveness

The test shall be carried out in accordance with test 16h of IEC 60512.

Number of winding cycles: 2

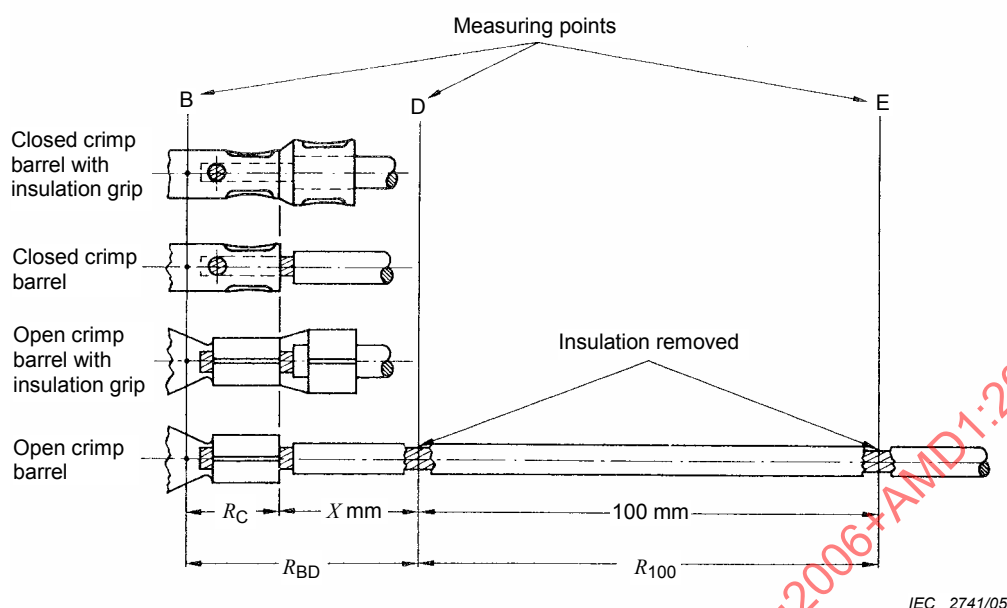
Tension to be applied: Lowest tension necessary to bring the wire into contact with the mandrel.

5.2.3 Electrical tests

5.2.3.1 Contact resistance

The test shall be carried out in accordance with test 2a of IEC 60512 or with test 2b of IEC 60512, as specified in the detail specification.

A suitable test arrangement is shown in Figure 5.



$$R_C = R_{BD} - \frac{X}{100} \times R_{100}$$

where

R_C is the contact resistance of crimped connection;

R_{BD} is the measured resistance between measuring points B and D;

R_{100} is the measured resistance over 100 mm wire length (D – E);

X is the distance between crimp barrel and measuring point D in mm.

NOTE For distance X , 25 mm to 100 mm is recommended.

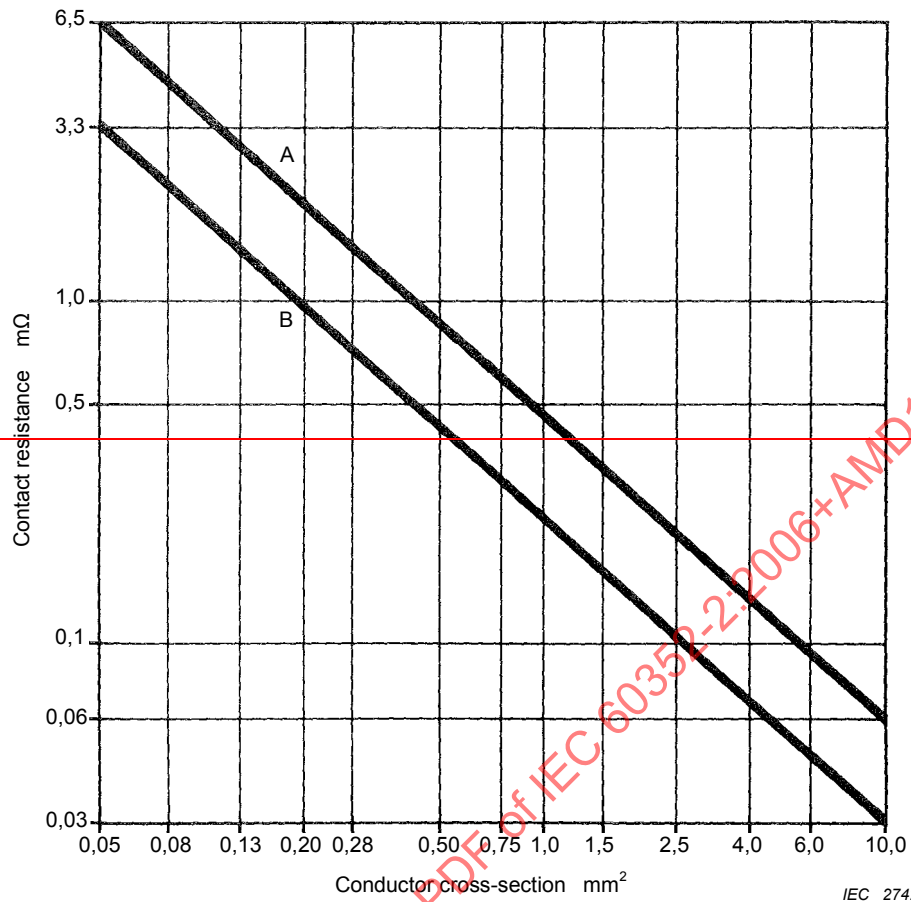
Figure 5 – Test arrangement for measurement of contact resistance

Contact point B shall be as close as possible to the end of the wire in the crimp barrel but, in the case of an open crimp barrel, not touching the end of the wire.

To achieve dependable and reproducible test results, good contact to all strands at the measuring points is necessary. By locating the measuring point D at a safe distance away from the crimped connection, any means to ensure the necessary good contact to all strands may be used.

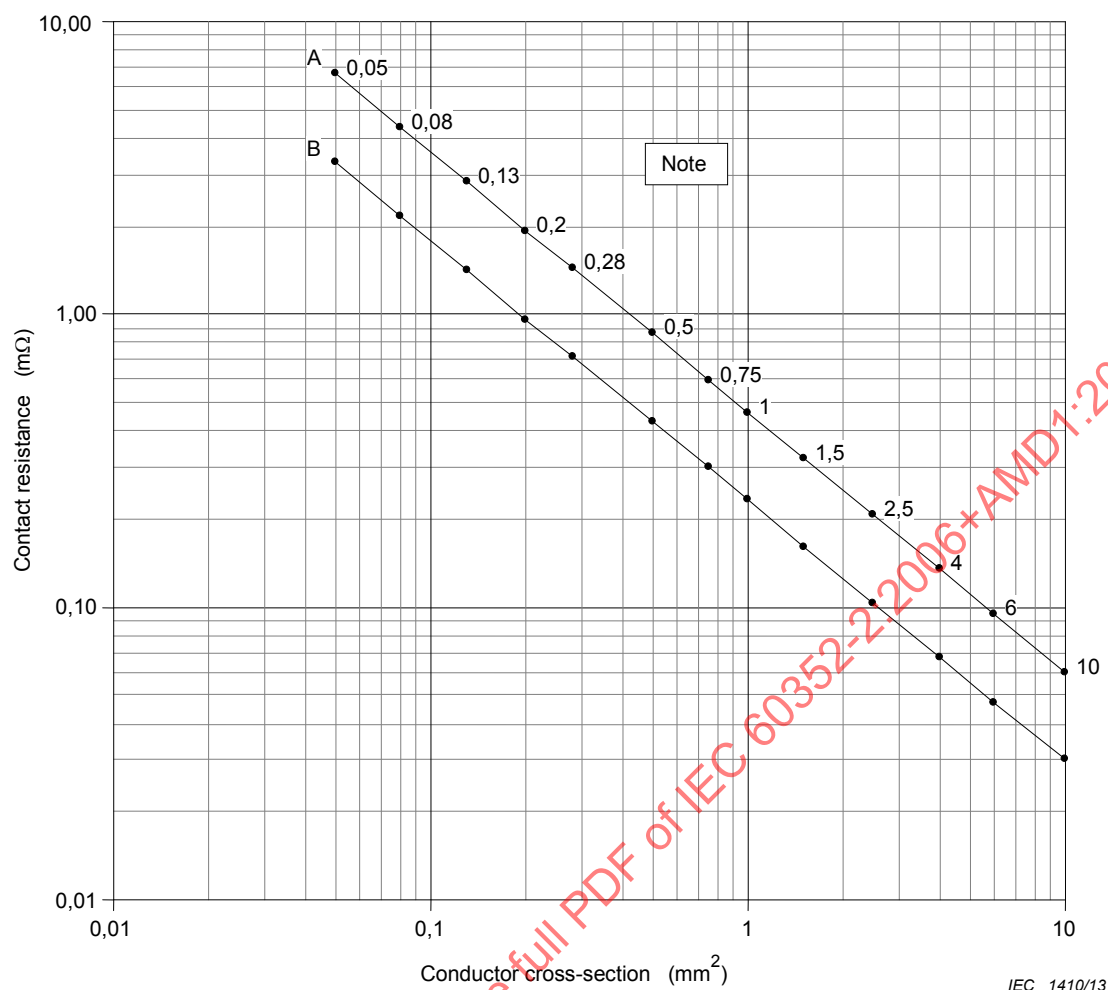
A suitable test device shall be used to ensure good contact at all measuring points. The test device shall ensure that the measuring points are located at predetermined fixed distances. Where test probes are used, they shall be sufficiently rounded to avoid damaging the conductor strands.

When test 2b of IEC 60512 is applied, the test current shall be 1 A per mm² conductor cross-section. The duration of application of the test current shall be short enough to prevent heating of the specimens.



IEC 2742/05

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-2:2006+AMD1:2013 CSV



Curve A: Values for initial contact resistance, maximum.

Curve B: Values for maximum change in resistance after electrical or climatic conditioning.

NOTE Numbers indicate specific conductor cross-sections in mm².

The lines for maximum initial contact resistance (A) and maximum change in resistance after electrical or climatic conditioning (B) are based on the following equations. These formulas may be used in place of the graph in Figure 6 to determine the maximum allowed initial resistance and post-conditioning change in resistance values.

$$A = 0,4596 \times C^{-0,8843}$$

$$B = A / 2$$

Where:

A is the maximum allowed initial resistance, in milliohms (mΩ);

B is the maximum allowed change in resistance, in milliohms (mΩ);

C is the wire cross-section, in mm².

Figure 6 – Contact resistance R_c of crimped connections with copper barrels and copper conductor ($K = 1$)

The cross-section to be used when applying Figure 6 is the cross-section calculated with the number of strands and the nominal diameter of one strand.

The values for maximum initial contact resistance (curve A) and the values for maximum change in resistance (curve B) as presented in Figure 6 apply only to crimped connections made with crimp barrels according to 4.3 and conductors according to 4.4 and where $K = 1$.

For barrel materials other than copper, the values of both curves A and B are to be multiplied by “*K*”, where

$$K = \frac{\text{resistivity of material used}}{\text{resistivity of copper}}$$

Table 2 includes values of resistivity and *K* for other materials.

Table 2 – Example of other materials

Material	Resistivity $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	<i>K</i>
Annealed copper, 100,0 Cu	0,017 2	1
Copper-zinc alloys (brasses)	0,030 to 0,061	1,74 to 3,55
For example 70,0 Cu, 30,0 Zn	0,061	3,55
Copper-tin alloys (bronzes)	0,083 to 0,15	4,83 to 8,72
For example 94,0 Cu, 6,0 Sn	0,11	6,40

The maximum permitted change in resistance is to be added to the initially measured resistance, not to the permitted initial limit, i.e. the maximum permitted contact resistance after conditioning is equal to the measured initial value plus the maximum permitted change as given in curve B of Figure 6 and corrected by “*K*”, if applicable.

NOTE For crimped connections made with more than one wire, see 10.2. For further information on wires, see IEC 60189-3.

5.2.3.2 Voltage proof (crimped connection with pre-insulated crimp barrels)

The test shall be carried out in accordance with test 4c of IEC 60512.

Proof voltage: 1 500 V r.m.s. 45 Hz to 60 Hz unless otherwise agreed between user and manufacturer.

5.2.4 Climatic tests

5.2.4.1 General

Unless otherwise specified, the following upper category temperature (*UCT*) and lower category temperature (*LCT*) shall be used in the following tests:

UCT: +125 °C (for tin plated barrels +100 °C)

LCT: –55 °C

5.2.4.2 Rapid change of temperature

The test shall be carried out in accordance with test 11d of IEC 60512.

The following details shall apply:

Low temperature:	T_A	<i>LCT</i>
High temperature	T_B	<i>UCT</i>
Duration of exposure:	t_1	30 min
Number of cycles:		5

This test is not intended to examine the characteristics of the wire insulation nor the insulation of pre-insulated crimp barrels.

5.2.4.3 Dry heat

The test shall be carried out in accordance with test 11i of IEC 60512.

The following details shall apply:

Test temperature: *UCT*

Test duration: 96 h

This test is not intended to examine the characteristics of the wire insulation.

5.2.4.4 Climatic sequence

The test shall be carried out in accordance with test 11a of IEC 60512.

The following details shall apply:

- Dry heat
test temperature: *UCT*
- Damp heat, cyclic:
upper test temperature: +55 °C
number of cycles: 6
variant 1 or 2 to be specified
- Cold:
test temperature: *LCT*

This test is not intended to examine the characteristics of the wire insulation nor the insulation of pre-insulated crimp barrels.

5.2.4.5 Current loading, cyclic

The test shall be carried out in accordance with test 9e of IEC 60512.

The test shall be carried out using type D specimens (see 5.3.1.5).

Unless otherwise specified by the detail specification, the specimens may be connected in series so that the current loading is simultaneously applied to all specimens under test. If connecting in series is applied and if the design permits, double-ended specimens may be used. In this case, the length of wire between two specimens shall be a minimum of 150 mm. To avoid heat sink, the chain of the specimens shall be held at the wires and the holding devices should be made of insulating material with low thermal conductivity. Where the mass of the terminations is so big that additional support is necessary, the holding devices shall also be made of insulating material with low thermal conductivity.

NOTE Where the crimped connection to be tested forms an integral part of a component, care should be taken to avoid an influence of the component on the test result (for example heat sink).

Examples are given in Figure 7 and in IEC 60760.

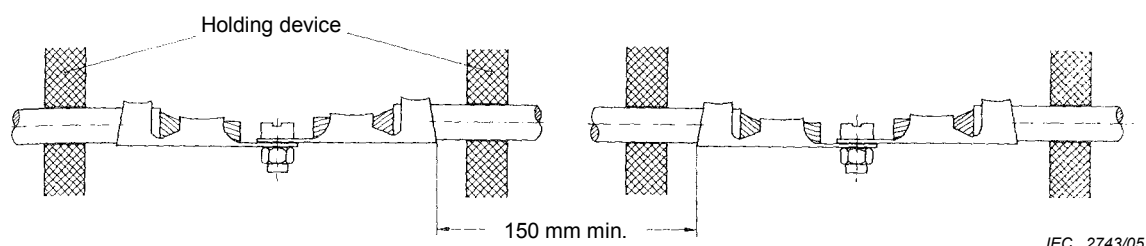


Figure 7a – Example of crimped barrels with terminal ends

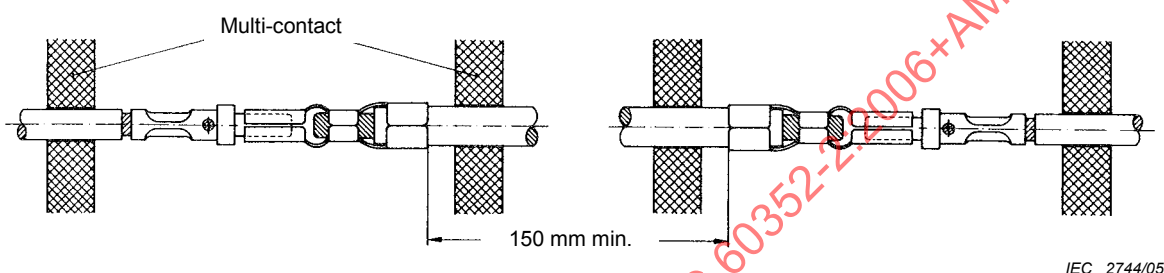


Figure 7b – Example of crimp barrels with separable contacts

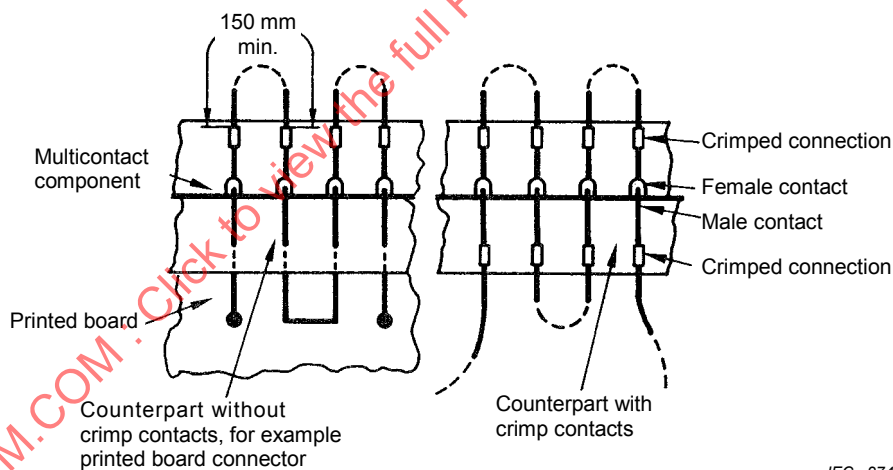


Figure 7c – Example of crimp connection with contacts of a multi-contact component (for example terminal block or connector)

Figure 7 – Examples of test arrangements

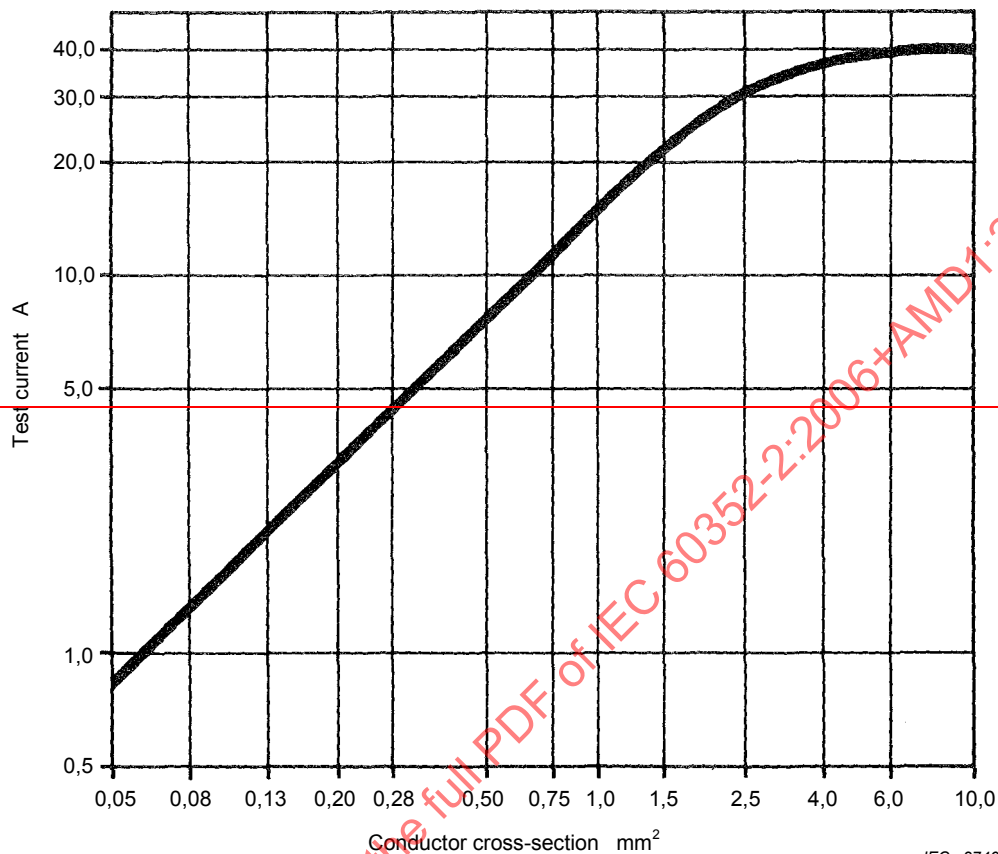
The test current to be applied is given in Figure 8.

The cross-section to be used when applying Figure 8 is the cross-section calculated with the number of strands and the nominal diameter of one strand.

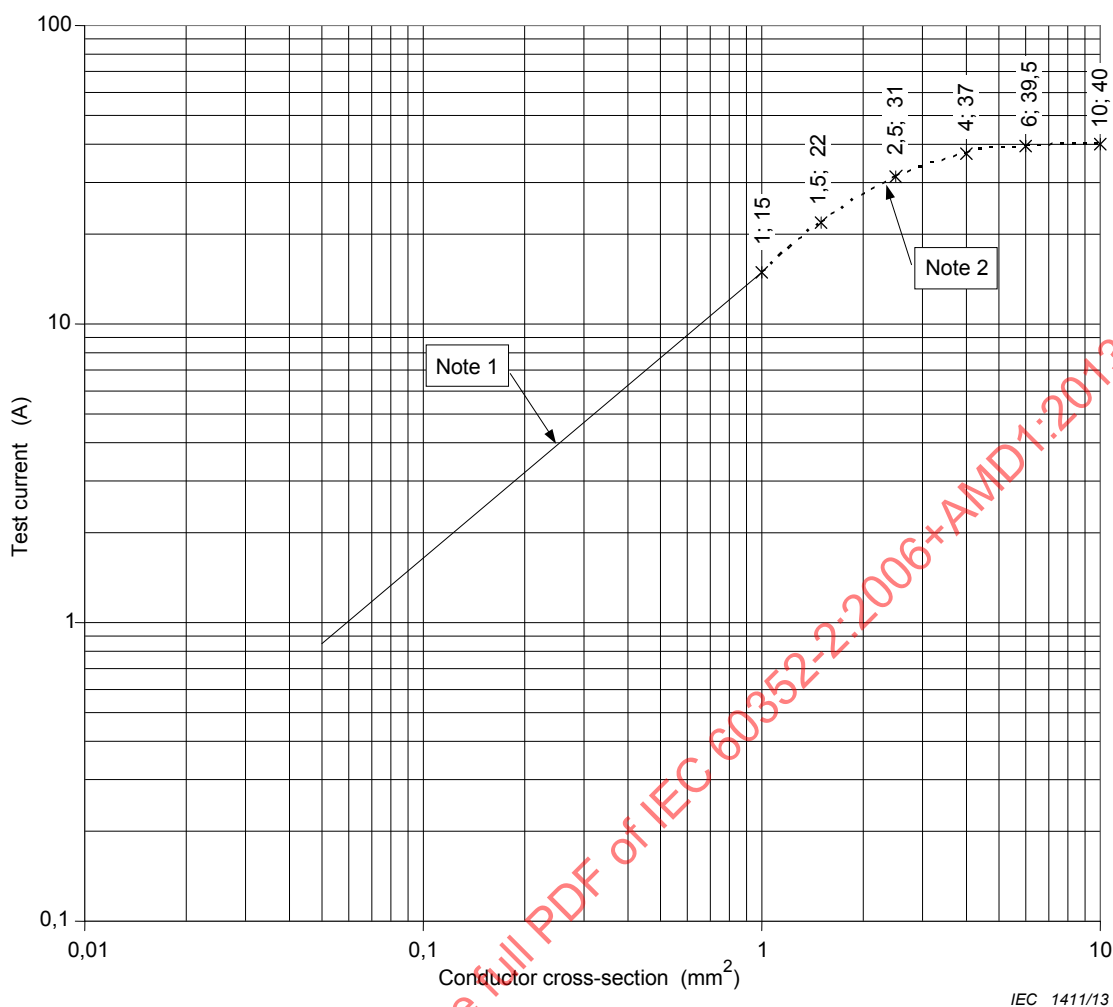
The test current values as presented in Figure 8 apply only to crimped connections made with crimp barrels according to 4.3 and conductors according to 4.4.

Test severity: 20 or 500 cycles.

NOTE For further information on wires, see IEC 60189-3.



IEC 2746/05



NOTE 1 Test current = $15 \times C^{0.958}$ for conductor cross-sections from 0.05 mm² to 1 mm², where C is the wire cross-section in mm²

NOTE 2 Test current references for conductor cross-sections above 1 mm².

Figure 8 – Test current for crimped connections

5.2.4.6 Crimping at low temperature (crimped connections with pre-insulated crimp barrels)

Under consideration.

5.2.5 Miscellaneous tests

5.2.5.1 Fluid resistance of pre-insulated crimp barrels

If the test is required, it shall be carried out in accordance with test 19a of IEC 60512.

The test shall be carried out with cleaning fluids only. Fluid and test temperature shall be specified in the detail specification.

Proof voltage: 1 500 V r.m.s. 45 Hz to 60 Hz

5.3 Test schedules

5.3.1 General

5.3.1.1 General

Prior to testing, the required number and types of specimens are to be prepared.

When crimped connections with crimp barrels designed to accept a range of conductor cross-sections are to be tested, all tests of the applicable test schedule shall be carried out:

- with the specified number of specimens having the maximum conductor cross-section and, additionally,
- with the specified number of specimens having the minimum conductor cross-section.

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

- correct crimp barrels and wires are used;
- the correct crimping tool is used;
- the tool works correctly;
- the operator is able to produce crimped connections, which comply with 4.5.

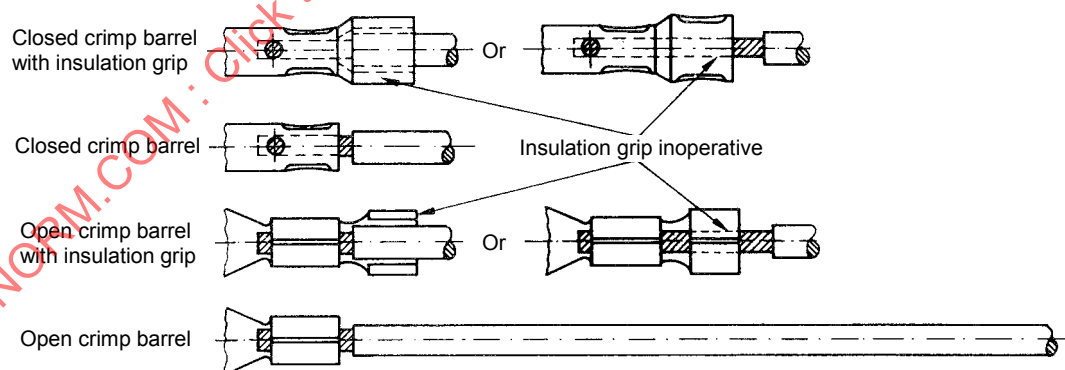
For all specimens, the minimum wire length shall be 150 mm or as specified in 5.3.1.5.

5.3.1.2 Type A specimen (for tests according to 5.3.2.3.1 and 5.3.3.3.2)

A type A specimen consists of an uninsulated or pre-insulated crimp barrel with or without insulation grip and a wire crimped to the crimp barrel to provide electrical connection between the wire and barrel only.

Any existing insulation grip shall be rendered inoperative.

Typical examples of type A specimens are shown in Figure 9.



IEC 2747/05

Figure 9 – Examples of type A specimens

5.3.1.3 Type B specimen (for insulation grip effectiveness tests, see 5.3.2.3.3 and 5.3.3.4)

A type B specimen consists of an uninsulated or pre-insulated crimp barrel with insulation grip and an unstripped wire, with the insulation grip only being compressed on the un-stripped wire.

The unstripped wire shall be inserted into the insulation grip only, so that it is only compressed at the insulation grip when the normal crimping operation is carried out. There shall be no electrical or mechanical connection between the wire and that part of the barrel which is normally intended to provide for the electrical connection.

Typical examples of type B specimens are shown in Figure 10.

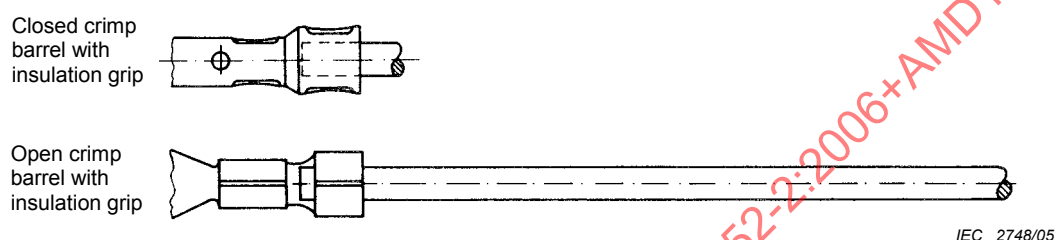


Figure 10 – Examples of type B specimens

5.3.1.4 Type C specimen (for testing of pre-insulated crimp barrels only, see 5.3.2.3.4 and 5.3.3.5)

A type C specimen consists of a pre-insulated crimp barrel with or without insulation grip and a wire crimped to the crimp barrel to provide electrical connection between the wire and the barrel.

Where insulation grip exists, it shall be compressed as well.

At the other end of the wire, the insulation shall be removed in such a manner that test 4c of IEC 60512, can be carried out.

A typical example of type C specimen is shown in Figure 11.

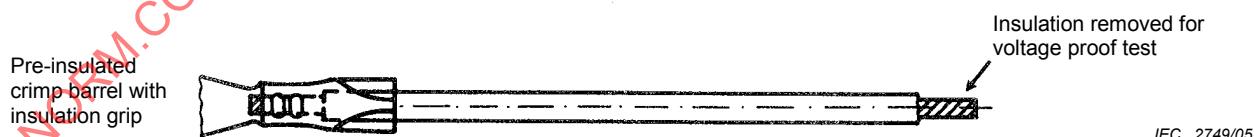


Figure 11 – Example of type C specimen

5.3.1.5 Type D specimen (for tests according to 5.3.2.3.2, 5.3.3.3.3 and 5.3.3.3.4)

A type D specimen consists of an uninsulated or pre-insulated crimp barrel with or without insulation grip and a wire crimped to the crimp barrel to provide electrical connection between the wire and barrel.

Where insulation grip exists, it shall be compressed as well.

The insulation of the wire shall be removed in such a manner that the contact resistance can be measured according to 5.2.3.1.

If the type D specimen is intended to be used for the current loading cyclic test according to 5.2.4.5, the conductor cross-section shall be the largest recommended for the crimp barrel. In this case, the length of the wires shall be 200 mm minimum.

Typical examples of type D specimens are shown in Figure 12.

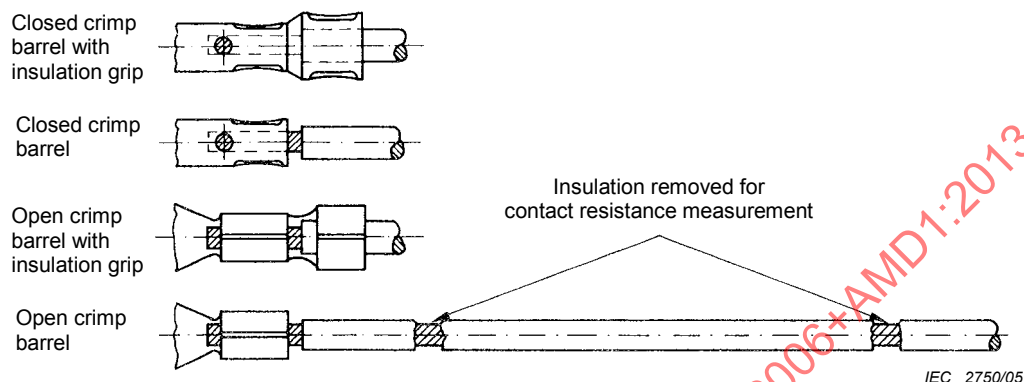


Figure 12 – Examples of type D specimens

5.3.1.6 Type E specimen (for testing of pre-insulated crimp barrels according to 5.3.3.5.4)

A type E specimen consists of a pre-insulated crimp barrel with or without insulation grip and a stripped wire, both necessary for a crimped connection to be made.

At the other end of the wire, the insulation shall be removed in such a manner that test 4c of IEC 60512, can be carried out.

At this stage, the two parts are separate and are required only for the low temperature test according to 5.2.4.6.

A typical example of a type E specimen is shown in Figure 13.



Figure 13 – Example of type E specimen

5.3.1.7 Number of specimens required

Table 3 – Number of specimens

Test schedule	Type of specimen according to 5.3.1	Required in all cases	Additionally required, when		
			Unplated barrels and/or wires are to be tested	Insulation grip effectiveness is to be tested	Pre-insulated crimp barrels are to be tested
Basic test schedule of 5.3.2	A	20	-	-	-
	B	-	-	6	-
	C	-	-	-	6
	D	-	20	-	-
Full test schedule of 5.3.3	A	16	-	-	-
	B	-	-	6	-
	C	-	-	-	6, if test group F is required
	D	24	-	-	-
	E	-	-	-	6

NOTE For testing crimped connections with crimp barrels designed to accept a range of conductor cross-sections, see 5.3.1.

5.3.2 Basic test schedule

5.3.2.1 General

Where the basic test schedule is applicable (see 5.1.1), the number of type A specimens in Table 3 shall be prepared and subjected to the test according to 5.3.2.3.1.

When crimped connections made with unplated barrels and/or unplated conductors are to be tested, the additional number of type D specimens specified in Table 3 shall be prepared and subjected to the test according to 5.3.2.3.2.

When crimp barrels with insulation grip are to be tested, the additional number of type B specimens specified in Table 3 shall be prepared and subjected to the test according to 5.3.2.3.3.

When pre-insulated crimp barrels are to be tested, the number of additional type C specimens specified in Table 3 shall be prepared and subjected to the test according to 5.3.2.3.4.

5.3.2.2 Initial examination

All specimens shall be subjected to test 1a of IEC 60512. If specified by the detail specification for the component using the crimp contacts, test 16g of IEC 60512, shall be performed.

5.3.2.3 Testing of crimped connections

5.3.2.3.1 Testing of crimped connections made with crimp barrels according to 4.3 and wires according to 4.4

20 type A specimens.

After the initial examination, all specimens shall be subjected to the following test in Table 4.

Table 4 – Test group P1

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirement
	Title	Severity or condition of test	Title	IEC 60512 Test No.	
P1	Pull out force (crimped connections)	5.2.2.1		16d	5.2.2.1

5.3.2.3.2 Additional testing of crimped connections made with unplated crimp barrels according to 4.3 and/or un-plated wires according to 4.4

20 type D specimens.

After the initial examination, all specimens shall be subjected to the following test in Table 5.

Table 5 – Test group P2

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirement
	Title	Severity or condition of test	Title	IEC 60512 Test No.	
P2.1			Contact resistance	2a or 2b	5.2.3.1
P2.2	Current loading cyclic	5.2.4.5 20 cycles		9e	5.2.4.5
P2.3			Contact resistance	as P2.1	5.2.3.1

5.3.2.3.3 Additional testing of crimp barrels with insulation grip

6 type B specimens.

After the initial examination, all specimens shall be subjected to the following test in Table 6.

Table 6 – Test group P3

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirement
	Title	Severity or condition of test	Title	IEC 60512 Test No.	
P3	Insulation grip effectiveness (crimped connections)	5.2.2.2		16h	5.2.2.2

5.3.2.3.4 Additional testing of crimped connections with pre-insulated crimp barrels

6 type C specimens.

After the initial examination, all specimens shall be subjected to the following test in Table 7.

Table 7 – Test group P4

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirement
	Title	Severity or condition of test	Title	IEC 60512 Test No.	
P4	Voltage proof of pre-insulated crimp barrels	5.2.3.2		4c	5.2.3.2

5.3.3 Full test schedule

5.3.3.1 General

Where the full test schedule is applicable (see 5.1.1) the number of type A and type D specimens specified in Table 3 shall be prepared and subjected to the test according to 5.3.3.3.

When crimp barrels with insulation grip are to be tested, the additional number of type B specimens specified in Table 3 shall be prepared and subjected to the test according to 5.3.3.4.

When pre-insulated crimp barrels are to be tested, the number of additional type C and type E specimens specified in Table 3 shall be prepared and subjected to the test according to 5.3.3.5.

5.3.3.2 Initial examination

All specimens shall be subject to test 1a of IEC 60512.

If specified by the detail specification for the component using the crimp contacts, test 16g of IEC 60512 shall be performed.

5.3.3.3 Testing of crimped connections

5.3.3.3.1 General

After the initial examination per 5.3.3.2,

- 16 type A specimens shall be subject to the tests according to 5.3.3.3.2 (test group A);
- 8 type D specimens shall be subject to the tests according to 5.3.3.3.3 (test group B);
- 16 type D specimens shall be subject to the tests according to 5.3.3.3.4 (test group C).

5.3.3.3.2 Test group A

16 type A specimens. See Table 8.

Table 8 – Test group A

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirement
	Title	Severity or condition of test	Title	IEC 60512 Test No.	
AP 1	Pull out force (crimped connections)	5.2.2.1		16d	5.2.2.1

5.3.3.3.3 Test group B

8 type D specimens. See Table 9.

Table 9 – Test group B

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirement
	Title	Severity or condition of test	Title	IEC 60512 Test No.	
BP 1			Contact resistance	2a or 2b	5.2.3.1
BP 2	Current loading cyclic	5.2.4.5 500 cycles		9e	5.2.4.5
BP 3			Contact resistance	as BP 1	5.2.3.1

5.3.3.3.4 Test group C

16 type D specimens. See Table 10.

Table 10 – Test group C

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirement
	Title	Severity or condition of test	Title	IEC 60512 Test No.	
CP 1			Contact resistance	2a or 2b	5.2.3.1
CP 2	Rapid change of temperature	5.2.4.2		11d	
CP 3	Climatic sequence	5.2.4.4		11a	
CP 3.1	Dry heat	5.2.4.4		11i	
CP 3.2	Damp heat, cyclic,	5.2.4.4 1 cycle		11m	
CP 3.3	Cold	5.2.4.4		11j	
CP 3.4	Damp heat, cyclic, remaining cycles	5.2.4.4 5 cycles		11m	
CP 4			Contact resistance	as CP 1	5.2.3.1

5.3.3.4 Testing of insulation grip effectiveness, test group D

6 type B specimens.

After the initial examination, all specimens shall be subject to the following test in Table 11.

Table 11 – Test group D

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirement
	Title	Severity or condition of test	Title	IEC 60512 Test No.	
DP1	Insulation grip effectiveness (crimped connections)	5.2.2.2		16h	5.2.2.2

5.3.3.5 Testing of crimped connections with pre-insulated crimp barrels

5.3.3.5.1 General

After the initial examination per 5.3.3.2, 6 type C specimens shall be subject to the tests according to 5.3.3.5.2 (test group E).

Provided that the fluid resistance test 5.2.5.1 is required, additionally 6 type C specimens shall be initially examined and then be subject to the tests according to 5.3.3.5.3 (test group F).

After the general examination, the 6 type E specimens (6 sets of separate parts) shall be subject to the tests according to 5.3.3.5.4 (test group G).

5.3.3.5.2 Test group E

6 type C specimens. See Table 12.

Table 12 – Test group E

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirement
	Title	Severity or condition of test	Title	IEC 60512 Test No.	
EP 1	Dry heat	5.2.4.3		11i	
EP 2			Visual examination	1a	
EP 3			Voltage proof of pre-insulated crimp barrels		5.2.3.2

5.3.3.5.3 Test group F, if required

6 type C specimens. See Table 13.

Table 13 – Test group F

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirement
	Title	Severity or condition of test	Title	IEC 60512 Test No.	
FP 1	Fluid resistance of pre-insulated crimp barrels	5.2.5.1		19a	5.2.5.1

5.3.3.5.4 Test group G

6 type E specimens. See Table 14.

Table 14 – Test group G

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirement
	Title	Severity or condition of test	Title	IEC 60512 Test No.	
GP 1	Crimping at low temperature	5.2.4.6 u.c.			
GP 2			Visual examination	1a	
GP 3			Voltage proof of pre-insulated crimp barrels		5.2.3.2

5.3.4 Flow charts

For quick orientation, the test schedule detailed in 5.3.2 and 5.3.3 are repeated as flow charts in a simplified manner in Figures 14 and 15 respectively.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-2:2006+A1:2013 CSV

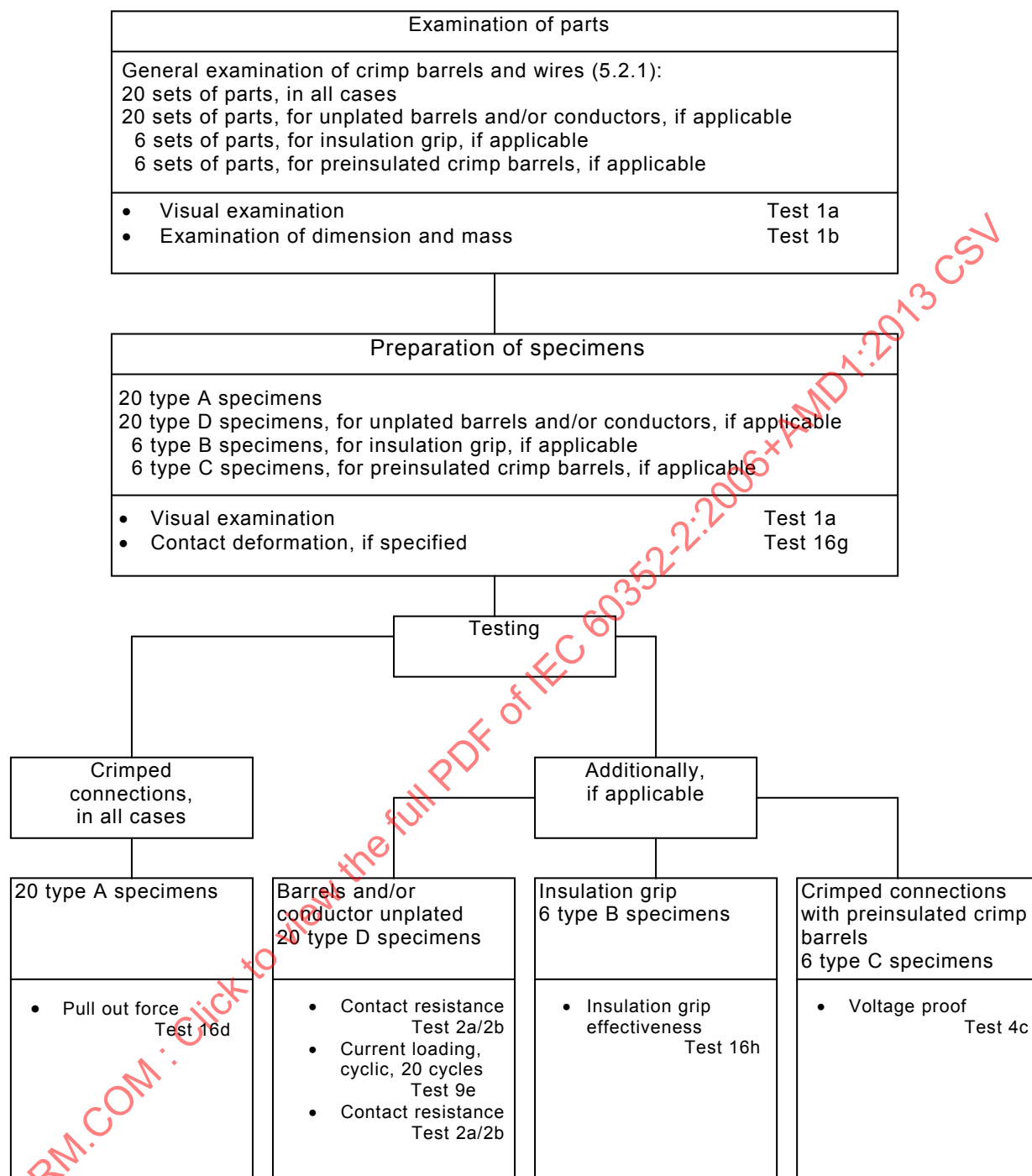


Figure 14 – Basic test schedule (see 5.3.2)

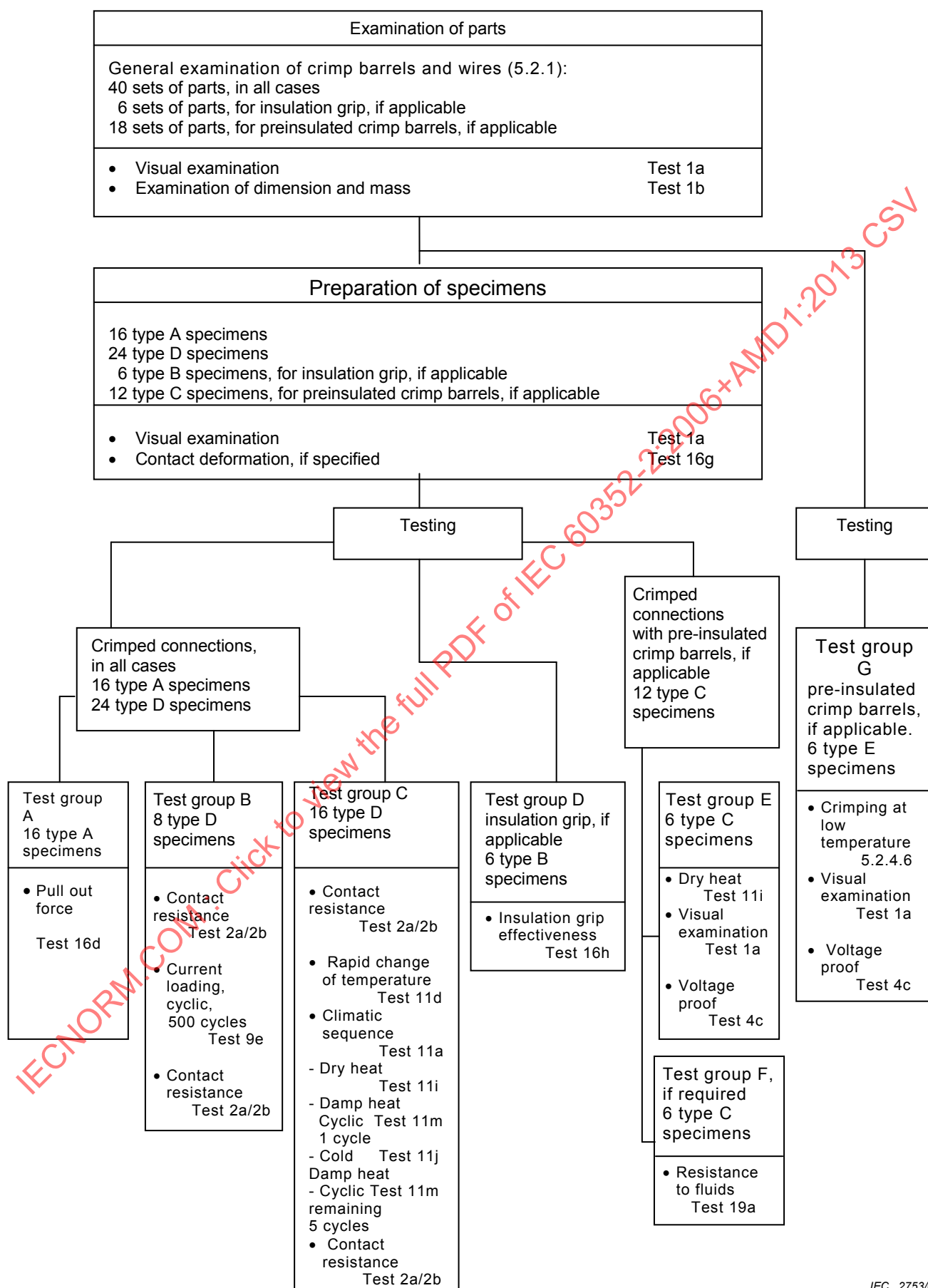


Figure 15 – Full test schedule (see 5.3.3)

6 General information on crimp connections

6.1 General

This practical guidance applies to crimped connections made with stranded copper conductors produced by crimping tools (fully-automatic, semi-automatic crimping machines or hand-operated crimping tools). Solid copper conductors or conductors made of other materials (aluminium, steel, etc.) often require special care regarding the contacts and the crimping tools, which should be agreed with the manufacturer.

6.2 Advantages of crimped connections

A connection made by crimp technique is a non-releasable electrical connection between one or more conductors with a crimp contact of any shape. Good electrical connection is achieved by exact matching of crimping dies, crimp barrels and the conductors' cross-section by pressure deformation and reshaping of the barrel.

The advantages are as follows:

- efficient processing of connections at each production level;
- processing by fully-automatic or semi-automatic crimping machines, or with hand-operated tools;
- no cold-soldered joints;
- no degradation of the spring characteristic of female contacts by the soldering temperature;
- no health risk from heavy metal and flux steam;
- preservation of conductor flexibility behind the crimped connection;
- no burnt, discoloured and overheated wire insulation;
- good connections with reproducible electrical and mechanical performances;
- easy production control.

6.3 Current-carrying capacity considerations

In general, the total area of contact between the conductor and the crimp barrel of a crimped connection made to this standard should result in a larger cross-section than that of the wire used.

It should be taken into account that the current-carrying capacity can be influenced by:

- ambient temperature;
- contact material;
- surface finish of the contact;
- cross-section of the conductor;
- surface finish of the conductor;
- number of positions in a multipole connector;
- pitch (spacing) of a multipole connector.

7 Tool information

The following list includes requirements and recommendations about crimping tools.

- a) Crimping tools and contacts used should be delivered by the same manufacturer, otherwise the user is responsible for a good reliable crimped connection.
- b) Tools shall operate and correctly form the crimp without damaging the barrel or the component to be crimped.
- c) In order to achieve a good reliable crimped connection, usually a crimping tool having a full cycle crimping mechanism is necessary. On completion of the full crimping cycle, the handles and dies or indentors should automatically return to the fully open position. Fully-automatic and semi-automatic crimping machines complete the full crimping cycle automatically.
- d) In any case, the crimping operation should be made in one step. Rework in additional steps should be avoided.
- e) Removable parts of the tool, such as crimping dies and location devices, should be designed that they can only be fitted into the tool in the correct manner.
- f) Tools should be provided with means for the proper location of crimp barrels and wires during the crimping operation.
- g) Tools should be designed so that only the necessary adjustments can be made.
- h) The action of the tool should be such that both the crimp barrel and the insulation grip (if any) are crimped or compressed, respectively, in one operation.
- i) 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.
- j) Tools may be designed to produce a die marking or coding upon the crimp barrel, so that the inspection after crimping is possible to verify correct application.
- k) The tool design should allow gauging of the dies to assess wear. The gauging method should be as specified by the tool manufacturer.

8 Crimp barrel information

8.1 General

8.1.1 Open crimp barrels, with or without insulation grip

These are crimp barrels of contacts which are U- or V-shaped before crimping. The contacts are usually delivered in strip form (length or side feed) on reels for fully- or semi-automatic crimping machines. During the crimping process, the crimped contact will be separated from the strip. For low production rates and repair, these contacts can also be delivered in loose piece form for hand crimping tools. The characteristic of contacts with open crimp barrel and insulation grip is a second barrel, which is also reshaped during the crimping process and which secures the end of the wire insulation.

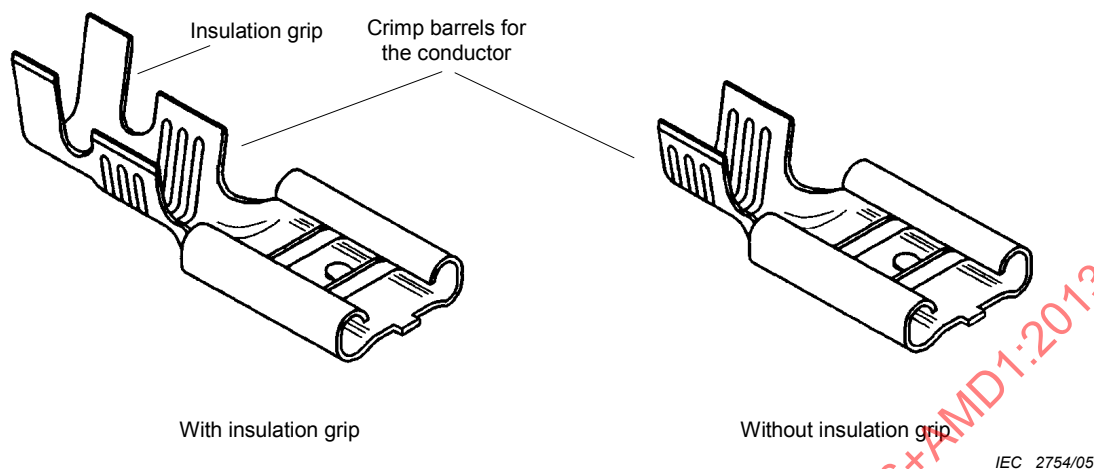


Figure 16 – Open crimp barrels

The basic function of the insulation grip is to absorb mechanical stress like vibration or bending from the crimped connection. Contacts with insulation grip are the most commonly used in practice. Figure 16 shows typical open crimp barrels with and without insulation grips.

8.1.2 Closed crimp barrels, either uninsulated, with or without insulation grip, or pre-insulated, with or without insulation grip

These are crimp barrels of terminals or contacts which are stamped and formed, deep-drawn, screw-machined or manufactured out of tubing. Pre-insulated barrels usually have an insulation sleeve made of polyvinyl chloride, polyamide, etc.

It is recommended that the barrel conductor entry be chamfered as to:

- avoid damage to the conductor;
- ease insertion of the conductor.

Terminals and contacts having closed crimp barrels usually are loose-piece products, but there are also products in strip form (tape-mounted, etc.) on the market.

Figure 17 shows typical closed crimp barrels with and without insulation sleeves.

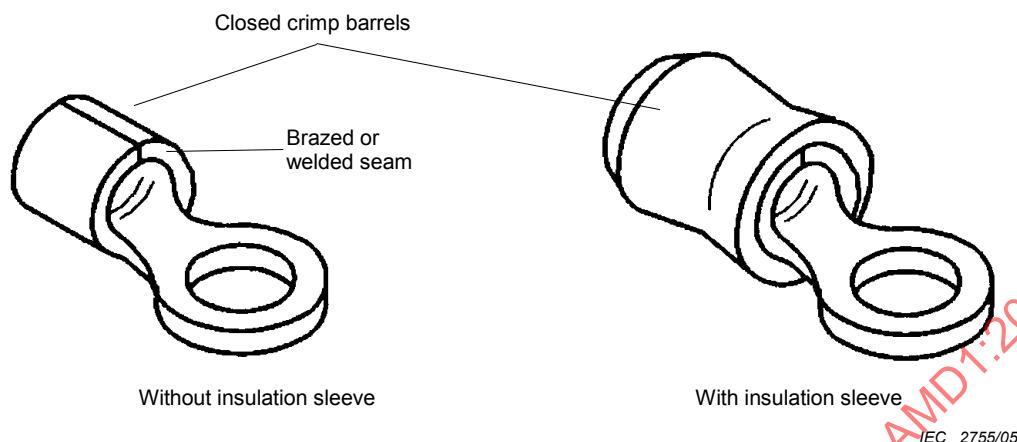


Figure 17 – Closed crimp barrels

8.2 Materials

In addition to the crimp barrel materials specified in 4.3.1, other materials of suitable characteristics may be used, for example nickel, steel, stainless steel.

Materials with a high resistivity coefficient (K values, see 5.2.3.1) may not be suitable for certain applications.

In these cases, the full test schedule of 5.3.3 shall be applied (see 5.1.1).

8.3 Surface finishes

Crimp barrels unplated or plated with materials specified in 4.3.3 are commonly used. Other plating materials, such as nickel, may be used provided their suitability has been proven.

In these cases, the full test schedule of 5.3.3 shall be applied (see 5.1.1).

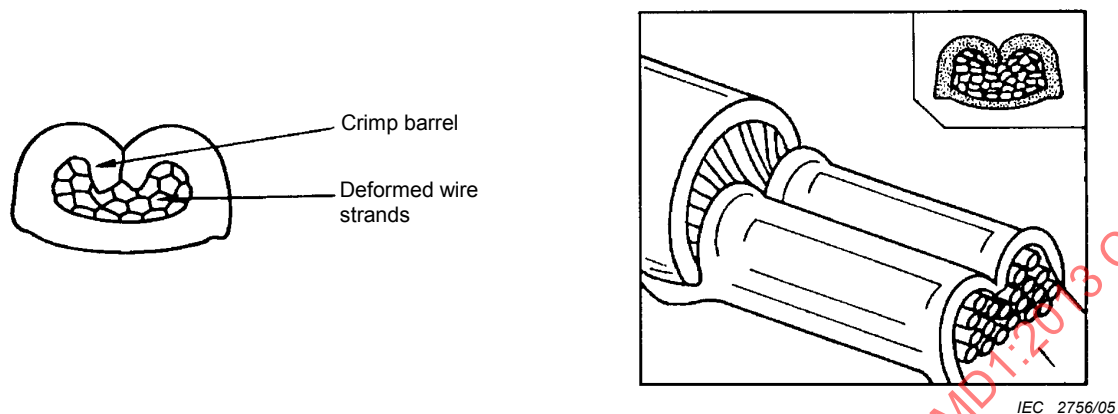
8.4 Shapes of crimped connections

8.4.1 General

There are different crimping shapes in use, some of which are shown in the figures and cross-sections given in Figures 18 to 22. During the crimping operation, the crimp barrel is deformed from its original cross-section, and it may be additionally deformed along its longitudinal axis. The deformations may increase the relevant dimensions. It may be necessary to limit the increase in dimensions if the crimped connection has to be accommodated in a limited space, for example in a cavity of a component.

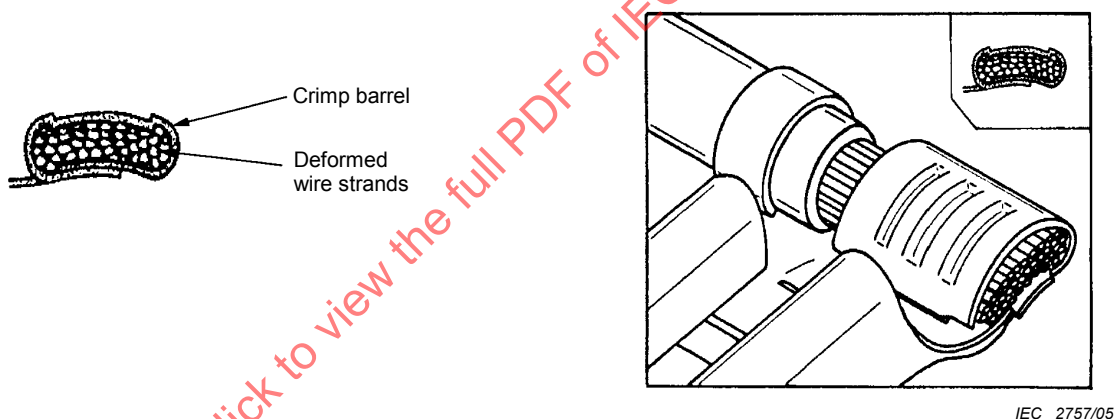
8.4.2 Shapes of crimped connections made with contacts having open crimp barrels

See Figures 18 and 19.



Crimping shape used preferably for crimped connections with the mating area in the wire axis.

Figure 18 – Crimping shape in the wire axis

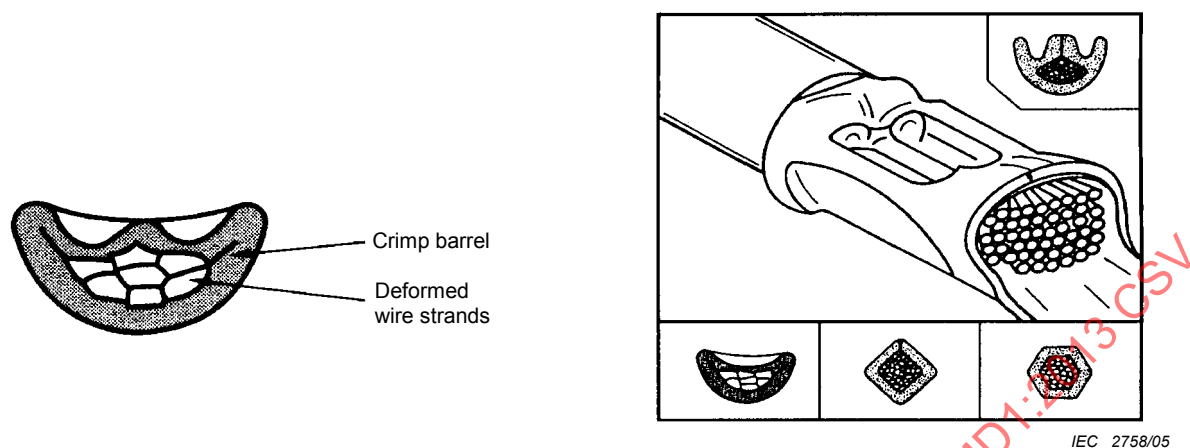


Crimping shape used preferably for crimp connections with the mating area angled 90° to the wire axis.

Figure 19 – Crimping shape 90° angled to the wire axis

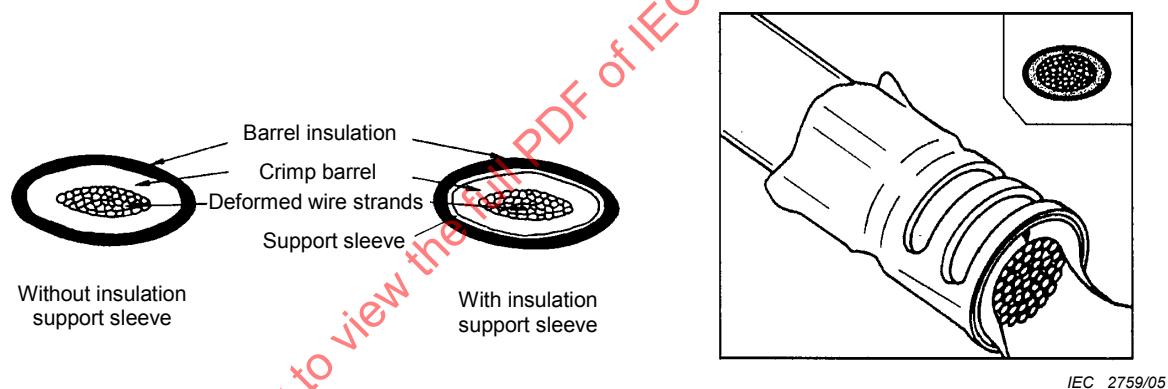
8.4.3 Shapes of crimped connections made with terminal ends or contacts having closed crimp barrels

See Figures 20 and 21.



Crimping shape used preferably for crimped connections without insulation grip.

Figure 20 – Crimping shape without insulation grip

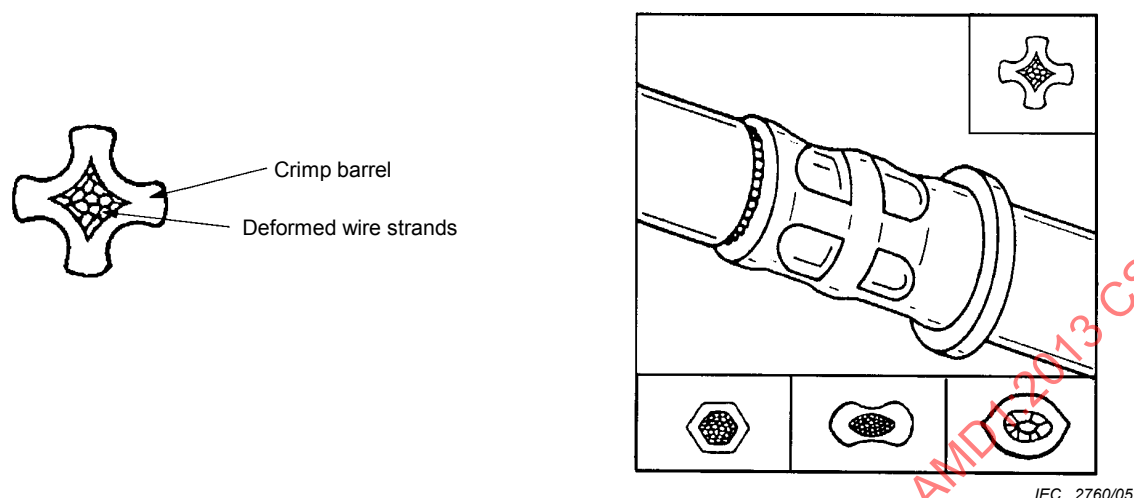


Crimping shape used preferably for crimped connections without pre-insulated crimp barrel.

Figure 21 – Crimping shape with pre-insulation crimp barrel

8.4.4 Shapes of crimped connections made with contacts having screw-machined, closed crimp barrels

See Figure 22.



Crimping shape used preferably for crimped connections without pre-insulated crimp barrel.

NOTE Contacts are available having a second barrel, which grips the end of the wire insulation.

Figure 22 – Crimping shape without pre-insulation crimp barrel

9 Wire information

9.1 General

Stranded wires are normally used for crimped connections (see 4.4).

Solid round conductors of 0,25 mm to 3,6 mm diameter may be used provided their suitability has been proven.

Crimped connections using wires with solid round conductors shall be tested to, and meet the requirements of, the full test schedule of 5.3.3 (see also 5.1.1).

Stranded conductors shall not be soldered/tin dipped in that part which is intended to be crimped.

After crimping, no additional soldering should take place.

9.2 Materials

According to 4.4.2, conductors made of annealed copper are commonly used for crimped connections.

The following additional conductor materials may be used:

- copper alloys;
- nickel alloys.

In these cases, the full test schedule of 5.3.3 shall be applied (see also 5.1.1).

9.3 Surface finishes

Unplated conductors or conductors finished with tin, tin-alloy or silver are normally used (see 4.4.4).

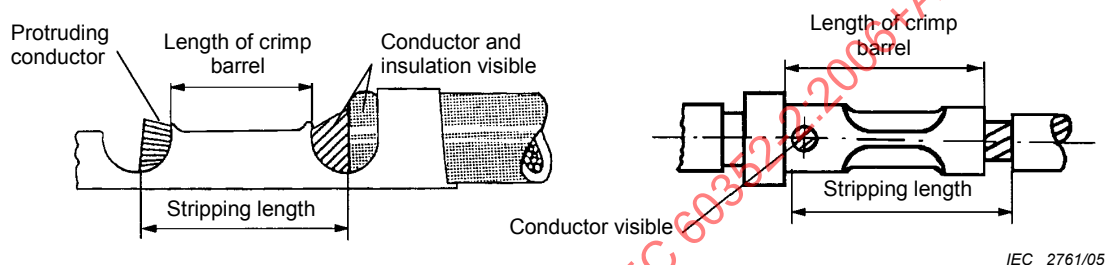
Other plating materials, such as nickel, may be used. In this case, the full test schedule of 5.3.3 shall be applied (see also 5.1.1).

9.4 Stripping information

In order to obtain a good and stable crimped connection, it is necessary to provide for correct stripping of the wire, i.e. the required stripping length depends on the type and size of the crimp barrel used. See Figure 23.

After crimping:

- the conductor (strands) should be visible between the crimp barrel and the insulation grip;
- the end of the crimped conductor should protrude out of the front end of the crimp barrel. The mating or termination area shall not be hindered.



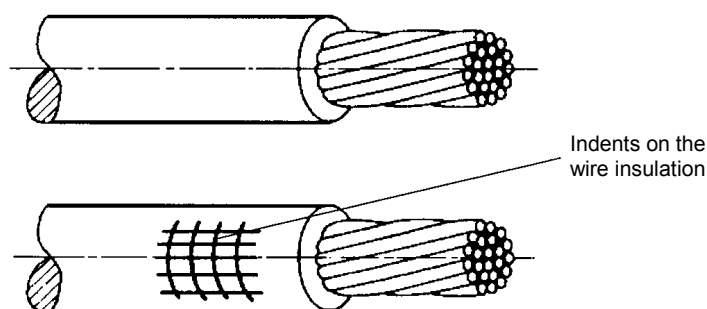
NOTE 1 The manufacturer's instructions regarding stripping length should be followed.

NOTE 2 As rule of thumb: stripping length = length of crimp barrel + 1 mm (up to 1 mm²);
length of crimp barrel + 2 mm (up to 10 mm²).

Figure 23 – Stripping length

If the lay of the strands is disturbed or splayed by stripping, it may be restored by a slight twist. For silver-plated conductors, gloves should be used. Care should be taken not to over-twist the strands (see Figure 25h).

A correctly stripped wire is shown in Figure 24, while Figure 25 shows some examples of stripping faults, which shall be avoided.



IEC 2762/05

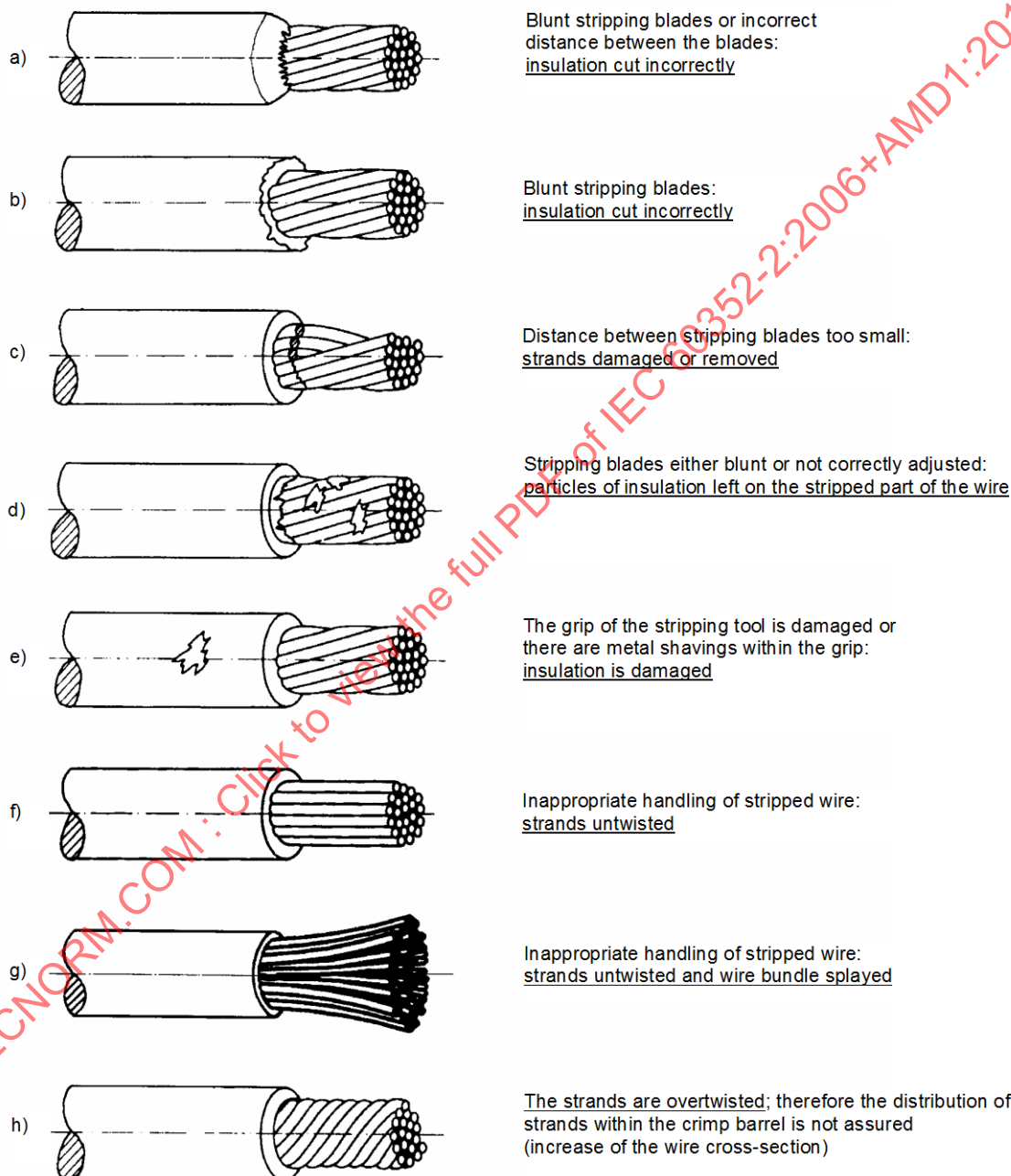
NOTE Indents on the wire insulation caused by the stripping tool which do not damage the insulation are permitted.

Figure 24 – Correctly stripped wire

To avoid damaging the conductor during stripping, the blades of the stripping tools should be adapted according to the conductor diameter and the thickness of insulation.

The following examples of stripping faults (see Figure 25) are often caused by:

- inappropriate handling;
- incorrect adjustment of the stripping tool;
- damaged stripping blades of the stripping tool.



IEC 2763/05

Figure 25 – Examples of stripping faults

10 Connection information

10.1 General

In order to achieve a good, reliable crimped connection, and to meet all the electrical and mechanical requirements, the following details should be specified by the manufacturer:

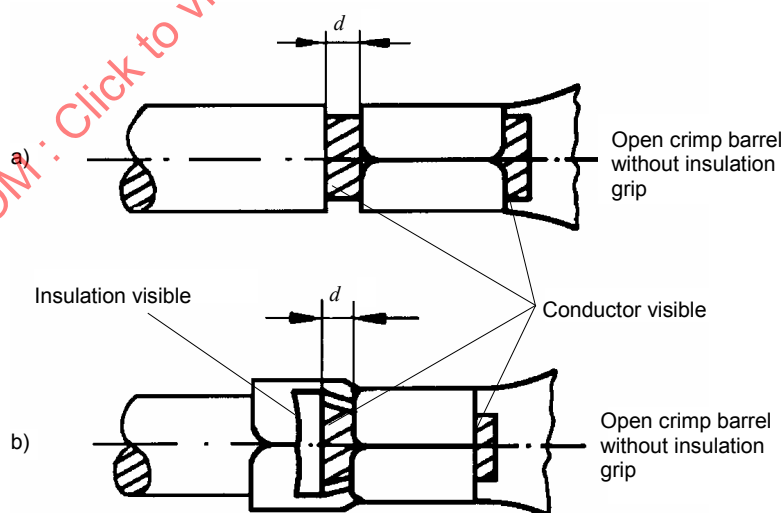
- assignment of possible conductor cross-sections;
- shape of the crimp barrel (thickness, length, U-contour, etc.);
- crimping profile (crimping width);
- crimp height;
- shape of insulation grip.

Additional information:

- a) The wire shall be correctly located in the crimp barrel (see Figures 26 and 27).
- b) The crimp indents shall be correctly located on the crimp barrel (see Figure 27).
- c) There should be a sufficient, but not too great a distance between the end of the wire insulation and the crimp barrel (see "d" in Figures 26a and 26b).

The manufacturer's instructions regarding this distance should be followed.

- d) To permit inspection, the conductor (strands) should be visible at both ends of the crimped part of an open crimp barrel (see Figure 26).
- e) When open crimp barrels with insulation grip are used, the insulation of the wire should be visible in the gap between the insulation grip and the crimped part of the barrel (see Figure 26b).
- f) When closed crimp barrels having an inspection hole are used, the crimped conductor (strands) should be visible in the hole (see Figure 26b).
- g) When the crimping operation has to be carried out under field conditions, care should be taken that the surfaces of the crimp barrels and the conductors are clean.



IEC 2764/05

Figure 26 – Examples of correctly crimped connections with open crimp barrels

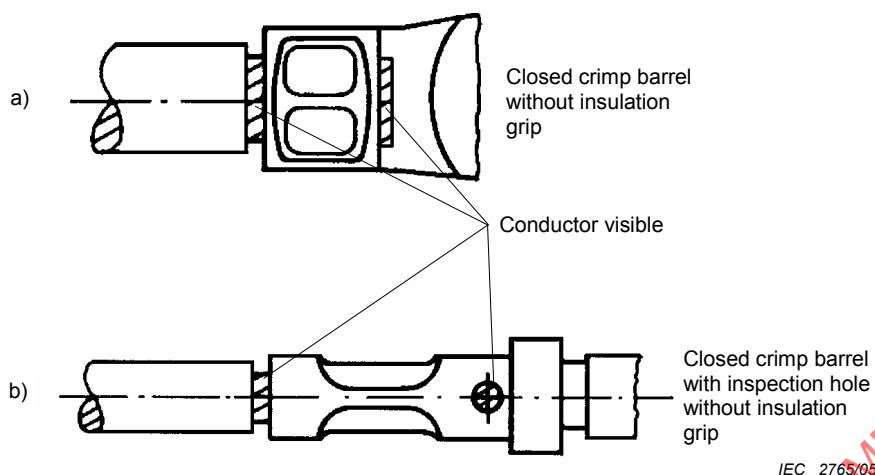
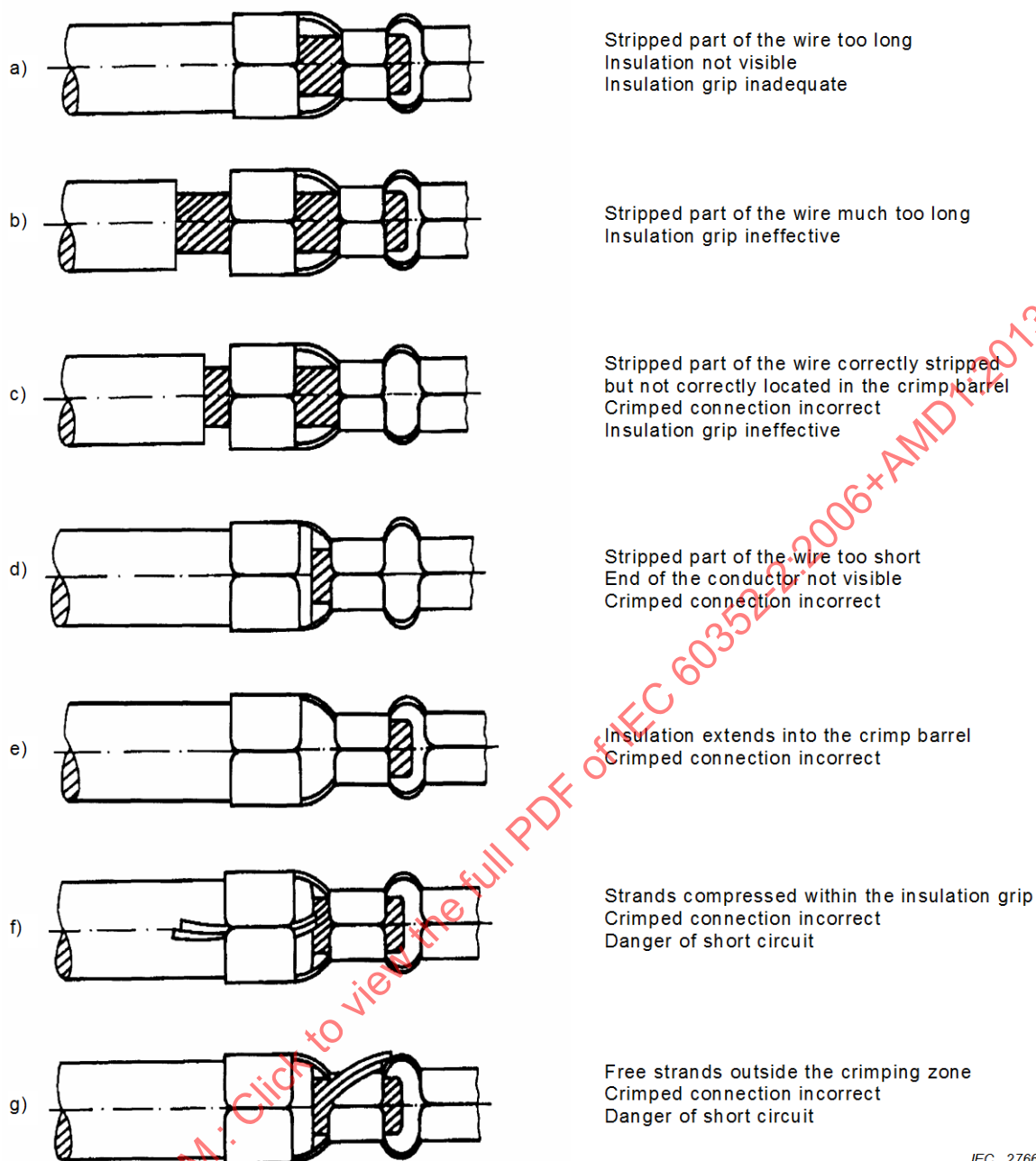


Figure 27 – Examples of correctly crimped connections with closed crimp barrels

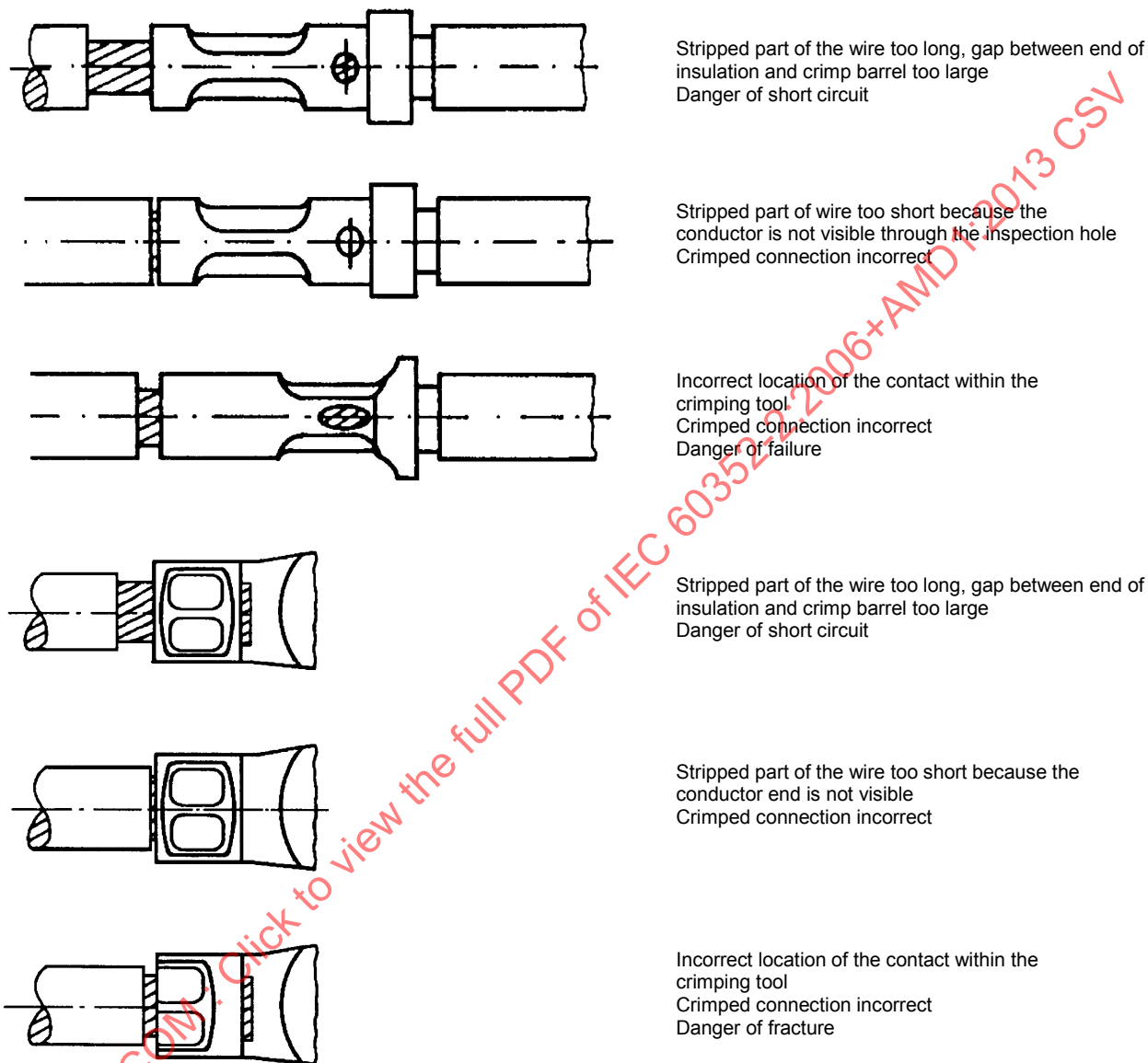
The crimped connections made with open crimp barrels shown in Figure 28 should be avoided and they shall not be used.



IEC 2766/05

Figure 28 – Examples of crimping faults with open crimp barrels, with insulation grip

The crimp connections made with closed crimped barrels shown in Figure 29 should be avoided and they shall not be used.



IEC 2767/05

Figure 29 – Examples of crimping faults with closed crimp barrels, without insulation grip

10.2 Crimped connections made with more than one wire in a crimp barrel

Normally, crimped connections are made with one wire in a crimp barrel; in some industries, the use of more than one wire is deprecated. Where crimped connections are made with more than one wire in a crimp barrel, attention should be paid to:

- the suitability of the wire combinations;
- the compatibility of the crimping part of the crimp barrel, the conductors to be crimped, and the crimping tool;

- the compatibility of the insulation grip, the wires to be secured, and that part of the crimping tool which forms the insulation grip, if applicable;
- the pull out force requirements of the crimped connection.

Where two or more wires are crimped, the mechanical and electrical tests should be performed on each wire in accordance with its requirements.

Crimped connections made with more than one wire in a crimp barrel shall be tested to, and meet the requirements of, the full test schedule of 5.3.3.

NOTE If sealed connectors (sealing at the wire entry side) are used, only one wire in the wire barrel is recommended.

10.3 Dimensions after crimping

The workmanship of the crimped connection should be good. The crimp barrel should not be bent, twisted or deformed by the crimping operation in a way likely to give rise to doubts about the quality of the connection.

10.4 Materials

Care should be taken when selecting the materials and finishes for conductors and crimp barrels to ensure that they are as close as practicable in the electrogalvanic series of metals.

The quality of a crimped connection depends to a high degree on the condition of the surface materials and the quality of both the barrel and the conductor.

In general practice, it is desirable to have comparable deformation in both the conductor and the crimp barrel. This may be facilitated by avoiding combinations of very hard and very soft base materials.

11 Crimping process

11.1 Crimping of contacts with open crimp barrel

Contacts in strip form (side or length feed products) are usually delivered on reels. These contacts should be processed by fully or semi-automatic crimping machines.

11.2 Crimping of contacts with open crimp barrel, loose piece contacts

For small production rates or repair, loose piece contacts can be ordered. These contacts are produced from strip form types and the cut-off tabs have the correct length. The open crimp barrel, as well as the barrel for the insulation grip, is often preformed for better crimping with hand-operated tools.

Attention – It is not recommended to make loose piece contacts by cutting with pliers from strip form products; usually contacts in strip form and loose piece types have different part numbers.

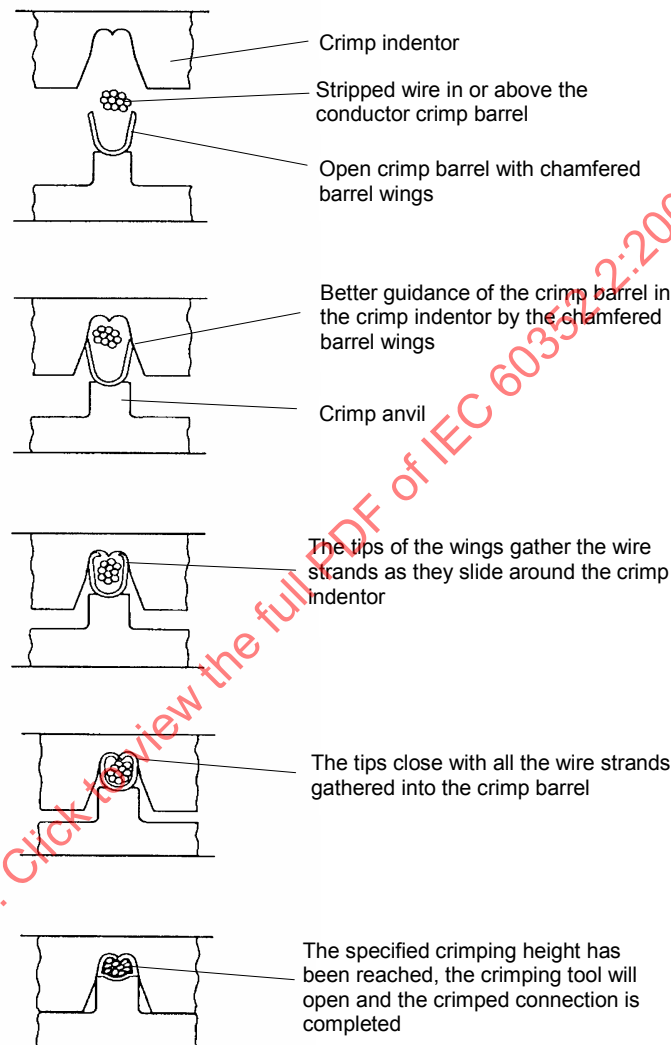
11.3 Processing instruction

For the processing of crimp contacts, attention should be paid to the manufacturer's instructions. These should include the following information:

- workmanship;
- allocation of contacts to the crimp profile of the hand-operated crimping tool (with more than one crimp profile);
- allocation of contacts in strip form to the tool of the crimping machine;
- wire range for which the contact can be used;
- range of wire insulation diameters appropriate for the contact;

- positioning of the contact into the crimping profile of the hand-operated tool;
- stripping length of the wire;
- positioning of the stripped wire into the crimp barrel;
- information about crimp height or depth for 4 or 8 indent crimps used for screw-machined contacts;
- inspection procedure for the crimping tool;
- maintenance of the crimping tool.

Figure 30 shows the crimping process of an open crimp barrel.



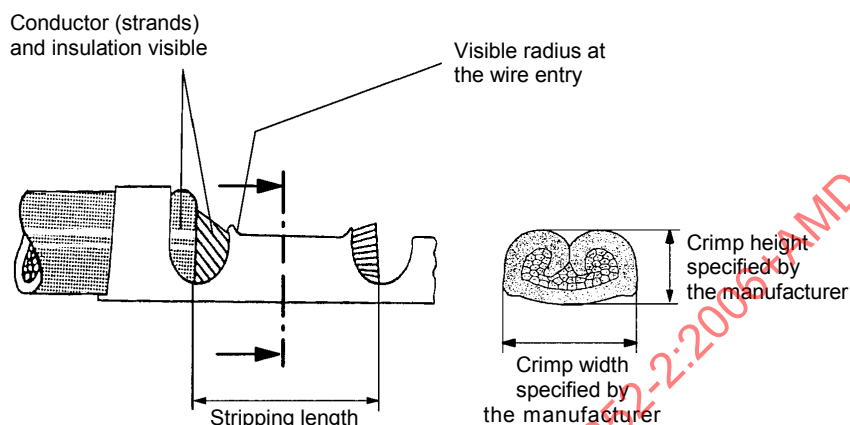
IEC 2768/05

Figure 30 – Crimping process of an open crimp barrel

12 Correct crimped connections (additional information)

12.1 Correct crimped connections of contacts with an open crimp barrel

Figure 31 shows the side view and cross-section of the crimp area of a correctly crimped connection.



IEC 2769/05

NOTE As rule of thumb: stripping length = length of crimp barrel + 1 mm (up to 1 mm²);
length of crimp barrel + 2 mm (up to 10 mm²).

Figure 31 – Correct crimped connections of contacts with open crimp barrel

To achieve the result shown in Figure 31, attention should be paid to the following:

- the relation between the conductor cross-section and the wire range of the contact used is correct;
- the specified crimping height is respected;
- the conductor strands and wire insulation are visible between the crimped barrel and the insulation grip;
- there is a radius visible at the wire entry side of the crimped barrel (bell mouth), to prevent damaging of the conductor strands; a radius at the opposite side is possible;
- the end of the crimped conductor protrudes from the end of the crimp barrel. The mating or termination area shall not be hindered;
- the wire insulation grip is correct;
- crimped contacts without insulation grip have a sufficient, but not too large distance, between the end of the wire insulation and the crimp barrel.

12.2 Measuring of crimp height/depth

12.2.1 General

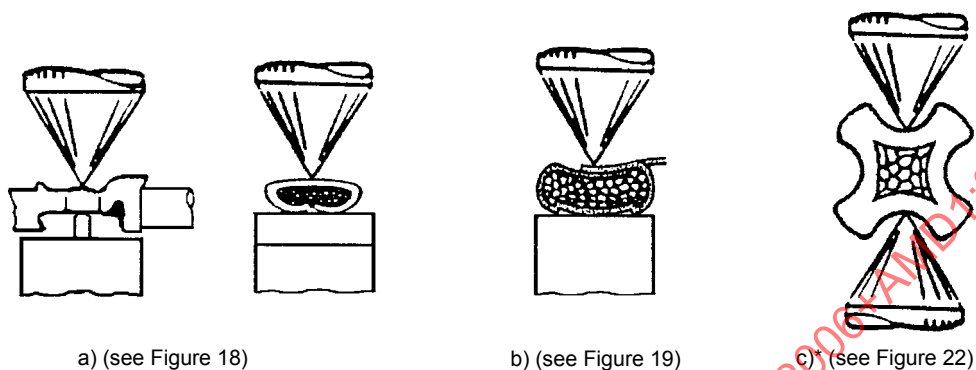
For a non-destructive test of crimped connections, the specified crimp height should be monitored by a micrometer during the course of production. The crimp height is directly associated with the quality and the long-term stability of a crimped connection; consequently, the electrical characteristics and the mechanical strength of the crimped connection are directly affected.

The replacement of worn parts within the crimping tool requires new adjustment of the crimp height.

The values for crimp heights or depths shall be provided by the manufacturer.

12.2.2 Measuring instructions

For examples of the measurement of crimp height/depth, see Figure 32.



IEC 2770/05

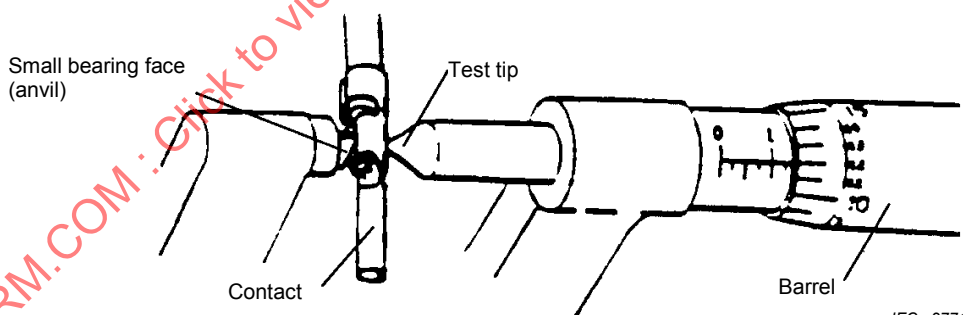
* For the measurement of this crimped connection, a micrometer with two test tips should be used.

NOTE The crimp height/depth of hand-operated crimping tools may be monitored by gauges. The tool manufacturer's instructions should be followed.

Figure 32 – Measuring instructions

12.2.3 Measuring process

Figure 33 shows how to measure the crimp height of a type a) crimped connection shown in Figure 32.



IEC 2771/05

Figure 33 – Measuring process

The formed area of the crimped connection should be placed on the anvil of the micrometer. After that, the scale barrel is turned until the test tip nearly touches the base of the crimped barrel. By turning the ratchet, the test tip will be put in contact with the base of the crimped barrel until the ratchet overwinds. This procedure guarantees that the crimping height is always measured with the same pressure. The value is then read from the scale.

12.3 Insulation grip

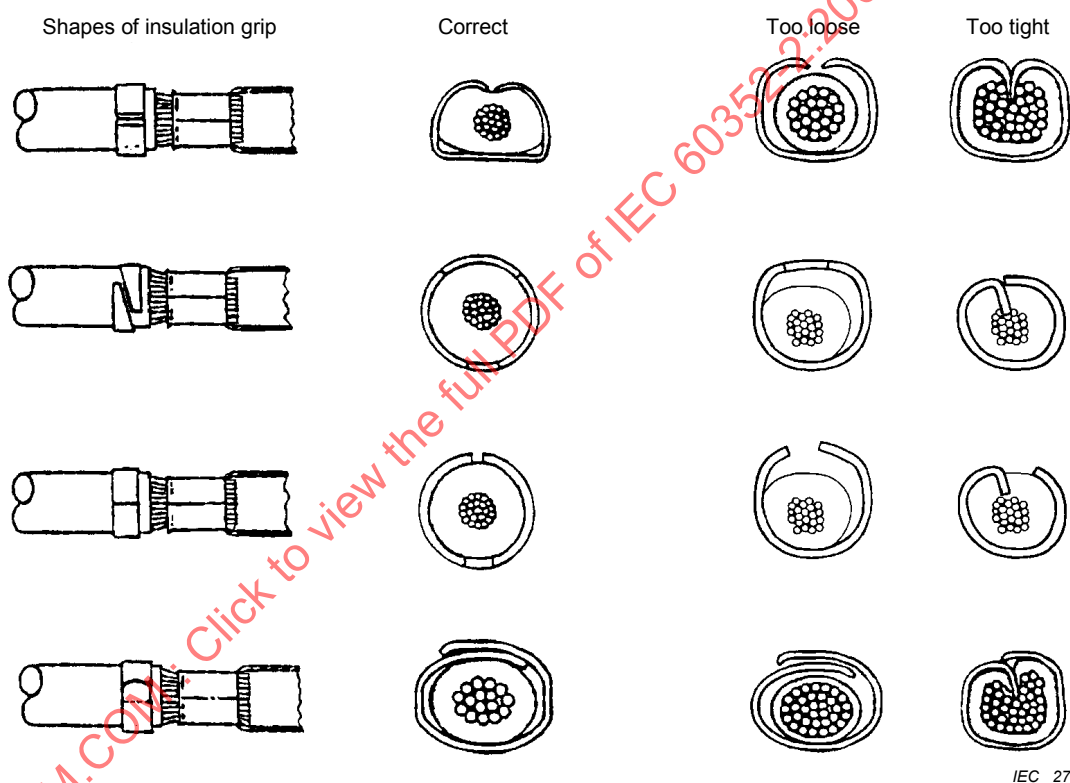
In addition to the conductor crimp barrel, most contacts have claws for the insulation grip. The object of these claws is to absorb mechanical stress effects which can come from the direction of the wire bundle/cable. This is particularly valid for vibration and bending stress.

The insulation grip never functions as a cable clamp. The insulation grip should tightly clamp but not pierce through the insulation (see Figure 34).

NOTE Stating a crimp height for the insulation grip is not usual. For requirements and tests, see 5.2.2.2 and test 16h of IEC 60512.

Contacts with open crimp barrels with insulation grip are usually designed for one wire; the crimping of more than one wire, insulation grip included, requires special care which should be agreed with the manufacturer (see 10.2).

Figure 34 shows examples of insulation grip shapes of contacts having open crimp barrels; furthermore, correct, too loose, and too tight insulation grips are shown.



IEC 2772/05

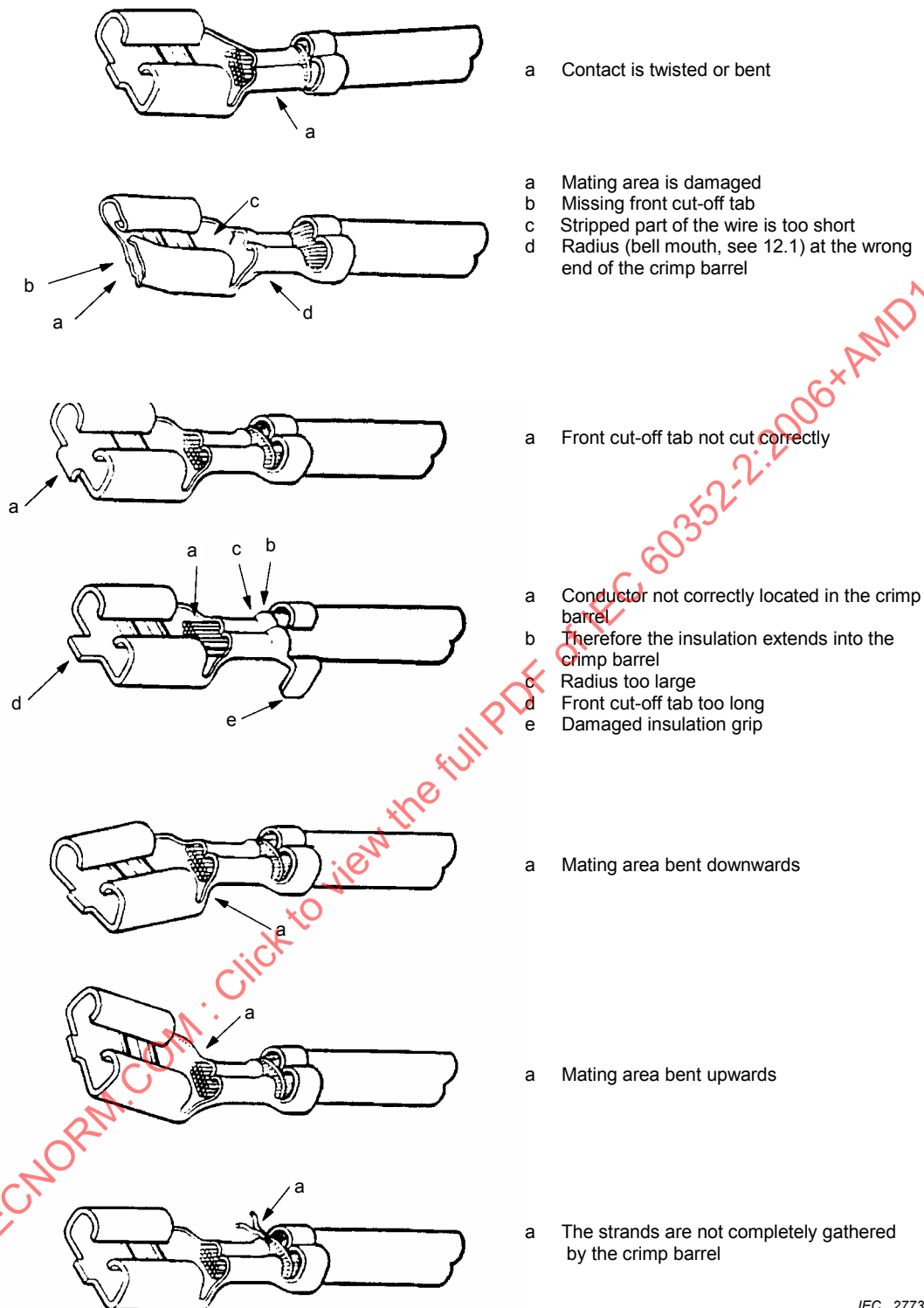
Figure 34 – Examples of insulation grips

13 Faults with crimped contacts having open barrels

Faults with crimped contacts are shown in Figures 35a) and 35b); these faults are often caused by:

- inappropriate handling;
- incorrect adjustment of the crimping tool/machine;
- incorrect crimping tool/machine;
- incorrect storage before and after crimping, etc.

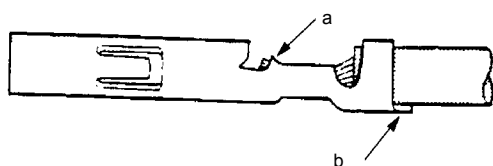
Crimped contacts having these faults should be rejected by the quality control.



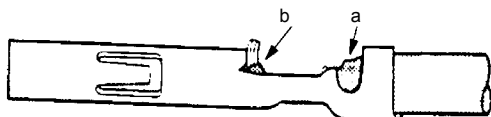
IEC 2773/05

NOTE After crimping the contacts, the wire bundles/cables should be handled carefully.

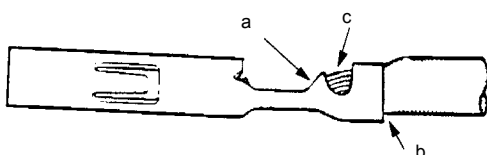
**Figure 35a) – Examples of faults with crimped contacts –
End feed contacts (length feed contacts)**



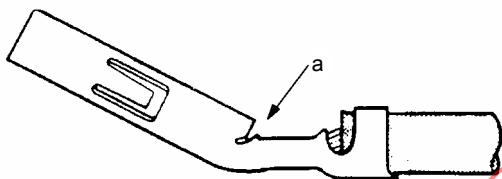
- a Radius on the wrong side of the crimp barrel because of incorrectly mounted crimp indenter
- b Cut-off tab too long due to wrong location of the strip guide plate in the tooling



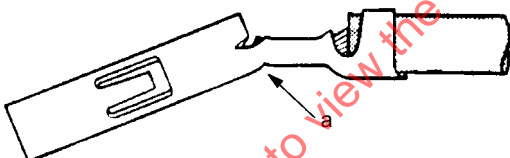
- a The conductor is not correctly located in the crimp barrel
- b Therefore, the wire end is too long and the insulation extends into the crimp barrel
Cause: missing wire stop or stop in the wrong position



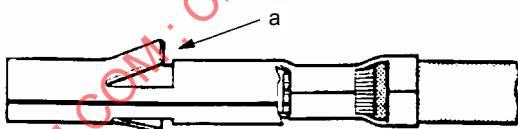
- a Radius too large
- b Missing cut-off tab
- c Conductor not deep enough within the crimp barrel
Cause: wrong location of the strip guide plate



- a Contact bent upwards
Cause: wrong adjustment of the hold-down of the tooling



- a Contact bent downwards
Cause: damaged or wrong tool



- a Contact twisted
Cause: strip feed at the tool is incorrect

IEC 2774/05

NOTE After crimping the contacts, the wire bundles/cables should be handled carefully. Damage to the contacts and in particular deformation of the retention springs during transport and storage should be avoided.

Figure 35b) – Examples of faults with crimped contacts – Side feed contacts

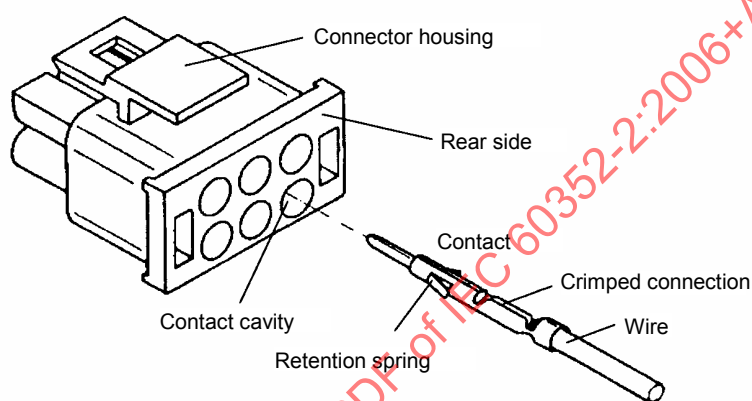
Figure 35 – Examples of faults with crimped contacts

14 General information about crimp type contacts as part of a multipole connector

14.1 Insertion of crimped contacts into the contact cavities of the connector housing

These crimped contacts should be absolutely straight and, without the use of extreme force, inserted in one operation into the contact cavities until a "click" is audible. The correct locking of the contact should be tested by a gentle pull on the wire. Misalignment of the crimped contacts should be avoided because of possible bending of the retention springs, and therefore impaired contact retention in the contact cavity.

Figure 36 shows the correct insertion of a crimped contact into the cavity of the connector housing.



NOTE For wires with small conductor cross-sections ($< 0,35 \text{ mm}^2$) or specific applications, the insertion tools specified by the manufacturer should be used for contact insertion.

Figure 36 – Insertion of crimped contacts into contact cavities

14.2 Removal of inserted contacts

In the case of wrong loading or change of the wiring, inserted contacts can only be removed from the cavity with the contact removal tools specified by the manufacturer.

14.3 Mounting and bending of wire bundles/cables with crimped contacts

Wire bundles/cables with crimped contacts for multipole connectors should not stress the inserted contacts by their own weight, because of the existing danger of inclination of the contacts in the mating area of the connectors. This can be the reason for contact damage during the mating of both connector halves.

Thus, the connectors should have a cable clamp, or the wire bundles/cables should be mounted as shown in Figure 37.

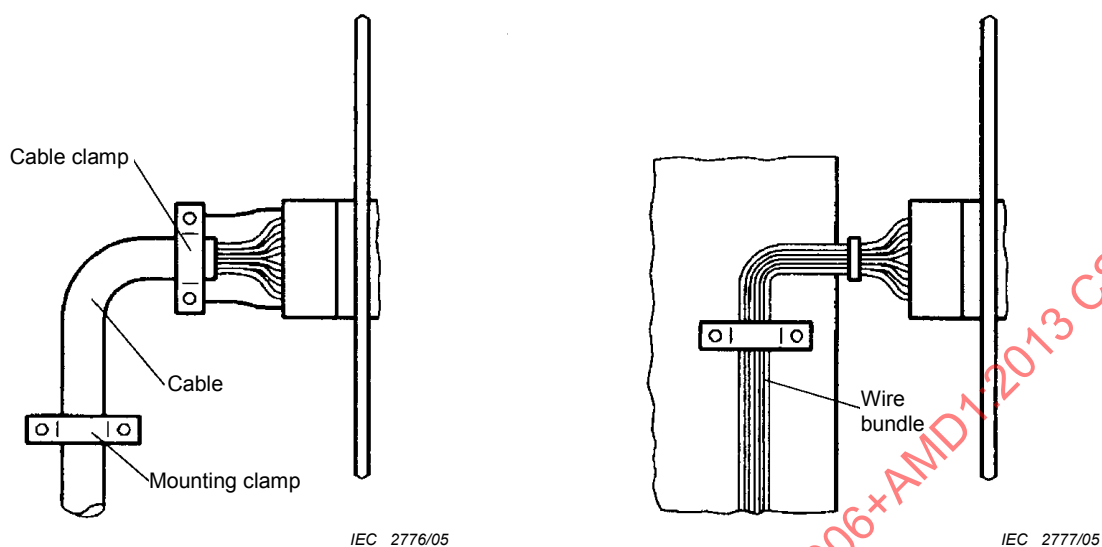


Figure 37 – Mounting of wire bundles/cables with crimped contacts

If wire bundles/cables with crimped contacts have to be bent directly at the termination side of the connectors, no mechanical stress effects should take place in a direction transverse to the engaged contacts.

Figure 38 shows a correct bending and fastening of wire bundles with crimp contacts.

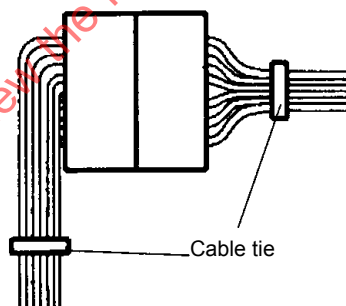
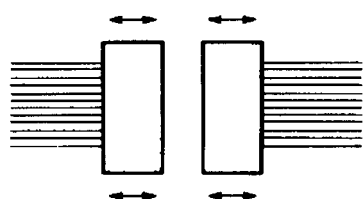


Figure 38 – Bending of wire bundles of connectors

NOTE To avoid unnecessary stress on contacts, wire/wire bundles should not be bent immediately after rear face of a connector housing.

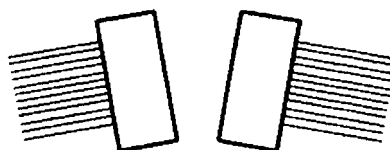
14.4 Mating and unmating of multipole connectors with crimped contacts

To avoid stress on the inserted contacts, the connectors should be mated and unmated in an axial direction, without pushing or pulling the wire bundles/cables. See Figure 39.



IEC 2779/05

Correct mating and unmating



IEC 2780/05

Wrong mating and unmating

Figure 39 – Mating and unmating of multipole connectors

15 Final remarks

Attention should be paid to the manufacturer's documentation (detail, product, application specifications, instruction sheets, etc.), which should include information about the number of operations, contact retention, mating and unmating forces, current rating, maximum temperatures, instructions about the crimping tools, etc. Usually, this information is available on request from the contact/connector manufacturer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-2:2006+AMD1:2013 CSV

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-2:2006+AMD1:2013 CSV

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	61
INTRODUCTION.....	63
1 Domaine d'application et objet.....	64
2 Références normatives.....	64
3 Termes et définitions	65
4 Exigences	67
4.1 Exécution	67
4.2 Outils	67
4.3 Fûts à sertir.....	67
4.4 Fils.....	68
4.5 Connexions serties.....	68
5 Essais	69
5.1 Essais	69
5.2 Méthodes et exigences d'essai	70
5.3 Programmes d'essais	79
6 Guide pratique pour les connexions serties	90
6.1 Avantages des connexions serties.....	90
6.2 Courant limite admissible	90
7 Informations sur les outils.....	91
8 Informations sur les fûts à sertir	91
8.1 Généralités.....	91
8.2 Matériaux	93
8.3 Finitions de surface	93
8.4 Formes des connexions serties	93
9 Informations sur les fils	96
9.1 Généralités.....	96
9.2 Matériaux	96
9.3 Finitions de surface	96
9.4 Information sur le dénudage	97
10 Informations sur les connexions	99
10.1 Généralités.....	99
10.2 Connexions serties réalisées avec plus d'un fil dans le fût.....	103
10.3 Dimensions après sertissage.....	103
10.4 Matériaux	103
11 Procédé de sertissage	103
11.1 Sertissage des contacts sur les fûts ouverts	103
11.2 Sertissage des contacts sur les fûts ouverts, en vrac	103
11.3 Instructions pour l'opération	104
12 Connexions serties correctes (informations complémentaires).....	105
12.1 Connexions serties correctes sur contacts à fût ouvert	105
12.2 Méthode de mesure de la hauteur ou profondeur de sertissage	105
12.3 Frettage d'isolant	107
13 Défauts sur contact sertis à fût ouvert	107
14 Informations générales sur les contacts sertis des connecteurs multipolaires	110

14.1 Insertion des contacts sertis dans les alvéoles de contact du boîtier de connecteur	110
14.2 Extraction des contacts insérés	110
14.3 Montage et cambrage des faisceaux de fils ou câbles de contacts sertis	110
14.4 Accouplement et désaccouplement des connecteurs multipolaires avec des contacts sertis	111
15 Remarques finales	112

Figure 1 – Fût ouvert	65
Figure 2 – Fûts fermés	65
Figure 3 – Fût à sertir préisolé	66
Figure 4 – Zones de sertissage	66
Figure 5 – Montage d'essai pour la mesure de la résistance de contact	71
Figure 6 – Résistance de contact R_C des connexions serties avec fûts en cuivre et conducteur en cuivre ($K = 1$)	73
Figure 7 – Exemples de montages d'essais	76
Figure 8 – Courant d'essai pour les connexions serties	78
Figure 9 – Exemples de spécimens de type A	79
Figure 10 – Exemples de spécimens de type B	80
Figure 11 – Exemple de spécimen de type C	80
Figure 12 – Exemples de spécimens de type D	81
Figure 13 – Exemple de spécimen de type E	81
Figure 14 – Programme d'essais de base (voir 5.3.2)	88
Figure 15 – Programme d'essais complet (voir 5.3.3)	89
Figure 16 – Fûts ouverts	92
Figure 17 – Fûts fermés	93
Figure 18 – Forme de sertissage dans l'axe du fil	94
Figure 19 – Forme de sertissage perpendiculaire à l'axe du fil	94
Figure 20 – Forme de sertissage sans frettage d'isolant	95
Figure 21 – Forme de sertissage avec fût préisolé	95
Figure 22 – Forme de sertissage sans fût préisolé	96
Figure 23 – Longueur de dénudage	97
Figure 24 – Fil correctement dénudé	97
Figure 25 – Exemples de défauts de dénudage	98
Figure 26 – Exemples de connexions correctement serties à fût ouvert	99
Figure 27 – Exemples de connexions correctement serties à fût fermé	100
Figure 28 – Exemples de défauts de sertissage de fûts ouverts avec frettage d'isolant	101
Figure 29 – Exemples de défauts de sertissage de fûts fermés sans frettage d'isolant	102
Figure 30 – Procédé de sertissage d'un fût ouvert	104
Figure 31 – Connexions serties correctes sur contacts à fût ouvert	105
Figure 32 – Instructions de mesure	106
Figure 33 – Méthode de mesure	106
Figure 34 – Exemples de frettage d'isolant	107
Figure 35 – Exemples de défauts de contacts sertis	109

Figure 36 – Insertion des contacts sertis dans leurs alvéoles	110
Figure 37 – Montage des faisceaux de fils et câbles avec contacts sertis	111
Figure 38 – Pliage de faisceau de fils de connecteurs.....	111
Figure 39 – Accouplement et désaccouplement de connecteurs multipolaires	112

Tableau 1 – Résistance à la traction des connexions serties.....	70
Tableau 2 – Exemple d'autres matériaux	74
Tableau 3 – Nombre de spécimens	82
Tableau 4 – Groupe d'essais P1	83
Tableau 5 – Groupe d'essais P2	83
Tableau 6 – Groupe d'essais P3	83
Tableau 7 – Groupe d'essais P4	84
Tableau 8 – Groupe d'essais A	84
Tableau 9 – Groupe d'essais B	85
Tableau 10 – Groupe d'essais C	85
Tableau 11 – Groupe d'essais D	85
Tableau 12 – Groupe d'essais E	86
Tableau 13 – Groupe d'essais F	86
Tableau 14 – Groupe d'essais G	87

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-2:2006+AMD1:2013 CSV

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONNEXIONS SANS SOUDURE –

**Partie 2: Connexions serties –
Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique**

AVANT-PROPOS

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

Cette version consolidée de la CEI 60352-2 comprend la deuxième édition (2006) [documents 48B/1584/FDIS et 48B/1617/RVD] et son amendement 1 (2013) [documents 848B/2340/FDIS et 48B/2348/RVD]. Elle porte le numéro d'édition 2.1.

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions sont barrées.

La Norme internationale CEI 60352-2 a été établie par le sous-comité 48B: Connecteurs, du comité d'études 48 de la CEI: Composants électromécaniques et structures mécaniques pour équipements électroniques.

La présente édition comprend les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Le contenu des articles a été remanié, par exemple les anciens articles 5, 6, 7, 8 et 9 sont maintenant incorporés dans le nouvel article 4, Exigences.
- b) Paragraphe 4.3.1, les exigences de dureté Vickers pour les matériaux pour les fûts à sertir ont été modifiées en des exigences de résistance à la traction plus appropriées et les exigences ont été étendues à d'autres matériaux s'ils ont des caractéristiques convenables.
- c) Paragraphe 4.3.3, pour les finitions de surface l'étain-plomb a été remplacé par de l'alliage d'étain afin d'être en conformité avec la législation ROHS. D'autres matériaux tels que le Nickel peuvent être utilisés pourvu que leur applicabilité ait été prouvée.
- d) Paragraphe 5.1.4, un temps de reprise a été ajouté.
- e) Tableau 2, l'exemple relatif aux autres matériaux a été abrégé.
- f) Paragraphe 5.2.4.5 et Figure 7, pour l'essai de charge en courant cyclique, la longueur la longueur du fil entre deux spécimens a été modifiée en "minimum de 150 mm".
- g) Paragraphe 5.2.4.6 l'essai de "sertissage à basse température" a été indiqué "à l'étude".
- h) Le paragraphe 15.4 de l'amendement 1 à la CEI 60352-2 (1996-11) a été supprimé afin de donner plus de liberté aux ingénieurs de conception; en effet les dimensions indiquées ne sont pas largement utilisées; seule une minorité de produits dans la plupart des cas anciens correspondaient à ces dimensions.

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

La CEI 60352 comporte les parties suivantes sous le titre général *Connexions sans soudure*:

- Partie 1: Connexions enroulées – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique
- Partie 2: Connexions serties – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique
- Partie 3: Connexions autodénudantes accessibles sans soudure – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique
- Partie 4: Connexions autodénudantes, non accessibles sans soudure – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique
- Partie 5: Connexions insérées à force – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique
- Partie 6: Connexions à percement d'isolant – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique
- Partie 7: Connexions à ressort – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique

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

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

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

INTRODUCTION

La CEI 60352-2 contient des exigences, des méthodes d'essai et un guide pratique. Deux programmes d'essais sont proposés: un programme d'essais de base qui s'applique aux connexions serties sans soudure qui sont conformes à toutes les exigences données à l'Article 4 et un programme d'essais complet qui s'applique aux connexions serties sans soudure qui ne sont pas totalement conformes à toutes les exigences, par exemple celles qui sont réalisées avec des fils monobrins, des matériaux différents, etc.

Le guide CEI 109 plaide en faveur de la nécessité de réduire l'impact d'un produit sur son environnement naturel tout au long de son cycle de vie. Il est entendu que certains matériaux autorisés par la présente norme peuvent avoir un impact négatif sur l'environnement. Au fur et à mesure que les avancées technologiques aboutissent à des alternatives acceptables pour ces matériaux, ceux-ci seront éliminés de la norme.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-2:2006+AMD1:2013 CSV

CONNEXIONS SANS SOUDURE –

Partie 2: Connexions serties – Exigences générales, méthodes d'essai et guide pratique

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60352 est applicable aux connexions serties sans soudure réalisées avec des fils multibrins dont la section est comprise entre 0,05 mm² et 10 mm² ou avec des fils monobrins dont le diamètre est compris entre 0,25 mm et 3,6 mm et aux fûts à sertir non isolés ou préisolés de conception appropriée destinés à l'utilisation dans les équipements de télécommunications et les dispositifs électroniques qui utilisent des techniques analogues.

Des informations sur les matériaux et des données émanant de l'expérience industrielle sont incluses en plus des procédures d'essai pour fournir des connexions électriquement stables dans les conditions d'environnement prescrites.

NOTE La présente partie de la CEI 60352 n'est pas destinée à être appliquée au sertissage des câbles coaxiaux.

La présente partie de la CEI 60352 a pour objet de déterminer la bonne adaptation des connexions serties sans soudure dans des conditions mécaniques, électriques et atmosphériques spécifiées et à fournir un moyen de comparaison des résultats d'essai lorsque les outils utilisés pour réaliser les connexions sont de conception ou de fabrication différente.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050(581):1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 581: Composants électromécaniques pour composants électroniques*

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

CEI 60189-3:1988, *Câbles et fils pour basses fréquences isolés au PVC et sous gaine de PVC – Troisième partie: Fils d'équipement en conducteurs simples, en paires et en tierces, à conducteur massif ou divisé, isolés au PVC*

CEI 60512 (toutes les parties), *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures*

CEI 60512-1-100:2001, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 1-100: Généralités – Publications applicables*

CEI 60760:1989, *Bornes plates à connexion rapide*
Amendement 1 (1993)

ISO 6892:1998, *Matériaux métalliques – Essais de traction à température ambiante*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 60050(581), de la CEI 60512-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

fût à sertir

fût pour conducteur conçu pour accepter un ou plusieurs conducteurs qui sont sertis à l'aide d'un outil à sertir

3.2

fût ouvert

fût à sertir de forme ouverte avant sertissage, par exemple en forme de U ou de V (voir Figure 1)

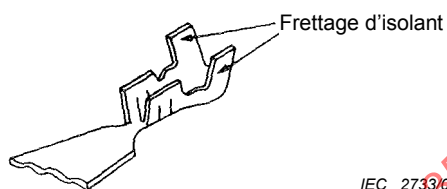


Figure 1 – Fût ouvert

3.3

fût fermé

fût à sertir de forme fermée avant sertissage (voir Figure 2)

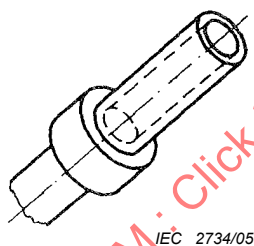


Figure 2a - Fût décollé

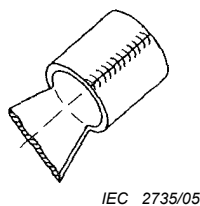


Figure 2b - Fût brasé/soudé

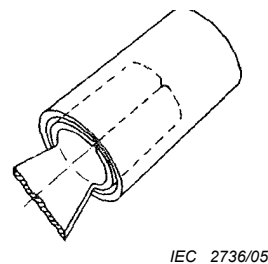


Figure 2c - Fût découpé/roulé

Figure 2 – Fûts fermés

3.4

fût à sertir préisolé

fût à sertir à couche inamovible d'isolant à travers laquelle le sertissage est réalisé (voir Figure 3)

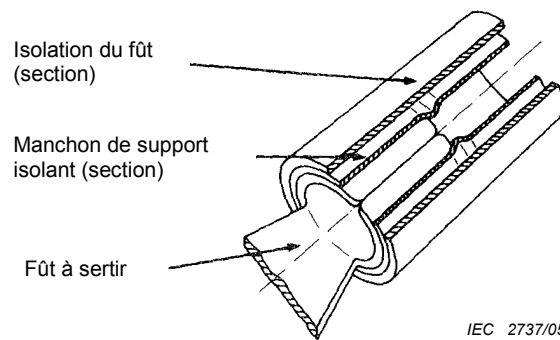


Figure 3 – Fût à sertir préisolé

3.5

zone de sertissage

partie d'un fût à sertir où la connexion sertie est réalisée par déformation sous l'action d'une pression ou modification de la forme du fût autour du conducteur (voir Figure 4)

NOTE Dans le cas où le fût à sertir comprend un frettage d'isolant, celui-ci a sa forme aussi modifiée par la pression de l'outil de sertissage pour maintenir l'isolant du fil.

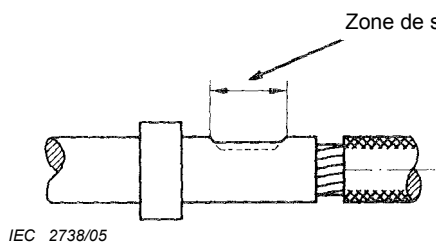


Figure 4a - Fût fermé

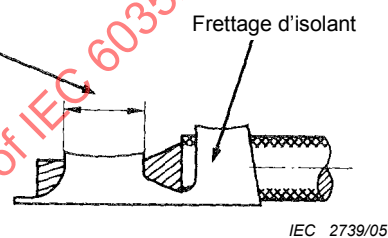
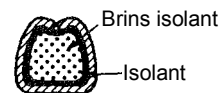
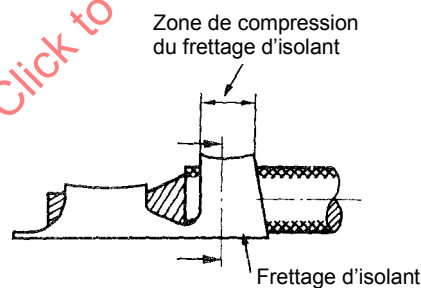


Figure 4b - Fût ouvert



IEC 2740/05

Figure 4c - Frettage d'isolant

Figure 4 – Zones de sertissage

3.6

matrice de sertissage

partie de l'outil de sertissage qui réalise le ou les sertissage(s) et qui comprend en général la ou les enclume(s) de sertissage, le ou les poinçon(s) de sertissage et le positionneur

NOTE Les matrices de sertissage peuvent avoir, intégrées ou rapportées, les pièces pour la compression du frettage d'isolant, si celui-ci est prévu.

4 Exigences

4.1 Exécution

La connexion doit être traitée avec soin et dans les règles de l'art, conformément aux bonnes pratiques en usage.

4.2 Outils

Les outils de sertissage doivent être utilisés et contrôlés conformément aux instructions données par le fabricant de l'outil.

L'outil de sertissage doit être capable d'effectuer des connexions uniformément fiables pendant sa vie utile.

L'outil de sertissage doit être équipé de matrices appropriées. Lorsque les matrices peuvent être ajustées, le réglage correspondant au fût qui va être serti doit être utilisé.

Les pinces à main de sertissage doivent être équipées d'un mécanisme contrôlant le cycle de sertissage complet.

Les outils automatiques de sertissage doivent être équipés d'un mécanisme contrôlant le cycle de sertissage complet ou d'une sécurité équivalente. Ils doivent être correctement réglés et ce réglage doit être maintenu.

Les outils sont évalués en essayant les connexions serties réalisées avec les outils à évaluer.

4.3 Fûts à sertir

4.3.1 Matériaux

Les fûts à sertir doivent être réalisés en cuivre ou alliage de cuivre avec une teneur en cuivre de 60 % au minimum.

La résistance à la traction minimale du matériau ne doit pas dépasser 600 MPa conformément à l'ISO 6892.

D'autres matériaux aux caractéristiques adaptées peuvent être utilisés, par exemple le nickel, l'acier, l'acier inoxydable. Les matériaux présentant un coefficient de résistivité élevé (valeurs K , voir 5.2.3.1) ou les matériaux dont la résistance à la traction est supérieure à celle indiquée ci-dessus peuvent ne pas être adaptés à certaines applications. Dans ces cas, le programme d'essais complet de 5.3.3 doit être utilisé (voir 5.1.1).

4.3.2 Dimensions

Les dimensions doivent être adaptées aux fils multibrins comme spécifié en 4.4.

4.3.3 Finitions de surface

Le fût à sertir doit être brut ou être recouvert d'étain, d'alliage d'étain, d'argent, d'or ou de palladium.

La surface doit être exempte de contamination et de corrosion. D'autres matériaux de revêtement tels que le nickel (à moins qu'ils ne soient utilisés comme un sous-placage) peuvent être utilisés à condition que leur aptitude ait été prouvée. Dans ces cas, le programme d'essais complet de 5.3.3 doit être utilisé (voir 5.1.1).

4.3.4 Caractéristiques de conception

Le fût à sertir doit être conçu de telle manière que la connexion sertie soit réalisée par déformation sous l'action d'une pression ou par modification de la forme du fût autour du conducteur dénudé.

NOTE Les techniques dans lesquelles la connexion est réalisée par des parties du fût pénétrant à travers l'isolant d'un conducteur isolé ne sont pas couvertes par cette norme.

Les types de fûts suivants doivent être utilisés;

- fûts ouverts, non isolés;
- fûts fermés, préisolés ou non isolés.

Les fûts à sertir doivent être exempts d'arêtes vives susceptibles d'endommager les conducteurs.

4.4 Fils

4.4.1 Généralités

Des conducteurs multibrins doivent être utilisés, des conducteurs monobrins circulaires d'un diamètre compris entre 0,25 mm et 3,6 mm peuvent être utilisés à condition que leur bonne adaptation ait été prouvée.

4.4.2 Matériaux

Du cuivre recuit ayant un allongement à la rupture d'au moins 10 % doit être utilisé.

4.4.3 Dimensions

La section du conducteur multibrins doit être comprise entre 0,05 mm² to 10 mm².

4.4.4 Finitions de surface

Des conducteurs bruts ou avec une finition en étain, en alliage d'étain ou en argent doivent être utilisés.

La surface doit être exempte de contamination et de corrosion.

4.4.5 Isolation

L'isolant doit pouvoir être enlevé facilement du conducteur sans modifier les caractéristiques physiques du conducteur ou les des brins, respectivement.

4.5 Connexions serties

La combinaison de l'outil, du fût et du fil doit être compatible.

Lorsque le fût à sertir comporte un support d'isolant ou un frettage d'isolant, le diamètre extérieur du fil et de l'isolant doit être compatible avec les dimensions du support ou du frettage.

Le fil doit être dénudé sur la longueur correcte. Les brins de la partie dénudée du conducteur ne doivent pas être endommagés, par exemple partiellement ou totalement rompus.

La partie dénudée du conducteur doit être propre et exempte de morceaux d'isolant.

L'assemblage des brins doit être correct. Si l'assemblage a été modifié, il peut être restauré par une légère torsion.

Le conducteur doit être placé correctement dans le fût, c'est à dire à la profondeur correcte. Cela doit être vérifié de la manière suivante:

- dans le cas de fûts ouverts ou fermés ayant un trou d'inspection, cela doit être vérifié visuellement;
- dans le cas des fûts fermés sans trou d'inspection, cela doit être mesuré (indirectement par la mesure de la profondeur d'insertion possible dans le fût, la longueur de dénudage du fil et la distance entre l'extrémité du fût et le début de l'isolant du fil).

Tous les brins du fil doivent être dans le fût. Il ne doit pas y avoir de brins endommagés.

Lorsque le fût à sertir comporte un support d'isolant ou un fretage d'isolant, l'isolant doit être correctement placé dans le support ou le fretage.

NOTE Pour les connexions serties faites sur plus d'un fil, voir 10.2.

5 Essais

5.1 Essais

5.1.1 Généralités

Comme cela est expliqué dans l'introduction, il existe deux programmes d'essais qui doivent être appliqués dans les conditions suivantes:

- les connexions serties qui sont conformes à toutes les exigences de l'Article 4 doivent être soumises aux essais du programme d'essais de base donné en 5.3.2 et en satisfaire les exigences;
- les connexions serties qui ne sont pas conformes à toutes les exigences de l'Article 4, par exemple celles qui sont faites avec des fils monobrins, en matériaux différents, etc. doivent être soumises aux essais du programme d'essais complet donné en 5.3.3 et en satisfaire les exigences.

NOTE Pour les connexions serties faites sur plus d'un fil, voir 10.2.

5.1.2 Conditions d'essais normalisées

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être exécutés dans les conditions normales d'essais spécifiées dans la CEI 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 concernant les résultats d'essai, l'essai doit être répété à l'une des conditions référencées dans la CEI 60068-1.

5.1.3 Préconditionnement

Lorsque cela est spécifié, la connexion doit être preconditionnée dans les conditions normales d'essai pendant 24 h conformément à la CEI 60512-1.

5.1.4 Reprise

Lorsque cela est spécifié, un temps de reprise de 1 h à 2 h doit être accordé au spécimen dans les conditions normales d'essai, après son conditionnement.

5.1.5 Montage du spécimen

Sauf spécification contraire, lorsque le montage est nécessaire dans un essai, les spécimens doivent être montés en utilisant la méthode normale de montage.

5.2 Méthodes et exigences d'essai

5.2.1 Examen général

Les essais doivent être réalisés conformément à l'essai 1a de la CEI 60512 et à l'essai 1b de la CEI 60512. L'essai d'examen visuel peut être réalisé avec un grossissement d'environ cinq fois.

Toutes les connexions serties doivent être examinées pour vérifier que les exigences applicables de 4.3 à 4.5 sont satisfaites.

5.2.2 Essais mécaniques

5.2.2.1 Résistance à la traction

L'essai doit être réalisé conformément à l'essai 16d de la CEI 60512.

Sauf spécification contraire du fabricant du fût (cosse), les valeurs minimales de la résistance à la traction données au Tableau 1 doivent être appliquées.

Tableau 1 – Résistance à la traction des connexions serties

Section du conducteur		Résistance à la traction
mm ²	AWG ^{a)}	N
0,05	30	6
0,08	28	11
0,12	26	15
0,14		18
0,22	24	28
0,25		32
0,32	22	40
0,5	20	60
0,75		85
0,82	18	90
1,0		108
1,3	16	135
1,5		150
2,1	14	200
2,5		230
3,3	12	275
4,0		310
5,3	10	355
6,0		360
8,4	8	370
10,0		380

NOTE Pour soumettre la connexion sertie à l'essai, les mêmes valeurs sont incluses dans la CEI 60760, Article 17 et dans la CEI 61210, Tableau 9.

^{a)} Pour information uniquement.

5.2.2.2 Efficacité du frettage de l'isolant du fil

L'essai doit être réalisé conformément à l'essai 16d de la CEI 60512.

Nombre de cycles d'enroulement: 2

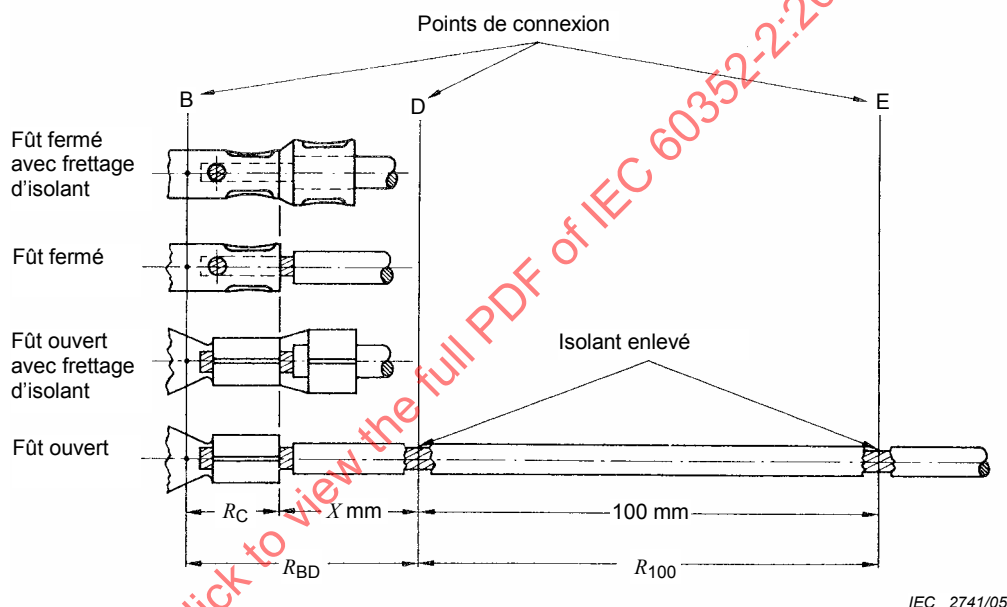
Tension à appliquer: Tension la plus faible nécessaire pour mettre le fil en contact avec le mandrin.

5.2.3 Essais électriques

5.2.3.1 Résistance de contact

L'essai doit être réalisé conformément à l'essai 2a de la CEI 60512, ou à l'essai 2b de la CEI 60512, comme stipulé dans la spécification particulière.

Un montage d'essai adapté est donné à la Figure 5.



$$R_C = R_{BD} - \frac{X}{100} \times R_{100}$$

où

R_C est la résistance de contact de la connexion sortie.

R_{BD} est la résistance mesurée entre les points de connexion B et D.

R_{100} est la distance mesurée sur une longueur de fil de 100 mm (D – E).

X est la distance entre le fût à sertir et le point de connexion D en mm.

NOTE Pour la distance X , une valeur entre 25 mm et 100 mm est recommandée.

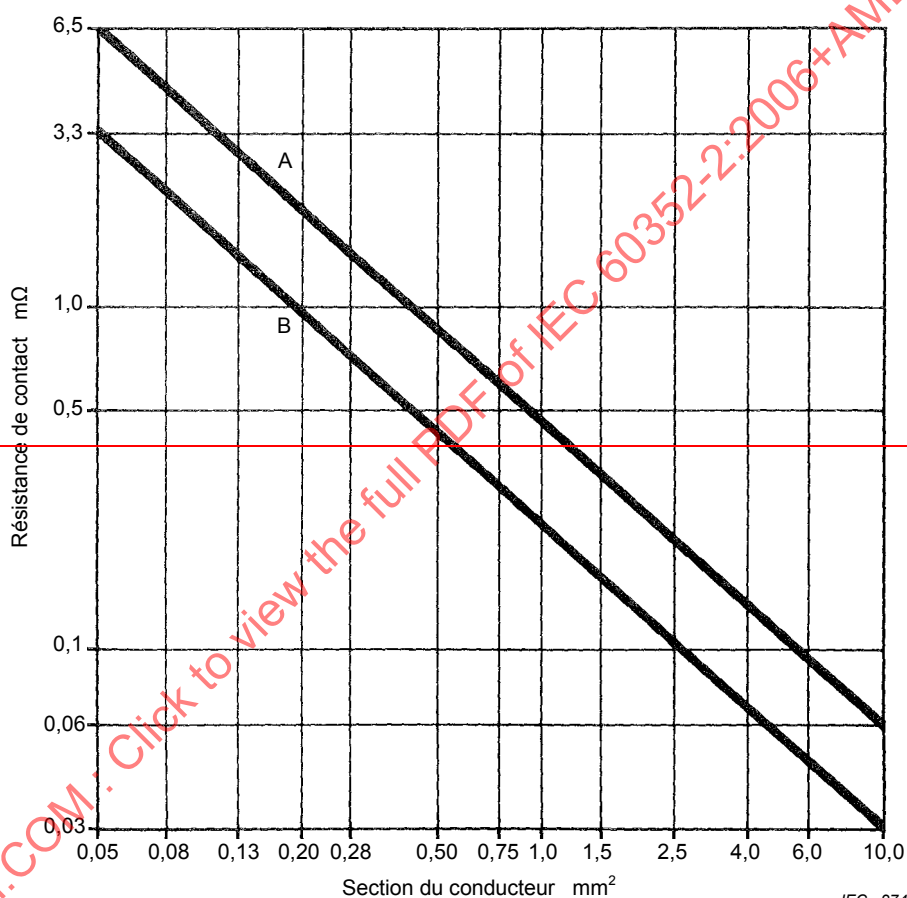
Figure 5 – Montage d'essai pour la mesure de la résistance de contact

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

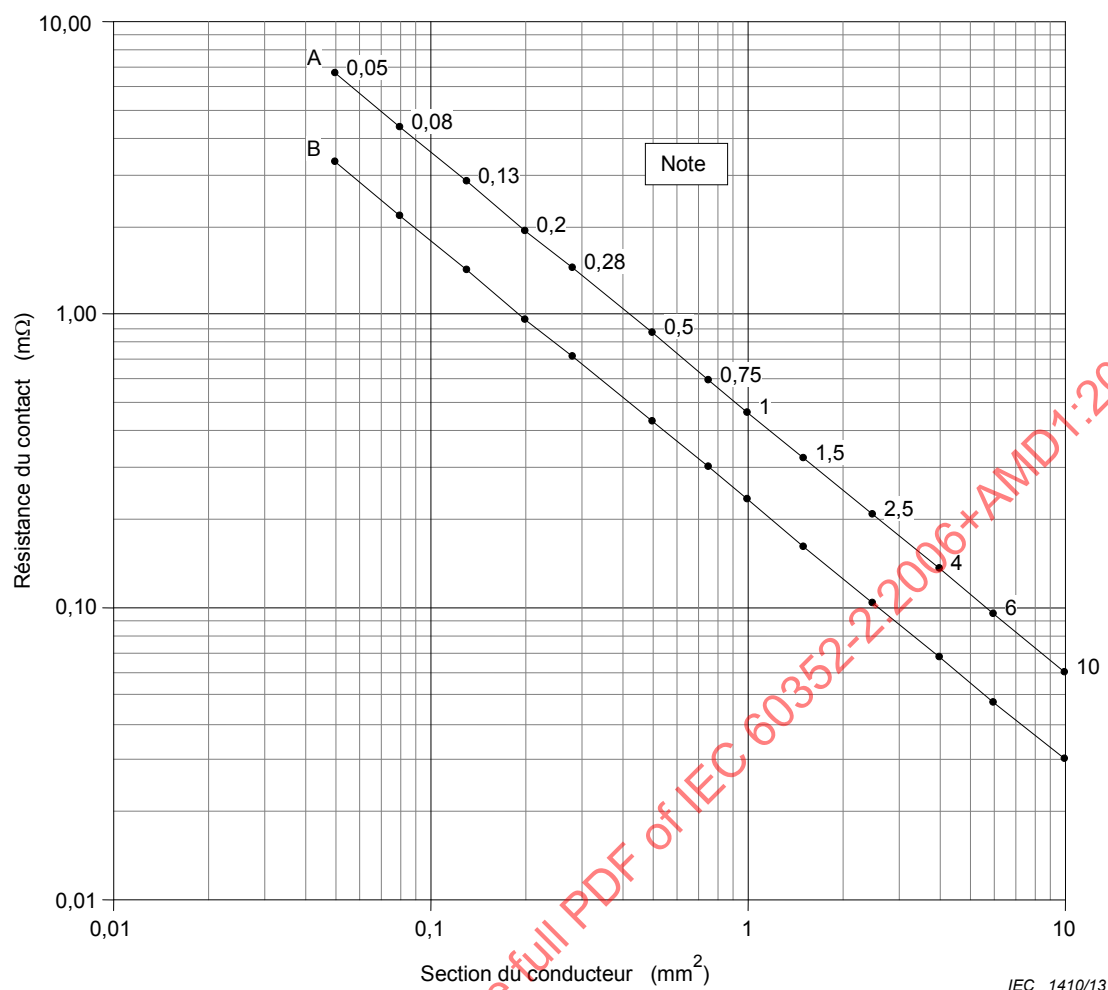
Pour obtenir des résultats d'essai fiables et reproductibles, un bon contact avec tous les brins du fil est nécessaire aux points de connexion. En plaçant le point de connexion D à une distance suffisamment éloignée de la connexion sertie, tout moyen assurant le bon contact qui est nécessaire avec tous les brins peut être utilisé.

Un dispositif d'essai adapté doit être utilisé pour assurer un bon contact au niveau de tous les points de connexion. Le dispositif d'essai doit garantir que les points de connexion sont situés à des distances fixes prédéterminées. Lorsque des sondes d'essai sont utilisées, elles doivent être suffisamment arrondies pour éviter d'endommager les brins du conducteur.

Lorsque l'essai 2b de la CEI 60512 est appliqué, le courant d'essai doit être de 1 A par mm² de section de conducteur. La durée d'application du courant d'essai doit être assez brève pour éviter l'échauffement des spécimens.



IEC 2742/05



Courbe A: Valeurs de la résistance de contact initiale, maximum.

Courbe B: Valeurs de la variation maximale de la résistance après conditionnement électrique ou climatique.

NOTE Les chiffres indiquent les sections transversales des conducteurs spécifiques en mm².

Les lignes pour la résistance de contact initiale maximum (A) et le changement maximum dans la résistance après le conditionnement électrique ou climatique (B) sont fondées sur les équations suivantes. Ces formules peuvent être utilisées à la place du graphique dans la Figure 6 pour déterminer la résistance initiale maximale autorisée et le changement de pré-conditionnement dans les valeurs de résistance.

$$A = 0,4596 \times C^{-0,8843}$$

$$B = A / 2$$

Où:

A est la valeur de la résistance initiale maximale autorisée, en milliohms (mΩ);

B est la valeur de la variation maximale autorisée, en milliohms (mΩ);

C est la section du conducteur, en mm².

Figure 6 – Résistance de contact R_c des connexions serties avec fûts en cuivre et conducteur en cuivre ($K = 1$)

La section à utiliser lorsqu'on applique la Figure 6 est la section calculée avec le nombre de brins et le diamètre nominal d'un brin.

Les valeurs de la résistance de contact initiale maximale (courbe A) et les valeurs de la variation maximale de résistance (courbe B) telles qu'elles sont présentées à la Figure 6

s'appliquent uniquement aux connexions serties réalisées avec des fûts à sertir selon 4.3 et aux conducteurs conformes à 4.4 et où $K = 1$.

Pour les matériaux de fût autres que le cuivre, les valeurs des deux courbes A et B doivent être multipliées par " K ", comme suit

$$K = \frac{\text{résistivité du matériau utilisé}}{\text{résistivité du cuivre}}$$

Le Tableau 2 donne les valeurs de résistivité et de K pour d'autres matériaux.

Tableau 2 – Exemple d'autres matériaux

Matériau	Résistivité $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	K
Cuivre recuit, 100,0 Cu	0,0172	1
Alliages cuivre-zinc (laitons)	0,030 à 0,061	1,74 à 3,55
- par exemple 70,0 Cu, 30,0 Zn	0,061	3,55
Alliages cuivre-étain (bronzes)	0,083 à 0,15	4,83 à 8,72
- par exemple 94,0 Cu, 6,0 Sn	0,11	6,40

La variation maximale de résistance permise doit être ajoutée à la mesure de la résistance initiale, et non à la limite initiale permise, c'est-à-dire que la résistance de contact maximale autorisée après conditionnement est égale à la mesure de la valeur initiale augmentée de la variation maximale permise donnée par la courbe B de la Figure 6 et corrigée par le facteur " K ", si cela est applicable.

NOTE Pour les connexions serties faites sur plus d'un fil, voir 10.2. Pour plus d'informations sur les fils, se reporter à la CEI 60189-3.

5.2.3.2 Tension de tenue (connexion sertie avec fûts préisolés de sertissage)

L'essai doit être réalisé conformément à l'essai 4c de la CEI 60512.

Tension de tenue: 1 500 V valeur efficace 45 Hz à 60 Hz sauf accord contraire entre l'utilisateur et le fabricant.

5.2.4 Essais climatiques

5.2.4.1 Généralités

Sauf spécification contraire, les températures de catégorie supérieure (Upper Category Temperature – UCT) et de catégorie inférieure (Lower Category Temperature – LCT) suivantes doivent être utilisées pour les essais suivants:

UCT : +125 °C (pour les fûts recouverts d'étain +100 °C).

LCT : –55 °C.

5.2.4.2 Variations rapides de températures

L'essai doit être réalisé conformément à l'essai 11d de la CEI 60512.

Les détails suivants doivent s'appliquer:

Basse température: T_A LCT

Haute température T_B UCT

Durée d'exposition: t_1 30 min

Nombre de cycles: 5

Cet essai n'a pas pour but d'examiner les caractéristiques de l'isolant du fil ni celui des fûts préisolés.

5.2.4.3 Chaleur sèche

L'essai doit être réalisé conformément à l'essai 11i de la CEI 60512.

Les détails suivants doivent s'appliquer:

Température d'essai: UCT

Durée d'essai: 96 h

Cet essai n'a pas pour but d'examiner les caractéristiques de l'isolant du fil.

5.2.4.4 Séquence climatique

L'essai doit être réalisé conformément à l'essai 11a de la CEI 60512.

Les détails suivants doivent s'appliquer:

- Chaleur sèche
température d'essai: UCT
- Chaleur humide, cyclique:
température supérieure: $+55\text{ °C}$
nombre de cycles: 6
variante 1 ou 2 à spécifier
- Froid:
température d'essai: LCT

Cet essai n'a pas pour but d'examiner les caractéristiques de l'isolant du fil ni de celui des fûts préisolés.

5.2.4.5 Charge en courant cyclique

L'essai doit être réalisé conformément à l'essai 9e de la CEI 60512.

Cet essai doit être réalisé en utilisant des spécimens de type D (voir 5.3.1.5).

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, les spécimens peuvent être connectés en série de manière à ce que le courant de charge soit appliqué simultanément à tous les spécimens en essai. Si la connexion en série est appliquée et que la conception le permet, des spécimens sertis aux deux extrémités peuvent être utilisés. Dans ce cas, la longueur du fil entre deux spécimens doit être au minimum de 150 mm. Pour éviter l'influence des puits thermiques, la chaîne des spécimens doit être tenue par les fils et il convient que les supports soient réalisés en matériau isolant à faible conductivité thermique. Lorsque la masse des terminaisons est telle qu'un support additionnel est nécessaire, les supports doivent aussi être dans un matériau isolant à faible conductivité thermique.

NOTE Lorsque la connexion sertie à essayer fait partie intégrante d'un composant, il convient de prendre les précautions nécessaires afin d'éviter que ce composant n'influence le résultat d'essai (par exemple puits thermique).

Des exemples sont donnés à la Figure et dans la CEI 60760.

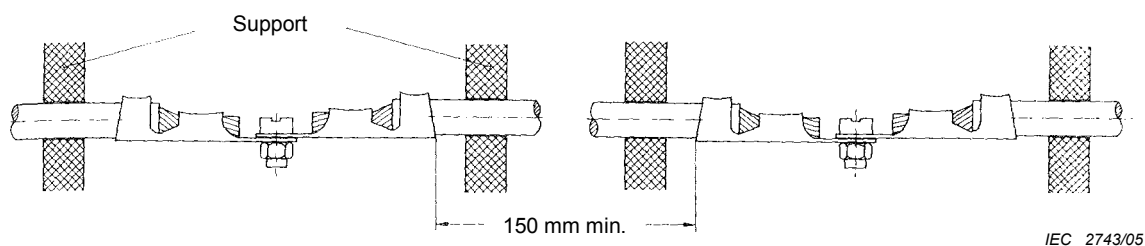


Figure 7a – Exemple de fûts à cosses à sertir

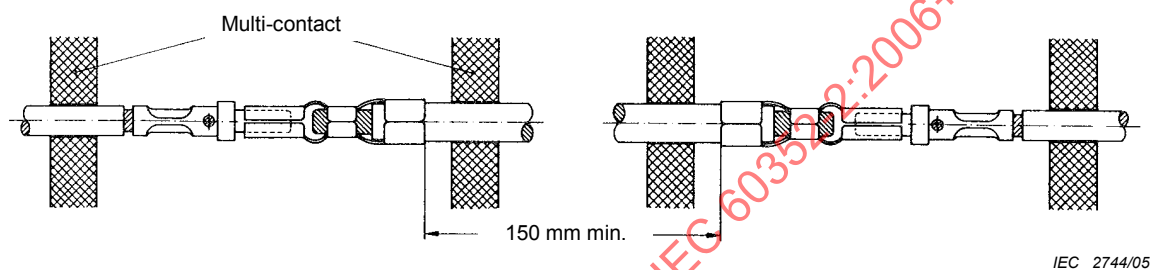


Figure 7b – Exemple de fûts à sertir avec contacts séparables

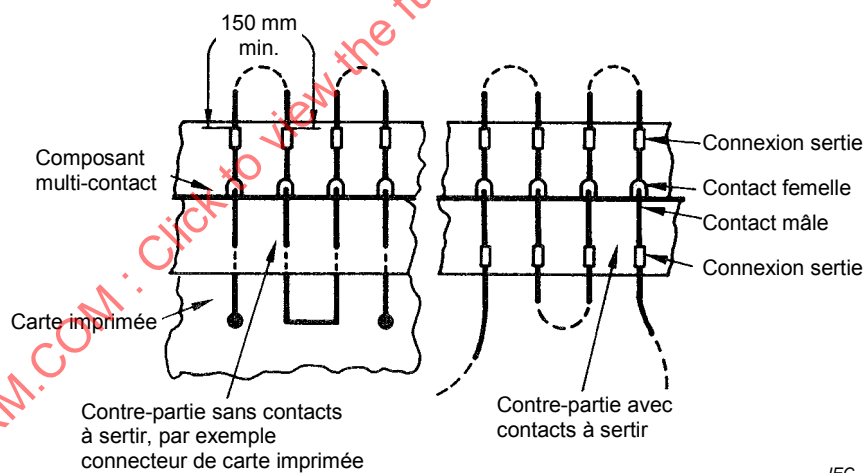


Figure 7c – Exemple de connexions serties avec contacts pour composant multi-contacts (par exemple bornier ou connecteur)

Figure 7 – Exemples de montages d'essais

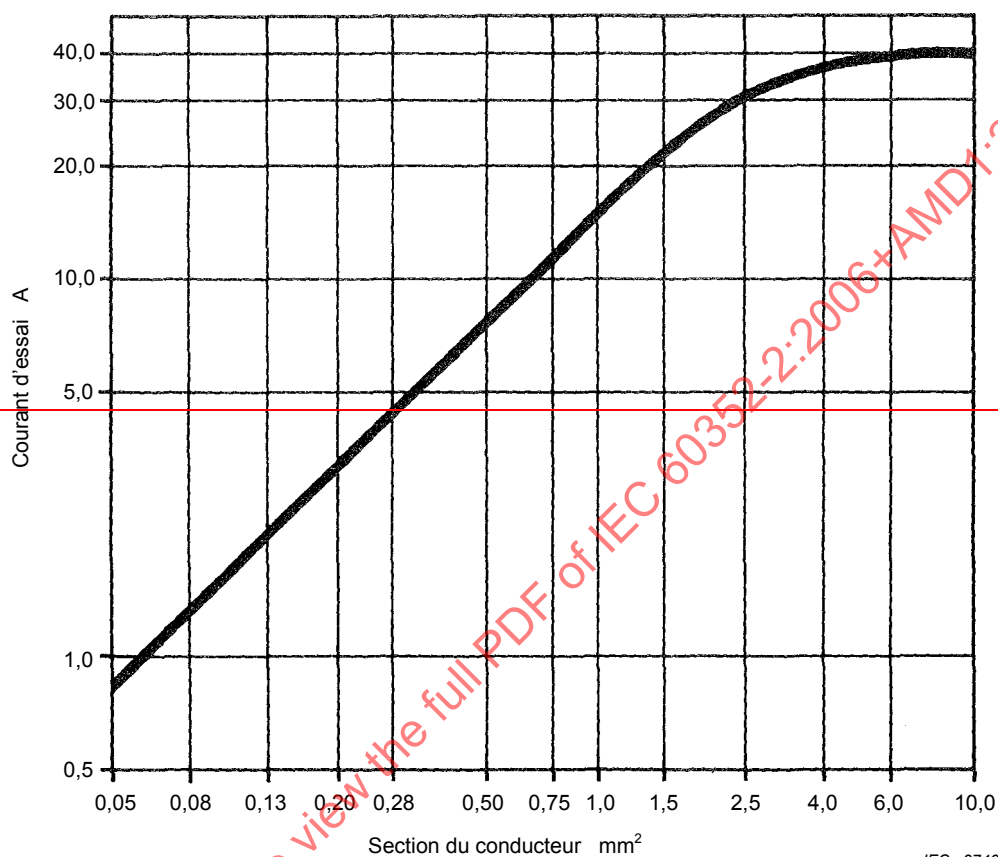
Le courant d'essai à appliquer est donné à la Figure 8.

La section à utiliser lorsqu'on applique la Figure 8 est la section calculée avec le nombre de brins et le diamètre nominal d'un brin.

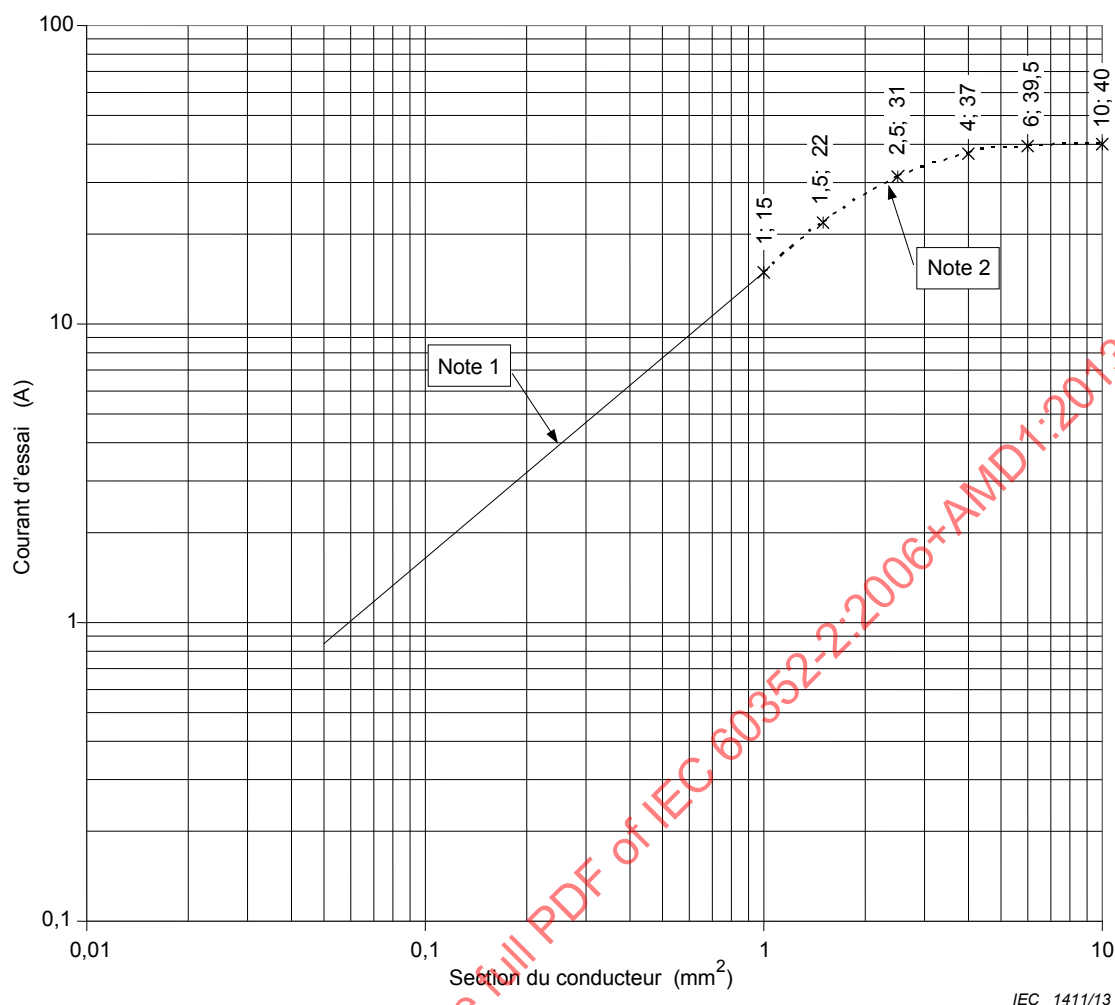
Les valeurs du courant d'essai de la Figure 8 s'appliquent seulement aux connexions serties réalisées avec des fûts à sertir conformes à 4.3 et aux conducteurs conformes à 4.4.

Sévérité d'essai: 20 ou 500 cycles.

NOTE Pour plus d'informations sur les fils, se reporter à la CEI 60189-3.



IEC 2746/05



NOTE 1 Courant d'essai = $15 \times C^{0,958}$ pour les sections du conducteur de 0,05 mm² à 1 mm², où C est la section du conducteur en mm².

NOTE 2 Références du courant d'essai pour les sections de conducteur supérieures à 1 mm².

Figure 8 – Courant d'essai pour les connexions serties

5.2.4.6 Sertissage à basse température (connexions serties à fûts préisolés)

A l'étude.

5.2.5 Essais divers

5.2.5.1 Résistance aux fluides des fûts préisolés de sertissage

Si cet essai est requis, il doit être réalisé conformément à l'essai 19a de la CEI 60512.

Cet essai ne doit être effectué qu'avec des fluides de nettoyage. Le fluide et la température d'essai doivent être indiqués dans la spécification particulière.

Tension de tenue: 1 500 V valeur efficace 45 Hz à 60 Hz

5.3 Programmes d'essais

5.3.1 Généralités

5.3.1.1 Généralités

Le nombre et les types requis de spécimens doivent être préparés avant les essais.

Lors des essais de connexions serties réalisées avec des fûts conçus pour accepter une gamme de sections de conducteur, tous les essais du programme d'essais applicable doivent être réalisés:

- avec le nombre spécifié de spécimens ayant la section maximale du conducteur et, en complément,
- avec le nombre spécifié de spécimens ayant la section minimale du conducteur.

Avant de préparer les spécimens, on doit vérifier que:

- les fûts à sertir et les fils corrects sont utilisés;
- l'outil à sertir correct est utilisé;
- l'outil fonctionne correctement;
- l'opérateur est capable de produire des connexions serties conformes à 4.5.

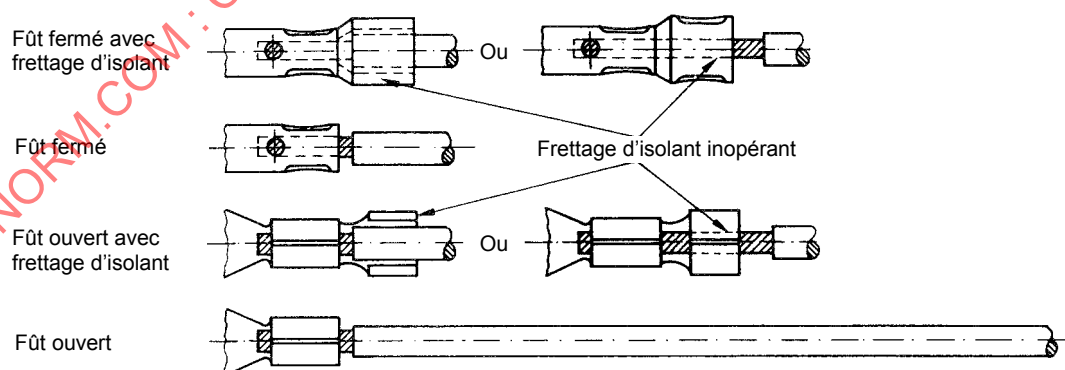
Pour tous les spécimens, la longueur minimale du fil doit être de 150 mm ou celle spécifiée en 5.3.1.5.

5.3.1.2 Spécimen de type A (pour essais selon 5.3.2.3.1 et 5.3.3.3.2)

Un spécimen de type A est constitué d'un fût non isolé ou préisolé avec ou sans frettage d'isolant et d'un fil sertie dans ce fût pour assurer la connexion électrique uniquement entre le fil et le fût.

Tout frettage d'isolant doit, le cas échéant, être rendu inopérant.

Des exemples caractéristiques de spécimens du type A sont donnés à la Figure 9.



IEC 2747/05

Figure 9 – Exemples de spécimens de type A

5.3.1.3 Spécimen de type B (pour essais d'efficacité de frettage d'isolant, 5.3.2.3.3 et 5.3.3.4)

Un spécimen de type B est constitué d'un fût non isolé ou préisolé avec frettage d'isolant et d'un fil non dénudé où le frettage d'isolant ne vient comprimer que le fil non dénudé.

Le fil non dénudé ne doit être inséré que dans le frettage d'isolant de manière à n'être comprimé qu'à ce niveau lorsque l'opération normale de sertissage est effectuée. Il ne doit pas y avoir de connexion électrique ou mécanique entre le fil et la partie du fût qui est normalement destinée à assurer la connexion électrique.

Des exemples caractéristiques de spécimens du type B sont donnés à la Figure 10.

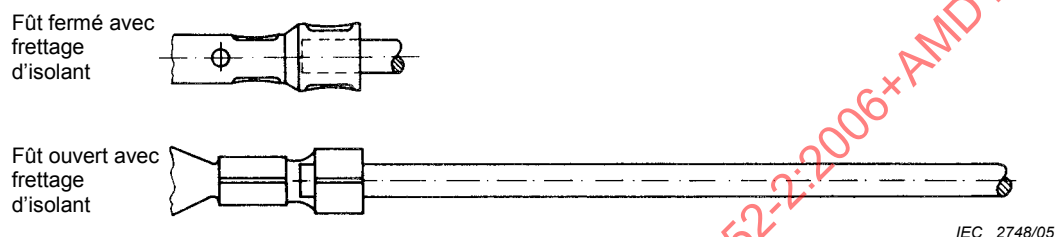


Figure 10 – Exemples de spécimens de type B

5.3.1.4 Spécimen de type C (uniquement pour l'essai des fûts préisolés, 5.3.2.3.4 et 5.3.3.5)

Un spécimen de type C est constitué d'un fût préisolé avec ou sans frettage d'isolant et d'un fil serti dans ce fût pour assurer la connexion électrique entre le fil et le fût.

Lorsqu'il existe un frettage d'isolant, celui-ci doit être aussi comprimé.

A l'autre extrémité du fil, l'isolant doit être retiré de manière à pouvoir réaliser l'essai 4c de la CEI 60512.

Des exemples caractéristiques de spécimens du type C sont donnés à la Figure 11.



Figure 11 – Exemple de spécimen de type C

5.3.1.5 Spécimens de type D (pour les essais selon 5.3.2.3.2, 5.3.3.3.3 et 5.3.3.4)

Un spécimen de type D est constitué d'un fût non isolé ou préisolé avec ou sans frettage d'isolant et d'un fil serti dans ce fût pour assurer la connexion électrique entre le fil et le fût.

Lorsqu'il existe un frettage d'isolant, celui-ci doit être aussi comprimé.

L'isolant du fil doit être retiré de telle manière que la résistance de contact puisse être mesurée conformément au 5.2.3.1.

Si le spécimen du type D est destiné à être utilisé pour l'essai de charge en courant cyclique selon 5.2.4.5; la section du conducteur doit être la plus importante recommandée pour le fût. Dans ce cas, la longueur des fils doit être de 200 mm au minimum.

Des exemples caractéristiques de spécimens du type D sont donnés à la Figure 12.

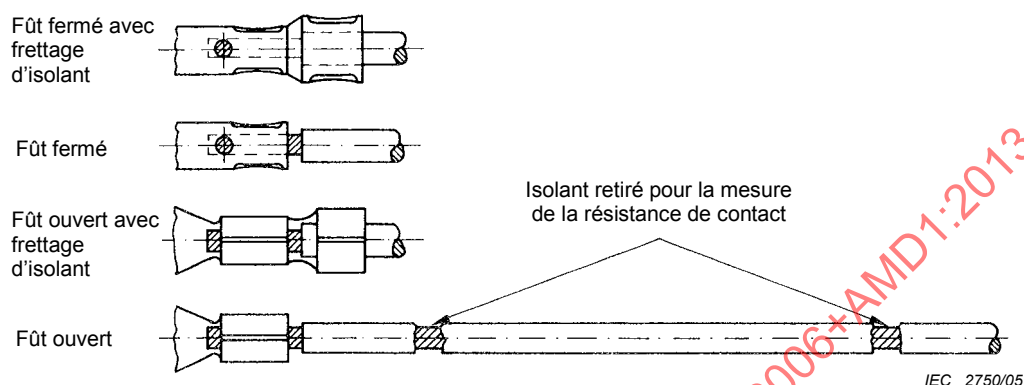


Figure 12 – Exemples de spécimens de type D

5.3.1.6 Spécimen de type E (pour l'essai des fûts préisolés selon 5.3.3.5.4)

Un spécimen de type E est constitué d'un fût préisolé avec ou sans frettage d'isolant et d'un fil dénudé, les deux éléments étant nécessaires pour réaliser une connexion sertie.

A l'autre extrémité du fil, l'isolant doit être retiré de manière à pouvoir réaliser l'essai 4c de la CEI 60512.

A ce stade, les deux pièces sont séparées et elles ne sont requises que pour l'essai à basse température selon 5.2.4.6.

Un exemple caractéristique de spécimen du type E est donné à la Figure 13.

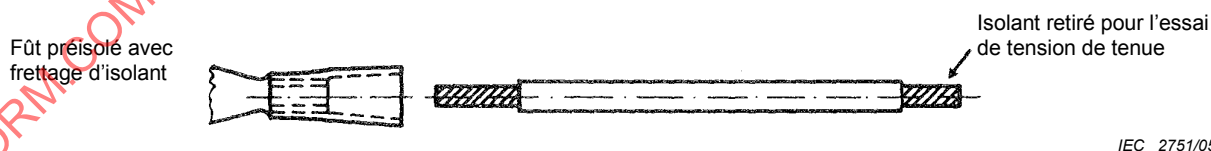


Figure 13 – Exemple de spécimen de type E

5.3.1.7 Nombre de spécimens requis

Tableau 3 – Nombre de spécimens

Programme d'essais	Type de spécimens selon 5.3.1	Requis dans tous les cas	Requis en complément lorsque		
			Les fûts et/ou fils bruts doivent être soumis aux essais	L'efficacité du fretage de l'isolant est soumise à l'essai	Les fûts préisolés doivent être soumis aux essais
Programme d'essais de base de 5.3.2	A	20	-	-	-
	B	-	-	6	-
	C	-	-	-	6
	D	-	20	-	-
Programme d'essais complet de 5.3.3	A	16	-	-	-
	B	-	-	6	-
	C	-	-	-	6, si le groupe d'essais F est requis
	D	24	-	-	-
	E	-	-	-	6

NOTE Pour les essais des connexions serties réalisées avec des fûts conçus pour accepter une gamme de sections de conducteur, voir 5.3.1.

5.3.2 Programme d'essais de base

5.3.2.1 Généralités

Lorsque le programme d'essais de base est applicable (voir 5.1.1), le nombre de spécimens du type A au Tableau 3 doit être préparé et soumis aux essais de 5.3.2.3.1.

Lorsque les connexions serties réalisées avec des fûts et/ou des conducteurs bruts doivent être soumises aux essais, le nombre complémentaire de spécimens du type D spécifié au Tableau 3 doit être préparé et soumis à l'essai selon 5.3.2.3.2.

Lorsque les fûts à sertir avec fretage d'isolant doivent être soumis aux essais, le nombre complémentaire de spécimens du type B spécifié au Tableau 3 doit être préparé et soumis à l'essai selon 5.3.2.3.3.

Lorsque les fûts à sertir préisolés doivent être soumis aux essais, le nombre complémentaire de spécimens du type C spécifié au Tableau 3 doit être préparé et soumis à l'essai selon 5.3.2.3.4.

5.3.2.2 Examen initial

Tous les spécimens doivent être soumis à l'essai 1a de la CEI 60512. Si la spécification particulière pour le composant utilisant des contacts à sertir le stipule, l'essai 16g de la CEI 60512 doit être réalisé.

5.3.2.3 Essais des connexions serties

5.3.2.3.1 Essais des connexions serties réalisées avec des fûts conformes à 4.3 et des fils conformes à 4.4

20 spécimens de type A.

Après l'examen initial, tous les spécimens doivent être soumis à l'essai du Tableau 4.

Tableau 4 – Groupe d'essais P1

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigence
	Titre	Sévérité ou condition d'essai	Titre	CEI 60512 Essai No.	
P1	Résistance à la traction (connexions serties)	5.2.2.1		16d	5.2.2.1

5.3.2.3.2 Essais complémentaires des connexions serties réalisées avec des fûts bruts conformes à 4.3 et/ou des fils bruts conformes à 4.4

20 spécimens du type D.

Après l'examen initial, tous les spécimens doivent être soumis aux essais du Tableau 5.

Tableau 5 – Groupe d'essais P2

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigence
	Titre	Sévérité ou condition d'essai	Titre	CEI 60512 Essai No.	
P2.1			Résistance de contact	2a ou 2b	5.2.3.1
P2.2	Charge en courant cyclique	5.2.4.5 20 cycles		9e	5.2.4.5
P2.3			Résistance de contact	comme en P2.1	5.2.3.1

5.3.2.3.3 Essais complémentaires des fûts à sertir avec frettage d'isolant

6 spécimens du type B.

Après l'examen initial, tous les spécimens doivent être soumis à l'essai du Tableau 6.

Tableau 6 – Groupe d'essais P3

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigence
	Titre	Sévérité ou condition d'essai	Titre	CEI 60512 Essai No.	
P3	Efficacité du frettage de l'isolant du fil (connexions serties)	5.2.2.2		16h	5.2.2.2

5.3.2.3.4 Essai complémentaire pour les connexions serties avec fûts préisolés

6 spécimens du type C.

Après l'examen initial, tous les spécimens doivent être soumis à l'essai du Tableau 7.

Tableau 7 – Groupe d'essais P4

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigence
	Titre	Sévérité ou condition d'essai	Titre	CEI 60512 Essai No.	
P4	Tension de tenue des fûts préisolés de sertissage	5.2.3.2		4c	5.2.3.2

5.3.3 Programme d'essais complet

5.3.3.1 Généralités

Lorsque le programme d'essais complet est applicable (voir 5.1.1), le nombre de spécimens du type A et du type D spécifié au Tableau 3 doit être préparé et soumis aux essais de 5.3.3.3.

Lorsque les fûts à sertir avec frettage d'isolant doivent être soumis aux essais, le nombre complémentaire de spécimens du type B spécifié au Tableau 3 doit être préparé et soumis à l'essai selon 5.3.3.4.

Lorsque les fûts à sertir préisolés doivent être soumis aux essais, le nombre complémentaire de spécimens du type C et du type E spécifié au Tableau 3 doit être préparé et soumis à l'essai selon 5.3.3.5.

5.3.3.2 Examen initial

Tous les spécimens doivent être soumis à l'essai 1a de la CEI 60512.

Si la spécification particulière pour le composant utilisant des contacts à sertir le stipule, l'essai 16g de la CEI 60512 doit être réalisé.

5.3.3.3 Essais des connexions serties

5.3.3.3.1 Généralités

Après l'examen initial selon 5.3.3.2,

- 16 spécimens du type A doivent être soumis aux essais de 5.3.3.3.2 (groupe d'essai A);
- 8 spécimens du type D doivent être soumis aux essais de 5.3.3.3.3 (groupe d'essai B);
- 16 spécimens du type D doivent être soumis aux essais de 5.3.3.3.4 (groupe d'essai C).

5.3.3.3.2 Groupe d'essai A

16 spécimens du type A. Voir le Tableau 8.

Tableau 8 – Groupe d'essais A

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigence
	Titre	Sévérité ou condition d'essai	Titre	CEI 60512 Essai No.	
AP 1	Résistance à la traction (connexions serties)	5.2.2.1		16d	5.2.2.1

5.3.3.3 Groupe d'essai B

8 spécimens du type D. Voir le Tableau 9.

Tableau 9 – Groupe d'essais B

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigence
	Titre	Sévérité ou condition d'essai	Titre	CEI 60512 Essai No.	
BP 1			Résistance de contact	2a ou 2b	5.2.3.1
BP 2	Charge en courant cyclique	5.2.4.5 500 cycles		9e	5.2.4.5
BP 3			Résistance de contact	comme en BP 1	5.2.3.1

5.3.3.4 Groupe d'essai C

16 spécimens du type D. Voir le Tableau 10.

Tableau 10 – Groupe d'essais C

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigence
	Titre	Sévérité ou condition d'essai	Titre	CEI 60512 Essai No.	
CP 1			Résistance de contact	2a ou 2b	5.2.3.1
CP 2	Variations rapides de températures	5.2.4.2		11d	
CP 3	Séquence climatique	5.2.4.4		11a	
CP 3.1	Chaleur sèche	5.2.4.4		11i	
CP 3.2	Chaleur humide, cyclique	5.2.4.4 1 cycle		11m	
CP 3.3	Froid	5.2.4.4		11j	
CP 3.4	Chaleur humide, essai cyclique, cycles restants	5.2.4.4 5 cycles		11m	
CP 4			Résistance de contact	comme en CP 1	5.2.3.1

5.3.3.4 Essais de l'efficacité du fretage d'isolant, groupe d'essais D

6 spécimens du type B.

Après l'examen initial, tous les spécimens doivent être soumis à l'essai suivant du Tableau 11.

Tableau 11 – Groupe d'essais D

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigence
	Titre	Sévérité ou condition d'essai	Titre	CEI 60512 Essai No.	
DP1	Efficacité du fretage d'isolant (connexions serties)	5.2.2.2		16h	5.2.2.2

5.3.3.5 Essai des connexions serties avec fûts préisolés

5.3.3.5.1 Généralités

Après l'examen initial comme en 5.3.3.2, 6 spécimens de type C doivent être soumis aux essais selon 5.3.3.5.2 (groupe d'essais E).

Si l'essai de résistance aux fluides 5.2.5.1 est exigé, 6 spécimens du type C doivent subir l'examen initial en plus puis être soumis aux essais de 5.3.3.5.3 (groupe d'essais F).

Après l'examen général, les 6 spécimens de type E (6 ensembles de pièces séparées) doivent être soumis aux essais selon le 5.3.3.5.4 (groupe d'essais G).

5.3.3.5.2 Groupe d'essais E

6 spécimens du type C. Voir le Tableau 12.

Tableau 12 – Groupe d'essais E

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigence
	Titre	Sévérité ou condition d'essai	Titre	CEI 60512 Essai No.	
EP 1	Chaleur sèche	5.2.4.3		11i	
EP 2			Examen visuel	1a	
EP 3			Tension de tenue des fûts préisolés de sertissage		5.2.3.2

5.3.3.5.3 Groupe d'essais F, si exigé

6 spécimens du type C. Voir le Tableau 13.

Tableau 13 – Groupe d'essais F

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigence
	Titre	Sévérité ou condition d'essai	Titre	CEI 60512 Essai No.	
FP 1	Résistance aux fluides des fûts préisolés de sertissage	5.2.5.1		19a	5.2.5.1

5.3.3.5.4 Groupe d'essais G

6 spécimens du type E. Voir le Tableau 14.

Tableau 14 – Groupe d'essais G

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigence
	Titre	Sévérité ou condition d'essai	Titre	CEI 60512 Essai No.	
GP 1	Sertissage à basse température	5.2.4.6 à l'étude			
GP 2			Examen visuel	1a	
GP 3			Tension de tenue des fûts préisolés de sertissage		5.2.3.2

5.3.4 Tableaux synoptiques

Pour une orientation rapide, les programmes d'essais détaillés en 5.3.2 et en 5.3.3 sont répétés sous forme de tableaux synoptiques de manière simplifiée aux Figures 14 et 15 respectivement.

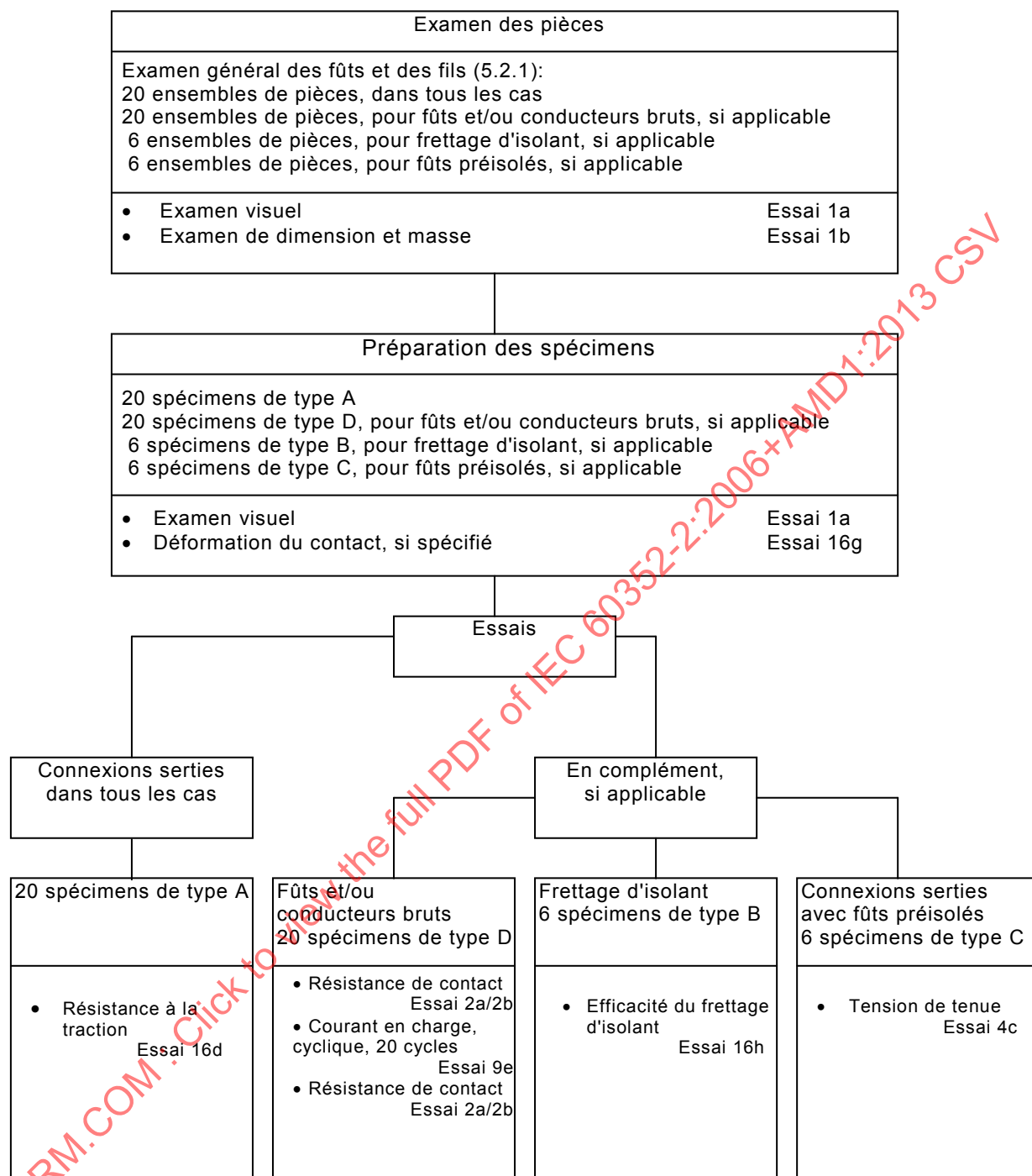


Figure 14 – Programme d'essais de base (voir 5.3.2)

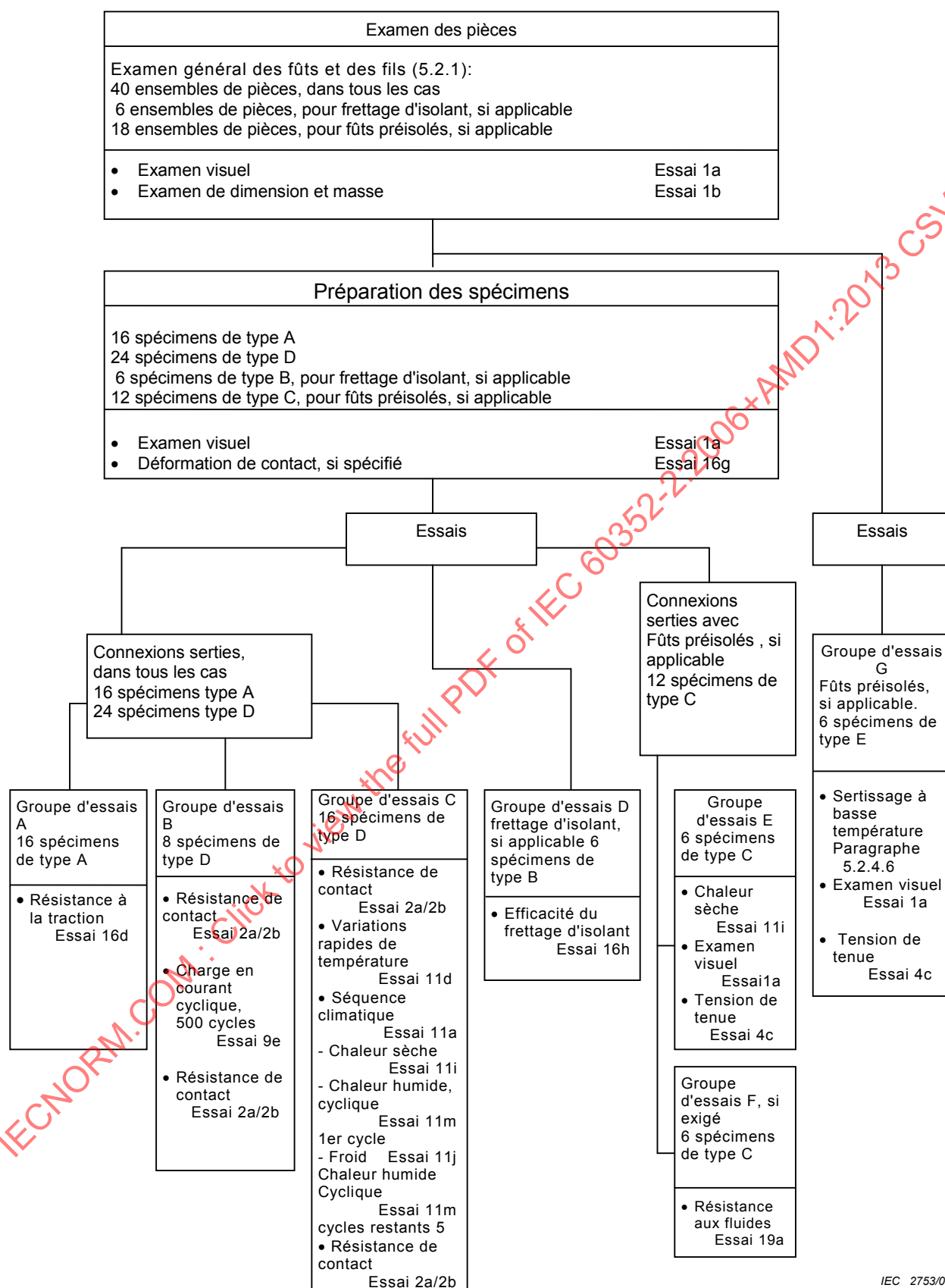


Figure 15 – Programme d'essais complet (voir 5.3.3)

6 Guide pratique pour les connexions serties

6.1 Généralités

Ce guide pratique est applicable aux connexions serties sur des conducteurs multibrins en cuivre, réalisées à l'aide d'outils de sertissage (machines à sertir entièrement automatiques, semi-automatiques ou pinces à main à sertir). Les conducteurs monobrins en cuivre ou les conducteurs faits à partir d'autres matériaux (aluminium, acier, etc.) exigent souvent des précautions spéciales en ce qui concerne les contacts et les outils à sertir; il convient que ceux-ci soient acceptés par le fabricant.

6.2 Avantages des connexions serties

Une connexion réalisée par la technique du sertissage est une connexion électrique entre un ou plusieurs conducteurs et un contact à sertir, quelle que soit la forme et qui ne peut être démontée. De bonnes connexions électriques sont obtenues par une combinaison appropriée des matrices de sertissage, des fûts à sertir et de la section des conducteurs et par une pression entraînant la déformation et la mise en forme du fût.

Avantages:

- méthode de réalisation efficace de connexions à chaque niveau de production;
- réalisation par machines à sertir entièrement automatiques, semi-automatiques ou à l'aide de pinces à main à sertir;
- pas de soudure froide;
- pas de dégradation de la caractéristique ressort des contacts femelles par la température de soudure;
- pas de risque pour la santé dû aux métaux lourds et aux vapeurs de flux;
- conservation de la flexibilité du conducteur au-delà de la connexion sertie;
- pas de brûlure, de changement de couleur ni de surchauffe de l'isolant du fil;
- bonnes connexions avec des performances mécaniques et électriques reproductibles;
- facilité du contrôle en production.

6.3 Courant limite admissible

En général, il convient que la surface de contact totale entre le conducteur et le fût d'une connexion sertie réalisée selon cette norme soit de section supérieure à celle du fil utilisé.

Il convient de tenir compte du fait que le courant limite peut être influencé par:

- la température ambiante;
- le matériau du contact;
- la finition de surface du contact;
- la section du conducteur;
- la finition de surface du conducteur;
- le nombre de positions dans un connecteur multipolaire;
- le pas (espacement) du connecteur multipolaire.