

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 29.120.20

ISBN 978-2-8322-9903-6

**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.....	10
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	14
2 Normative references	14
3 Terms and definitions	16
4 Workmanship.....	25
5 Prerequisites for basic test schedule	26
5.1 Classification by end-product class	26
5.1.1 General	26
5.1.2 Class A – General electrical and electronics products.....	26
5.1.3 Class B – Dedicated service electrical and electronics products	26
5.1.4 Class C – High-performance electrical and electronics products	26
5.2 Prerequisites for tools	26
5.3 Prerequisites for crimp barrels	27
5.3.1 Crimp barrel materials	27
5.3.2 Crimp barrel dimensions	27
5.3.3 Crimp barrel surface finishes	27
5.3.4 Crimp barrel design features.....	28
5.4 Prerequisites for wires	28
5.4.1 General	28
5.4.2 Conductor materials.....	28
5.4.3 Conductor dimensions	28
5.4.4 Conductor surface finishes	29
5.4.5 Wire insulation.....	29
5.4.6 Wire cutting and stripping	29
5.5 Prerequisites for crimped connections.....	31
5.5.1 Compatibility of combination	31
5.5.2 Conductor location.....	31
5.5.3 Crimping location.....	31
5.5.4 Contact deformation	31
5.5.5 Prerequisites for crimped connections with more than one conductor in the crimp barrel	31
5.5.6 Adjustment of conductor cross-sectional area to the crimp barrel.....	32
5.5.7 Crimp contacts and terminal ends.....	32
5.5.8 Splice crimp barrels	36
5.6 Prerequisites for splice crimped connections.....	37
5.6.1 General	37
5.6.2 Conductor requirements for crimped splices	37
6 Testing	38
6.1 General.....	38
6.2 Standard conditions for testing.....	39
6.3 Pre-conditioning.....	39
6.4 Recovery	39
6.5 Mounting of the specimen	39
7 Test methods and test requirements	40
7.1 General examination of crimp barrels and wires	40

7.2	Examination of crimp dimensions	40
7.2.1	Crimp height C_h , crimp width C_w and measurable crimp width C_{wm}	40
7.2.2	Contact deformation after crimping	42
7.2.3	Visual examination of insulation distance and conductor overhang	43
7.2.4	Visual examination of splice crimped connections	44
7.2.5	Visual examination of crimped connections on closed (machined) crimp barrels	44
7.2.6	Visual examination of crimped connections on B-crimp open crimp barrels	44
7.2.7	Visual examination of crimped connections with open crimp barrel with insulation grip	44
7.3	Mechanical tests	46
7.3.1	Tensile strength	46
7.3.2	Microsection	48
7.3.3	Insulation grip effectiveness	49
7.3.4	Bending test (uninsulated crimp barrels with insulation grip)	50
7.3.5	Bending test (pre-insulated crimp barrels with insulation grip)	51
7.3.6	Bending test on splice crimped connections	52
7.3.7	Vibration test	52
7.4	Electrical tests	53
7.4.1	Crimp resistance	53
7.4.2	Voltage proof (crimped connection with pre-insulated crimp barrels)	58
7.4.3	Current-carrying capacity test with temperature rise	58
7.5	Climatic tests	60
7.5.1	General	60
7.5.2	Rapid change of temperature	60
7.5.3	Dry heat	61
7.5.4	Climatic sequence	61
7.5.5	Current loading, cyclic	62
7.5.6	Crimping at low temperature (crimped connections with pre-insulated crimp barrels)	66
7.6	Miscellaneous tests	67
7.6.1	Fluid resistance of pre-insulated crimp barrels	67
7.6.2	Flowing mixed gas corrosion test	67
8	Test schedules	68
8.1	Preparation and type of test specimens	68
8.1.1	Preparation of test specimens	68
8.1.2	Type A specimen (for testing according to 8.2, 8.2.3.3 if required, 8.3.2, 8.3.4 if required)	68
8.1.3	Type B specimen (for tests according to 8.2.3.1 and 8.3.3.2)	68
8.1.4	Type C specimen (for insulation grip effectiveness tests, see 8.2.3.3 and 8.3.4)	69
8.1.5	Type D specimen (for testing of pre-insulated crimp barrels only, see 8.2.3.4, 8.3.9.2 and 8.3.9.3)	70
8.1.6	Type E specimen (for tests according to 8.2.3.2, 8.2.3.4, 8.3.3.5)	70
8.1.7	Type F specimen (for testing of pre-insulated crimp barrels according to 8.3.9.4)	71
8.1.8	Type G specimen (for testing according to 8.2.3.2, 8.3.3.4, 8.3.3.5 and 8.3.6)	72
8.1.9	Type H specimen (for testing according to 8.2.2, 8.2.3.1, 8.2.3.3, 8.3.2, 8.3.3.2, 8.3.3.3 and 8.3.4)	72

8.1.10	Number of specimens required	73
8.2	Basic test schedule	74
8.2.1	General	74
8.2.2	Initial examination.....	74
8.2.3	Testing of crimped connections	75
8.3	Full test schedule.....	77
8.3.1	General	77
8.3.2	Initial examination.....	78
8.3.3	Testing of crimped connections	78
8.3.4	Testing of insulation grip effectiveness, test group F5.....	80
8.3.5	Testing of stability of splice crimped connections under bending	81
8.3.6	Test group F7, if required	81
8.3.7	Test group F8, if required	81
8.3.8	Test group F9, if required	81
8.3.9	Testing of crimped connections with pre-insulated crimp barrels.....	82
8.4	Flow charts	83
Annex A	(informative) Practical guidance.....	86
A.1	General information on crimped connections.....	86
A.1.1	General	86
A.1.2	Advantages of crimped connections.....	86
A.1.3	Current-carrying capacity considerations	86
A.2	Tool information.....	87
A.3	Crimp barrel information	88
A.3.1	General	88
A.3.2	Materials	89
A.3.3	Surface finishes.....	89
A.3.4	Shapes of crimped connections	89
A.4	Wire information.....	91
A.4.1	General	91
A.4.2	Conductor materials.....	92
A.4.3	Conductor surface finishes	92
A.4.4	Wire stripping information	92
A.5	Crimped connection information.....	95
A.5.1	General	95
A.5.2	Additional information	96
A.5.3	Crimped connections made with more than one wire in a crimp barrel	99
A.5.4	Dimensions after crimping	100
A.5.5	Conductor and crimp barrel materials and finishes selection	100
A.6	Crimping process	100
A.6.1	Crimping of contacts with open crimp barrel	100
A.6.2	Crimping of contacts with open crimp barrel, loose piece contacts.....	100
A.6.3	Processing instruction	101
A.7	Correct crimped connections (additional information).....	102
A.7.1	Correct crimped connections of contacts with open crimp barrel	102
A.7.2	Measuring of crimp height or depth.....	103
A.7.3	Pull-out force	104
A.8	Examination by microsection.....	110
A.8.1	Microsection image creation	110
A.8.2	Graphical representation of the microsection image requirements	111

A.8.3	Microsection terminology	112
A.8.4	Porosity ratio of crimped connections in microsections	114
A.8.5	Crimp compression ratio of the crimped connection in the microsection	115
A.8.6	Ratio of crimp height to crimp width in the microsection	115
A.8.7	Requirements for B-crimped connections in the microsection	116
A.8.8	Condition of microsections	117
A.8.9	Insulation grip	119
A.9	Faults with crimped contacts having open crimp barrels	121
A.10	Splices	121
A.11	Crimp resistance test	121
A.11.1	General	121
A.11.2	Notes on specimen preparation and measurement	125
A.12	General information about crimp contacts as part of a multipole connector	125
A.12.1	Insertion of crimped contacts into the contact cavities of the connector insert	125
A.12.2	Removal of inserted contacts	126
A.12.3	Mounting and bending of wire bundles or cables with crimped contacts	126
A.12.4	Mating and unmating of multipole connectors with crimped contacts	127
A.13	Final remarks	127
	Bibliography	128
	Figure 1 – Examples of crimp contact	17
	Figure 2 – Examples of splice	18
	Figure 3 – Example of insulation support	18
	Figure 4 – Examples of insulation grip	19
	Figure 5 – Examples of crimping tool	19
	Figure 6 – Example of positioner holding the crimp barrel	20
	Figure 7 – Example of positioner holding the stripped wire	20
	Figure 8 – Open crimp barrel	22
	Figure 9 – Closed crimp barrels	22
	Figure 10 – Pre-insulated crimp barrel	23
	Figure 11 – Crimping zones	23
	Figure 12 – Example of crimp funnel	24
	Figure 13 – Concentricity of wire insulation	29
	Figure 14 – Diameter ratio when crimping wires with different individual strand diameters	32
	Figure 15 – Examples of open stamped crimp contacts for automatic production	32
	Figure 16 – Stamped open B-crimp contact with anvil and punch shapes	33
	Figure 17 – Designations on open B-crimp contact	33
	Figure 18 – Examples of crimping dies (press dies)	33
	Figure 19 – Stamped closed crimp barrel (crimp cable lug)	34
	Figure 20 – Different crimp shapes	34
	Figure 21 – Examples of crimping dies for closed crimp barrels	34
	Figure 22 – Tubular cable lugs for class 5 conductors	35
	Figure 23 – Tubular cable lugs for class 6 conductors	35
	Figure 24 – Crimping process of 4-indent crimping with adjustable tools	35

Figure 25 – Pre-insulated stamped close crimp barrel, area definitions	36
Figure 26 – Pre-insulated closed crimp barrels of various designs	36
Figure 27 – Examples of pre-insulated crimp cable lugs as strip parts.....	36
Figure 28 – Uninsulated splice variants.....	37
Figure 29 – Diameter ratio when crimping wires with different individual strand diameters in splices	38
Figure 30 – Crimp height measurement on open crimp barrel (B-crimp)	41
Figure 31 – Crimp height measurement on closed crimp barrel (mandrel crimping)	41
Figure 32 – Crimp height measurement on closed crimp barrel (4-indent crimping)	42
Figure 33 – Example of holding and measuring points for contact deformation.....	43
Figure 34 – Insulation distance and conductor overhang.....	43
Figure 35 – Examples of insulation grip die shapes.....	45
Figure 36 – Examples of insulation grip	45
Figure 37 – Test arrangement.....	50
Figure 38 – Bending test of crimped connections with uninsulated crimp barrels.....	50
Figure 39 – Bending test of crimped connections with pre-insulated crimp barrels	51
Figure 40 – Bending test on splice crimped connections	52
Figure 41 – Arrangement for vibration test.....	53
Figure 42 – Test arrangement for measurement of crimp resistance of single-conductor crimped connection.....	54
Figure 43 – Measuring of crimp resistance of splices or multiple-conductor crimp connections	54
Figure 44 – Crimp resistance R_C of crimped connections with copper barrels and copper conductor ($K = 1$)	56
Figure 45 – Test setup for temperature rise measurements under current load	58
Figure 46 – Temperature chamber with ventilation opening for current-temperature derating measurements	60
Figure 47 – Examples of test arrangements	64
Figure 48 – Test current for crimped connections.....	65
Figure 49 – Examples of type A specimens.....	68
Figure 50 – Examples of type B specimens.....	69
Figure 51 – Examples of type C specimens.....	70
Figure 52 – Example of type D specimen (pre-insulated)	70
Figure 53 – Examples of type E specimen.....	71
Figure 54 – Example of type F specimen	72
Figure 55 – Type G specimen (splice).....	72
Figure 56 – Type H specimen (splice)	73
Figure 57 – Basic test schedule (see 8.2)	84
Figure 58 – Full test schedule (see 8.3)	85
Figure A.1 – Open crimp barrels	88
Figure A.2 – Closed crimp barrels	89
Figure A.3 – Crimping shape in the wire axis	90
Figure A.4 – Crimping shape 90° angled to the wire axis	90
Figure A.5 – Crimping shape without insulation grip.....	90

Figure A.6 – Crimping shape with pre-insulated crimp barrel.....	91
Figure A.7 – Crimping shape without pre-insulated crimp barrel.....	91
Figure A.8 – Crimped connections using solid round conductors.....	92
Figure A.9 – Stripping length	93
Figure A.10 – Example of parallel (in-line) process crimping and angled crimping process.....	101
Figure A.11 – Crimping process of an open crimp barrel (B-crimp).....	102
Figure A.12 – Correct crimped connections of contacts with open crimp barrel	102
Figure A.13 – Measuring instructions	103
Figure A.14 – Crimp height measuring procedure	104
Figure A.15 – Pull-out force test for crimped connections with pull speed 50 mm/min	105
Figure A.16 – Determination of the intrinsic tensile strength of the conductor (50 mm/min)	107
Figure A.17 – Relationships between crimp height (C_h), pull-out force, crimp force (indentation depth), and electrical conductivity.....	109
Figure A.18 – Pull-out force test of splice crimp connections (50 mm/min)	110
Figure A.19 – Illustration of the parting plane on the crimp barrel centred in the crimping zone (X).....	111
Figure A.20 – Example of end-feed (length feed) open barrel crimp contacts	111
Figure A.21 – Cutting the crimped connection.....	111
Figure A.22 – Dimensions on the microsection for B-crimp barrels.....	112
Figure A.23 – Dimensions on the microsection for closed tube and crimped cable lugs.....	113
Figure A.24 – Dimensions on the microsection for 4-indent closed crimp barrels.....	113
Figure A.25 – Dimensions on the microsection for hexagonal crimp barrels	113
Figure A.26 – Dimensions on the microsection for crimp barrels (also pre-insulated)	114
Figure A.27 – Examples of microsections of crimp barrels	114
Figure A.28 – Ratio of crimp height C_h to crimp width C_w	115
Figure A.29 – Ratio of distance between crimp face ends CFE and base material thickness S	116
Figure A.30 – Support angle α_w of the crimp flanks.....	116
Figure A.31 – Support height L_a of the crimp flanks	116
Figure A.32 – Crimp edge distance to floor (F_a).....	116
Figure A.33 – Resulting bottom thickness S_b after crimping	117
Figure A.34 – Requirements for the acceptance of a burr formation	117
Figure A.35 – Diagrams for resistance values (A and B) for electrolytic copper conductors ($K = 1$) and for material with $K = 3,8$	122
Figure A.36 – Replacement circuit diagram for the crimp resistance	123
Figure A.37 – Insertion of crimped contacts into contact cavities.....	126
Figure A.38 – Mounting of wire bundles/cables with crimped contacts.....	126
Figure A.39 – Bending of wire bundles of connectors.....	127
Figure A.40 – Mating and unmating of multipole connectors.....	127
Table 1 – Allowable strand damage	30
Table 2 – Prerequisites of 5.3 for crimp barrels to access the basic test schedule of 8.2.....	38

Table 3 – Prerequisites of 5.4 for wires to access the basic test schedule of 8.2.....	39
Table 4 – Magnification aids for visual examination	40
Table 5 – Example of permissible tolerances for crimp height measurements	42
Table 6 – Insulation distance and conductor overhang on closed crimp barrels.....	44
Table 7 – Pull-out force of crimped connections.....	47
Table 8 – Vibration, preferred test severities.....	53
Table 9 – Example of other materials.....	57
Table 10 – Minimum wire length L as a function of conductor cross-sectional area S	59
Table 11 – Current values (tentative) – alternative current loading, cyclic method.....	66
Table 12 – Number of specimens.....	73
Table 13 – Test group B0.....	75
Table 14 – Test group B1.....	75
Table 15 – Test group B2.....	76
Table 16 – Test group B3.....	76
Table 17 – Test group B4.....	77
Table 18 – Test group B5.....	77
Table 19 – Test group F0.....	78
Table 20 – Test group F1.....	79
Table 21 – Test group F2.....	79
Table 22 – Test group F3.....	79
Table 23 – Test group F4.....	80
Table 24 – Test group F5.....	80
Table 25 – Test group F6.....	81
Table 26 – Test group F7.....	81
Table 27 – Test group F8.....	81
Table 28 – Test group F9.....	82
Table 29 – Test group F10.....	82
Table 30 – Test group F11.....	83
Table 31 – Test group F12.....	83
Table A.1 – Stripping of stranded conductors (good to sufficient requirements).....	94
Table A.2 – Stripping of stranded conductors (faults or conditions according to Table 1)	95
Table A.3 – Condition of closed machined crimp barrels	97
Table A.4 – Condition of open crimp barrels (B-crimp)	98
Table A.5 – Minimum dimensions and tolerances for input funnel on a B-crimping zone.....	99
Table A.6 – Condition of position of wire insulation in the insulation grip.....	99
Table A.7 – Pull-out force recommended minimum values for electrolytic copper conductors with tensile strength 200 N/mm^2 (e.g. according to EN 13602)	106
Table A.8 – Examples of pull-out force values (break) of commercially available European stranded conductors	107
Table A.9 – Examples of pull-out force values (break) of commercially available American stranded conductors.....	107
Table A.10 – Determination of the minimum pull-out forces in relation to the respective cross-sectional area and the intrinsic tensile strength of the conductor	108
Table A.11 – Pull-out force values for butt splice crimped connections	110

Table A.12 – Values for the support height L_a	116
Table A.13 – Condition of microsections	118
Table A.14 – Condition "Good" of insulation grip for B-crimp and O-crimp (asymmetrical and symmetrical overlap and enclosure crimp)	119
Table A.15 – Condition "PID" of insulation grip for B-crimp and O-crimp (asymmetrical and symmetrical overlap and enclosure crimp).....	120
Table A.16 – Condition "Fault" of insulation grip for B-crimp, O-crimp (asymmetrical and symmetrical overlap and enclosure crimp).....	120
Table A.17 – Features of splice crimp barrels	121
Table A.18 – Crimp resistance (maximum allowed initial values A) for $K = 1$ (electrolytic copper)	124
Table A.19 – Crimp resistance (after loading, R_{CR}) for $K = 1$ (electrolytic copper)	124
Table A.20 – Crimp resistance (maximum allowed initial values A) for $K \approx 3,8$ (nickel- brass, bright)	124
Table A.21 – Crimp resistance (after loading, R_{CR}) for $K \approx 3,8$ (nickel-brass, bright)	124
Table A.22 – Crimp resistance (maximum allowed initial values A) for $K = 6,4$ (tin- plated bronze).....	124
Table A.23 – Crimp resistance (after loading, R_{CR}) for $K = 6,4$ (tin-plated bronze).....	125

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 60352-2 has been prepared by subcommittee 48B: Electrical connectors, of IEC technical committee 48: Electrical connectors and mechanical structures for electrical and electronic equipment. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2006 and Amendment 1:2013. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) the former Clauses 6 through 15 have been moved into a new informative Annex A titled "Practical guidance";

- b) several definitions have been added (conductor, wire, cable, crimping, crimped connection, crimp contact, terminal, terminal end, pre-insulated terminal end, termination, connecting device, splice, insulation support, insulation grip, pre-insulated crimped connection, crimping tool, locator, positioner, full cycle crimp mechanism, crimp anvil, crimp nest, crimp indenter, crimp height, crimp inspection hole, crimp barrel wire range, nominal cross-sectional area, geometric (actual) cross-sectional area, stranded conductor, crimp funnel, crimp depth, manufacturer, user, process indicator (PID));
- c) a three-level classification by end-product class has been introduced in Clause 4 Workmanship, based on the expected level of reliability of the end-use application for which the crimped connections under subject are suitable, similar to what was done in 4.3 of IEC 61191-1:2018 for soldered electrical and electronic assemblies;
- d) for better clarification, former subclause 4.5 Crimped connections, now renumbered and renamed 5.5 Prerequisites for crimped connections, has been split in several third level subclauses with assigned title;
- e) allowable strand damage has been introduced with reference to the classification in three levels by end-use application, for the production of test specimens;
- f) based on industry experience, in 5.3.1 the minimum copper content of a copper alloy suitable for making crimp barrels has been lowered to 57 % from original 60 %;
- g) the elongation at break of annealed copper suitable for conductors to be crimped has been increased to 15 % from original 10 %;
- h) the cross-sectional area of conductors for testing purposes is allowed to be the nominal (commercial) one, instead of the geometric (actual) one for wires with nominal cross-sectional area larger than 2,5 mm² (see 5.4.3), the geometric (actual) one being the reference in case of dispute on test results;
- i) consideration about wire insulation concentricity has been added in 5.4.5;
- j) former subclause 5.2.1 General examination is now renumbered and renamed as 7.1 General examination of crimp barrels and wires (examination of parts as called later) and a new subclause 7.2 Examination of crimp dimensions has been added, to cover examination of dimensions after crimping, with several new third-level subclauses: 7.2.1 Crimp height C_h , crimp width C_w and measurable crimp width C_{wm} , 7.2.2 Contact deformation after crimping, 7.2.3 Visual examination of insulation distance and conductor overhang, 7.2.4 Visual examination of splice crimped connections, 7.2.5 Visual examination of crimped connections on closed (machined) crimp barrels, 7.2.6 Visual examination of crimped connections on B-crimp open crimp barrels, 7.2.7 Visual examination of crimped connections with open crimp barrel with insulation grip;
- k) the pull-out force (tensile strength) requirements covering safety requirements of crimped connections in IEC 60352-2:2006, Table 1 have been kept, here renumbered Table 5; interpolated values for most used cross-sectional areas 0,34 mm² and 0,37 mm² have been added. Reference to IEC 61210 as source for these safety values has been removed, as partially inaccurate. Optional specification of higher pull-out force requirements, based on classification by end-use product as specified in 5.1, and more representative of what can be achieved based on the type of crimp barrel, the form of the crimping, the material and plating of barrel and wire, has been introduced in A.7.3;
- l) a microsection test (optional) has been added in 7.3.2;
- m) a vibration test (optional) has been added in 7.3.7;
- n) a current-carrying capacity test (optional) has been added in 7.4.3;
- o) an alternative current loading, cyclic test method has been added in 7.5.5;
- p) a flowing mixed gas corrosion test (optional) has been added in 7.6.2;
- q) crimping at low temperature (former subclause 5.4.2.5) has been completed in 7.5.6 by re-entering the test method already present in IEC 60352-2:1990, 11.4.5;
- r) types of test specimens have been expanded: a new type A specimen is added, type B is former type A, type C is former type B, type D is former type C, type E is former type D modified with addition of reference wires, type F is former type E, and new specimen types G and H were added to perform tests on splices;

s) normative references, as well as Bibliography, have been updated and expanded as required;

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

Draft	Report on voting
48B/3110/FDIS	48B/3128/RVD

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

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

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

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

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

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

INTRODUCTION

This document includes requirements and relevant tests as well as practical guidance in Annex A for crimped connections.

Two test schedules are provided:

- the basic test schedule which applies to solderless crimped connections which conform to all of the prerequisites of Clause 5. It is derived from experience with successful applications of such connections;
- the full test schedule which applies to solderless crimped connections which do not fully conform to all prerequisites of Clause 5, for example which are made with solid wires, using materials or finishes not included in Clause 4.

This philosophy permits cost- and time-effective performance verification using a limited basic test schedule for established crimped connections and an expanded full test schedule for connections requiring more extensive performance validation.

A detail product specification or the manufacturer's specification for crimped connections or associated cable assemblies or both, as well as for crimp contacts, terminal ends or splices, can include additional tests to verify enhanced performance or conformance with specified product classes or both. It can also reference this document with test severities and acceptance criteria other than those provided by either one of the two test schedules, as well as foresee an intermediate test schedule. The requirements of the detail product specification or the manufacturer's specification prevail.

The suitability of the crimped connection implies that the specified requirements and tests apply to all factors involved in producing a suitable crimped connection, namely:

- the crimp barrel, which can be part of a splice, a terminal end or a crimp contact, the contact deemed to be used in a single-pole or multipole connector;
- the wire (or range of wires) for which the termination is suitable;
- the tools required to produce that type of solderless connection.

The practical guidance in Annex A serves as a guideline for the required workmanship. Attention is drawn to the fact that some industries (e.g. automotive, aerospace, nuclear, military) can have specific workmanship standards or quality requirements, or both, which are outside the scope of this document.

IEC Guide 109 advocates the need to minimize 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 document can have a negative environmental impact.

As technological advances lead to acceptable alternatives for these materials, they will be eliminated from future editions of this document.

SOLDERLESS CONNECTIONS –

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

1 Scope

This part of IEC 60352 is applicable to solderless crimped connections made with:

- appropriately designed uninsulated or pre-insulated crimp barrels as parts of crimp contacts, terminal ends or splices, and
- stranded wires of 0,05 mm² to 10 mm² cross-section or
- solid wires of 0,25 mm to 3,6 mm diameter;

for use in electrical and electronic equipment.

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.

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

This part of IEC 60352 determines the suitability of solderless crimped connections as described above, under specified mechanical, electrical and atmospheric conditions and provides 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 documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

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

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

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

IEC 60068-2-60, *Environmental testing – Part 2-60: Tests – Test Ke: Flowing mixed gas corrosion test*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

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

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

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

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

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

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

IEC 60512-4-3, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 4-3: Voltage stress tests – Test 4c: Voltage proof of pre-insulated crimp barrels*

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

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

IEC 60512-9-5, *Connectors for electrical and electronic equipment – Tests and measurements – Part 9-5: Endurance tests – Test 9e: Current loading, cyclic*

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

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

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

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

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

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

IEC 60512-16-4, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 16-4: Mechanical tests on contacts and terminations – Test 16d: Tensile strength (crimped connections)*

IEC 60512-16-7, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 16-7: Mechanical tests on contacts and terminations – Test 16g: Measurement of contact deformation after crimping*

IEC 60512-16-8, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 16-8: Mechanical tests on connections and terminations – Test 16h: Insulating grip effectiveness (crimped connections)*

IEC 60512-19-1, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 19-1: Chemical resistance tests – Test 19a: Fluid resistance of pre-insulated crimp barrels*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	138
INTRODUCTION.....	141
1 Domaine d'application	142
2 Références normatives	142
3 Termes et définitions	144
4 Exécution	153
5 Conditions préalables relatives au programme d'essais de base.....	154
5.1 Classification par classe de produits finis.....	154
5.1.1 Généralités	154
5.1.2 Classe A – Produits électriques et électroniques généraux	154
5.1.3 Classe B – Produits électriques et électroniques spécifiques au service	154
5.1.4 Classe C – Produits électriques et électroniques à haute performance	154
5.2 Conditions préalables relatives aux outils	154
5.3 Conditions préalables relatives aux fûts à sertir	155
5.3.1 Matériaux des fûts à sertir	155
5.3.2 Dimensions des fûts à sertir	155
5.3.3 Traitement de surface des fûts à sertir.....	155
5.3.4 Caractéristiques de conception des fûts à sertir.....	156
5.4 Conditions préalables relatives aux fils	156
5.4.1 Généralités	156
5.4.2 Matériaux des conducteurs	156
5.4.3 Dimensions des conducteurs	157
5.4.4 Traitements de surface des conducteurs.....	157
5.4.5 Isolant du fil.....	157
5.4.6 Découpe et dénudage du fil	158
5.5 Conditions préalables relatives aux connexions serties	159
5.5.1 Compatibilité de la combinaison	159
5.5.2 Position du conducteur	159
5.5.3 Position du sertissage	159
5.5.4 Déformation du contact.....	159
5.5.5 Conditions préalables relatives aux connexions serties avec plusieurs conducteurs dans le fût à sertir.....	160
5.5.6 Ajustement de la section du conducteur au fût à sertir	160
5.5.7 Contacts à sertir et embouts	161
5.5.8 Fûts à sertir des jonctions de fils	165
5.6 Conditions préalables relatives aux connexions serties des jonctions de fils	166
5.6.1 Généralités	166
5.6.2 Exigences relatives aux conducteurs pour les jonctions de fils serties	166
6 Essais	167
6.1 Généralités	167
6.2 Conditions normales d'essai	169
6.3 Préconditionnement	169
6.4 Reprise	169
6.5 Montage du spécimen	169
7 Méthodes et exigences d'essai	169
7.1 Examen général des fûts à sertir et des fils.....	169

7.2	Examen des dimensions de sertissage.....	170
7.2.1	Hauteur de sertissage C_h , largeur de sertissage C_w et largeur de sertissage mesurable C_{wm}	170
7.2.2	Déformation des contacts après sertissage.....	172
7.2.3	Examen visuel de la distance par rapport à l'isolant et de la longueur de dépassement du conducteur.....	173
7.2.4	Examen visuel des connexions serties de jonctions de fils.....	174
7.2.5	Examen visuel des connexions serties sur des fûts (usinés) fermés.....	174
7.2.6	Examen visuel des connexions serties sur des fûts ouverts à sertissage en B.....	174
7.2.7	Examen visuel des connexions serties avec un fût ouvert avec manchon isolant.....	175
7.3	Essais mécaniques.....	176
7.3.1	Résistance à la traction.....	176
7.3.2	Coupe micrographique.....	178
7.3.3	Efficacité du manchon isolant.....	179
7.3.4	Essai de pliage (fûts à sertir non isolés avec manchon isolant).....	180
7.3.5	Essai de pliage (fûts à sertir pré-isolés avec manchon isolant).....	181
7.3.6	Essai de pliage sur des connexions serties de jonctions de fils.....	182
7.3.7	Essai de vibrations.....	182
7.4	Essais électriques.....	183
7.4.1	Résistance du sertissage.....	183
7.4.2	Tension de tenue (connexion sertie avec fûts à sertir pré-isolés).....	188
7.4.3	Essai de courant limite avec échauffement.....	188
7.5	Essais climatiques.....	190
7.5.1	Généralités.....	190
7.5.2	Variations rapides de température.....	191
7.5.3	Chaleur sèche.....	191
7.5.4	Séquence climatique.....	191
7.5.5	Charge en courant, essai cyclique.....	192
7.5.6	Sertissage à basse température (connexions serties avec fûts à sertir pré-isolés).....	197
7.6	Essais divers.....	197
7.6.1	Résistance aux fluides des fûts à sertir pré-isolés.....	197
7.6.2	Essai de corrosion dans un flux de mélange de gaz.....	197
8	Programmes d'essais.....	198
8.1	Préparation et type des spécimens pour essai.....	198
8.1.1	Préparation des spécimens pour essai.....	198
8.1.2	Spécimens de type A (pour les essais selon 8.2, 8.2.3.3 si cela est exigé, 8.3.2, 8.3.4 si cela est exigé).....	198
8.1.3	Spécimens de type B (pour les essais selon 8.2.3.1 et 8.3.3.2).....	199
8.1.4	Spécimens de type C (pour les essais d'efficacité du manchon isolant, voir 8.2.3.3 et 8.3.4).....	199
8.1.5	Spécimens de type D (pour les essais de fûts à sertir pré-isolés uniquement, voir 8.2.3.4, 8.3.9.2 et 8.3.9.3).....	200
8.1.6	Spécimens de type E (pour les essais selon 8.2.3.2, 8.2.3.4, 8.3.3.5).....	201
8.1.7	Spécimens de type E (pour les essais des fûts à sertir pré-isolés selon 8.3.9.4).....	201
8.1.8	Spécimen de type G (pour les essais selon 8.2.3.2, 8.3.3.4, 8.3.3.5 et 8.3.6).....	202

8.1.9	Spécimen de type H (pour les essais selon 8.2.2, 8.2.3.1, 8.2.3.3, 8.3.2, 8.3.3.2, 8.3.3.3 et 8.3.4)	202
8.1.10	Nombre de spécimens exigé	203
8.2	Programme d'essais de base	204
8.2.1	Généralités	204
8.2.2	Examen initial	204
8.2.3	Essais des connexions serties	205
8.3	Programme d'essais complet	207
8.3.1	Généralités	207
8.3.2	Examen initial	208
8.3.3	Essais des connexions serties	208
8.3.4	Essais d'efficacité du manchon isolant, groupe d'essais F5	210
8.3.5	Essai de stabilité au pliage des connexions serties de jonctions de fils	211
8.3.6	Groupe d'essais F7, si cela est exigé	211
8.3.7	Groupe d'essais F8, si cela est exigé	212
8.3.8	Groupe d'essais F9, si cela est exigé	212
8.3.9	Essais des connexions serties avec des fûts à sertir pré-isolés	212
8.4	Tableaux synoptiques	213
Annexe A (informative)	Recommandations pratiques	216
A.1	Informations générales sur les connexions serties	216
A.1.1	Généralités	216
A.1.2	Avantages des connexions serties	216
A.1.3	Facteurs à considérer sur le courant limite	216
A.2	Informations sur les outils	217
A.3	Informations sur les fûts à sertir	218
A.3.1	Généralités	218
A.3.2	Matériaux	219
A.3.3	Traitements de surface	219
A.3.4	Formes des connexions serties	219
A.4	Informations sur les fils	222
A.4.1	Généralités	222
A.4.2	Matériaux des conducteurs	222
A.4.3	Traitements de surface des conducteurs	222
A.4.4	Informations sur le dénudage des fils	223
A.5	Informations sur les connexions serties	225
A.5.1	Généralités	225
A.5.2	Informations supplémentaires	226
A.5.3	Connexions serties réalisées avec plusieurs fils dans un fût à sertir	229
A.5.4	Dimensions après sertissage	230
A.5.5	Choix des matériaux et des traitements de surface des conducteurs et des fûts à sertir	230
A.6	Procédé de sertissage	230
A.6.1	Sertissage des contacts sur les fûts ouverts	230
A.6.2	Sertissage des contacts en vrac sur les fûts ouverts	230
A.6.3	Instructions pour l'opération de sertissage	231
A.7	Connexions serties correctes (informations complémentaires)	232
A.7.1	Connexions serties correctes sur des contacts à fût ouvert	232
A.7.2	Mesure de la hauteur ou profondeur de sertissage	233
A.7.3	Force d'arrachement	234

A.8	Examen par coupe micrographique	240
A.8.1	Création d'images de coupe micrographique	240
A.8.2	Représentation graphique des exigences relatives aux images de coupe micrographique.....	242
A.8.3	Terminologie relative aux coupes micrographiques	242
A.8.4	Taux de porosité des connexions serties dans les coupes micrographiques	245
A.8.5	Taux de compression pour sertissage des connexions serties dans les coupes micrographiques	245
A.8.6	Rapport entre la hauteur et la largeur de sertissage dans la coupe micrographique.....	246
A.8.7	Exigences relatives aux connexions serties en B dans la coupe micrographique.....	246
A.8.8	État des coupes micrographiques	248
A.8.9	Manchon isolant	249
A.9	Défauts des contacts sertis à fût ouvert	251
A.10	Jonctions de fils	251
A.11	Essai de résistance du sertissage	251
A.11.1	Généralités	251
A.11.2	Notes concernant la préparation et la mesure des spécimens.....	255
A.12	Informations générales concernant les contacts sertis des connecteurs multicontacts.....	256
A.12.1	Insertion des contacts sertis dans les alvéoles de contact de l'isolant de connecteur	256
A.12.2	Extraction des contacts insérés	256
A.12.3	Montage et pliage des torons de fils ou de câbles à contacts sertis	256
A.12.4	Accouplement et désaccouplement des connecteurs multicontacts avec des contacts sertis.....	257
A.13	Remarques finales	258
	Bibliographie.....	259
	Figure 1 – Exemples de contact à sertir	145
	Figure 2 – Exemples de jonction de fil	146
	Figure 3 – Exemple de support isolant	146
	Figure 4 – Exemples de manchon isolant.....	147
	Figure 5 – Exemples d'outil de sertissage	147
	Figure 6 – Exemple de positionneur maintenant le fût à sertir	148
	Figure 7 – Exemple de positionneur maintenant le fil dénudé.....	148
	Figure 8 – Fût ouvert	150
	Figure 9 – Fûts fermés.....	150
	Figure 10 – Fût à sertir pré-isolé.....	151
	Figure 11 – Zones de sertissage.....	151
	Figure 12 – Exemple d'excroissance de sertissage	152
	Figure 13 – Concentricité de l'isolant du fil.....	157
	Figure 14 – Rapport de diamètre pour les fils de sertissage avec différents diamètres de brin individuels.....	160
	Figure 15 – Exemples de contacts à sertir matricés ouverts pour la production automatique.....	161
	Figure 16 – Contact à sertir en B matricé ouvert avec formes de matrice et de poinçon	161

Figure 17 – Désignations des éléments d'un contact à sertir en B ouvert.....	162
Figure 18 – Exemples de matrices (de presse) de sertissage.....	162
Figure 19 – Fût matricé fermé (cosse de câble à sertir)	163
Figure 20 – Différentes formes de sertissage.....	163
Figure 21 – Exemples de matrices de sertissage pour des fûts fermés.....	163
Figure 22 – Cosses de câble tubulaires pour conducteurs de classe 5.....	164
Figure 23 – Cosses de câble tubulaires pour conducteurs de classe 6.....	164
Figure 24 – Procédé de sertissage à 4 empreintes avec des outils réglables	164
Figure 25 – Fût fermé matricé pré-isolé et définition des zones.....	165
Figure 26 – Fûts fermés pré-isolés de différentes conceptions	165
Figure 27 – Exemples de bande de cosses de câble à sertir pré-isolées	165
Figure 28 – Variantes de jonctions de fils non isolées.....	166
Figure 29 – Rapport de diamètre lors du sertissage de fils avec différents diamètres de brins individuels dans des jonctions de fils.....	167
Figure 30 – Mesure de la hauteur de sertissage sur un fût ouvert (sertissage en B).....	171
Figure 31 – Mesure de la hauteur de sertissage sur un fût fermé (sertissage au mandrin)	171
Figure 32 – Mesure de la hauteur de sertissage sur un fût fermé (sertissage à 4 empreintes)	171
Figure 33 – Exemple de points de maintien et de mesure pour la déformation d'un contact.....	173
Figure 34 – Distance par rapport à l'isolant et longueur de dépassement du conducteur.....	173
Figure 35 – Exemples de formes de matrice de manchon isolant	175
Figure 36 – Exemples de manchon isolant.....	176
Figure 37 – Montage d'essai.....	180
Figure 38 – Essai de pliage des connexions serties avec des fûts à sertir non isolés.....	181
Figure 39 – Essai de pliage des connexions serties avec des fûts à sertir pré-isolés	181
Figure 40 – Essai de pliage sur des connexions serties de jonctions de fils	182
Figure 41 – Montage d'essai de vibrations	183
Figure 42 – Montage d'essai pour la mesure de la résistance du sertissage d'une connexion sertie d'un seul conducteur	184
Figure 43 – Mesure de la résistance du sertissage des connexions serties de jonctions de fils ou de plusieurs conducteurs	184
Figure 44 – Résistance du sertissage R_C des connexions serties avec fûts et conducteur en cuivre ($K = 1$).....	186
Figure 45 – Montage d'essai pour les mesures d'échauffement sous une charge en courant	188
Figure 46 – Chambre d'essai de température avec ouverture de ventilation pour les mesures du taux de réduction de l'intensité en fonction de la température	190
Figure 47 – Exemples de montages d'essai	194
Figure 48 – Courant d'essai pour les connexions serties.....	195
Figure 49 – Exemples de spécimens de type A	199
Figure 50 – Exemples de spécimens de type B	199
Figure 51 – Exemples de spécimens de type C	200
Figure 52 – Exemple de spécimen de type D (pré-isolé)	200
Figure 53 – Exemples de spécimens de type E	201

Figure 54 – Exemple de spécimen de type F.....	202
Figure 55 – Spécimen de type G (jonction de fil).....	202
Figure 56 – Spécimen de type H (jonction de fil).....	203
Figure 57 – Programme d'essais de base (voir 8.2).....	214
Figure 58 – Programme d'essais complet (voir 8.3).....	215
Figure A.1 – Fûts ouverts.....	218
Figure A.2 – Fûts fermés.....	219
Figure A.3 – Forme de sertissage dans l'axe du fil.....	220
Figure A.4 – Forme de sertissage inclinée à 90° par rapport à l'axe du fil.....	220
Figure A.5 – Forme de sertissage sans manchon isolant.....	221
Figure A.6 – Forme de sertissage avec fût à sertir pré-isolé.....	221
Figure A.7 – Forme de sertissage sans fût à sertir pré-isolé.....	221
Figure A.8 – Connexions serties utilisant des conducteurs cylindriques massifs.....	222
Figure A.9 – Longueur de dénudage.....	223
Figure A.10 – Exemple de sertissage parallèle (en ligne) et de sertissage oblique.....	231
Figure A.11 – Procédé de sertissage d'un fût ouvert (sertissage en B).....	232
Figure A.12 – Connexions serties correctes sur des contacts à fût ouvert.....	232
Figure A.13 – Instructions de mesure.....	233
Figure A.14 – Procédure de mesure de la hauteur de sertissage.....	234
Figure A.15 – Essai de force d'arrachement pour les connexions serties à une vitesse de traction de 50 mm/min.....	235
Figure A.16 – Détermination de la résistance à la traction intrinsèque du conducteur (50 mm/min).....	237
Figure A.17 – Relations entre la hauteur de sertissage (C_h), la force d'arrachement, la force de sertissage (profondeur d'empreinte) et la conductivité électrique.....	239
Figure A.18 – Essai de force d'arrachement des connexions serties de jonctions de fils (50 mm/min).....	240
Figure A.19 – Représentation du plan de sectionnement du fût à sertir centré dans la zone de sertissage (X).....	241
Figure A.20 – Exemple de contacts à sertir de fût ouvert à alimentation en bout (alimentation longitudinale).....	241
Figure A.21 – Découpe de la connexion sertie.....	241
Figure A.22 – Dimensions relatives à la coupe micrographique des fûts sertis en B.....	243
Figure A.23 – Dimensions relatives à la coupe micrographique des cosses de câble serties et à tube fermé.....	243
Figure A.24 – Dimensions relatives à la coupe micrographique des fûts à sertir à 4 empreintes.....	244
Figure A.25 – Dimensions relatives à la coupe micrographique des fûts à sertir hexagonaux.....	244
Figure A.26 – Dimensions relatives à la coupe micrographique des fûts à sertir (également pré-isolés).....	244
Figure A.27 – Exemples de coupes micrographiques de fûts à sertir.....	245
Figure A.28 – Rapport entre la hauteur C_h et la profondeur de sertissage C_w	246
Figure A.29 – Rapport de distance entre les extrémités serties et l'épaisseur du matériau de base S	246
Figure A.30 – Angle d'appui α_w des flancs de sertissage.....	247

Figure A.31 – Hauteur d'appui L_a des flancs de sertissage	247
Figure A.32 – Distance entre le bord serti et le fond (F_a)	247
Figure A.33 – Épaisseur inférieure résultante S_b après sertissage	247
Figure A.34 – Exigences concernant l'acceptation d'une formation de bavure	247
Figure A.35 – Diagrammes des valeurs de résistance (A et B) pour les conducteurs en cuivre électrolytique ($K = 1$) et pour d'autres matériaux avec $K = 3,8$	252
Figure A.36 – Schéma du circuit de remplacement pour la résistance du sertissage	253
Figure A.37 – Insertion des contacts sertis dans leurs alvéoles.....	256
Figure A.38 – Montage des torons de fils/câbles à contacts sertis.....	257
Figure A.39 – Pliage de torons de fils de connecteurs.....	257
Figure A.40 – Accouplement et désaccouplement de connecteurs multicontacts	258
Tableau 1 – Endommagement admissible des brins	158
Tableau 2 – Conditions préalables de 5.3 relatives aux fûts à sertir pour accéder au programme d'essais de base de 8.2.....	168
Tableau 3 – Conditions préalables de 5.4 relatives aux fils pour accéder au programme d'essais de base de 8.2	168
Tableau 4 – Instruments grossissants pour l'examen visuel	170
Tableau 5 – Exemple de tolérances admissibles pour les mesures de hauteur de sertissage	172
Tableau 6 – Distance par rapport à l'isolant et longueur de dépassement du conducteur sur les fûts fermés	174
Tableau 7 – Force d'arrachement des connexions serties	177
Tableau 8 – Vibrations, sévérités d'essai préférentielles	183
Tableau 9 – Exemple d'autres matériaux	187
Tableau 10 – Longueur de fil L minimale en fonction de la section du conducteur S	190
Tableau 11 – Valeurs de courant (expérimentales) – Méthode alternative d'essai cyclique de charge en courant	196
Tableau 12 – Nombre de spécimens	203
Tableau 13 – Groupe d'essais B0	205
Tableau 14 – Groupe d'essais B1	205
Tableau 15 – Groupe d'essais B2	206
Tableau 16 – Groupe d'essais B3	206
Tableau 17 – Groupe d'essais B4	207
Tableau 18 – Groupe d'essai B5	207
Tableau 19 – Groupe d'essais F0	208
Tableau 20 – Groupe d'essais F1	209
Tableau 21 – Groupe d'essais F2	209
Tableau 22 – Groupe d'essais F3	210
Tableau 23 – Groupe d'essais F4	210
Tableau 24 – Groupe d'essais F5	211
Tableau 25 – Groupe d'essais F6	211
Tableau 26 – Groupe d'essais F7	211
Tableau 27 – Groupe d'essais F8	212

Tableau 28 – Groupe d’essais F9	212
Tableau 29 – Groupe d’essais F10.....	213
Tableau 30 – Groupe d’essais F11.....	213
Tableau 31 – Groupe d’essais F12.....	213
Tableau A.1 – Dénudage des conducteurs câblés (exigences de qualité bonne à suffisante).....	224
Tableau A.2 – Dénudage des conducteurs câblés (défauts ou états selon le Tableau 1)	225
Tableau A.3 – État des fûts usinés fermés	227
Tableau A.4 – État des fûts ouverts (sertissage en B).....	228
Tableau A.5 – Dimensions minimales et tolérances pour l’excroissance d’entrée sur une zone de sertissage en B.....	229
Tableau A.6 – Condition de position de l’isolant du fil dans le manchon isolant.....	229
Tableau A.7 – Valeurs minimales recommandées de la force d’arrachement pour les conducteurs en cuivre électrolytique ayant une résistance à la traction de 200 N/mm ² (par exemple selon l’EN 13602)	236
Tableau A.8 – Exemples de valeurs de force d’arrachement (rupture) des conducteurs câblés européens disponibles dans le commerce	237
Tableau A.9 – Exemples de valeurs de force d’arrachement (fracture) des conducteurs câblés américains disponibles dans le commerce	237
Tableau A.10 – Détermination des forces d’arrachement minimales par rapport à la section respective et à la résistance à la traction intrinsèque du conducteur	238
Tableau A.11 – Valeurs de force d’arrachement pour les connexions serties de jonctions aboutées	240
Tableau A.12 – Valeurs de hauteur d’appui L_a	247
Tableau A.13 – État des coupes micrographiques	248
Tableau A.14 – État "correct" du manchon isolant pour les sertissages en B et en O (recouvrement asymétrique et symétrique et sertissage d’enveloppe)	249
Tableau A.15 – État "PID" du manchon isolant pour les sertissages en B et en O (recouvrement asymétrique et symétrique et sertissage d’enveloppe)	250
Tableau A.16 – État "incorrect" du manchon isolant pour les sertissages en B et en O (recouvrement asymétrique et symétrique et sertissage d’enveloppe)	250
Tableau A.17 – Caractéristiques des fûts à sertir des jonctions de fils	251
Tableau A.18 – Résistance du sertissage (valeurs initiales maximales autorisées A) pour $K = 1$ (cuivre électrolytique)	254
Tableau A.19 – Résistance du sertissage (après l’application de la charge, R_{CR}) pour $K = 1$ (cuivre électrolytique)	254
Tableau A.20 – Résistance du sertissage (valeurs initiales maximales autorisées A) pour $K \approx 3,8$ (nickel-laiton, brillant)	254
Tableau A.21 – Résistance de contact (après l’application de la charge, R_{CR}) pour $K \approx 3,8$ (nickel-laiton, brillant)	254
Tableau A.22 – Résistance du sertissage (valeurs initiales maximales autorisées A) pour $K = 6,4$ (bronze étamé)	255
Tableau A.23 – Résistance du sertissage (après application de la charge, R_{CR}) pour $K = 6,4$ (bronze étamé)	255

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONNEXIONS SANS SOUDURE –

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

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 60352-2 a été établie par le sous-comité 48B: Connecteurs électriques, du comité d'études 48 de l'IEC: Connecteurs électriques et structures mécaniques pour les équipements électriques et électroniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2006 et l'Amendement 1:2013. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) les anciens Articles 6 à 15 ont été transférés dans une nouvelle Annexe A, informative, intitulée "Recommandations pratiques";
- b) plusieurs définitions ont été ajoutées (conducteur, fil, câble, sertissage, connexion sertie, contact à sertir, terminal/borne, embout, embout pré-isolé, raccordement, dispositif de connexion, jonction de fil, support isolant, manchon isolant, connexion sertie pré-isolée, outil de sertissage/pince à sertir/machine de sertissage, tourelle, positionneur, mécanisme contrôlant le cycle de sertissage total, berceau de sertissage/matrice de sertissage, empreinte de sertissage, poinçon de sertissage/mors de sertissage, hauteur de sertissage, trou d'inspection du contact, gamme de fils du fût à sertir, section nominale, section géométrique (réelle), conducteur câblé, excroissance de sertissage, profondeur de sertissage, fabricant, utilisateur, indicateur de processus (PID));
- c) une classification à trois niveaux par classe de produit fini a été introduite à l'Article 4, Exécution, basée sur le niveau de fiabilité attendu de l'application d'utilisation finale pour laquelle les connexions serties étudiées sont adaptées, de façon analogue au 4.3 de l'IEC 61191-1:2018 pour les ensembles électriques et électroniques brasés;
- d) pour une meilleure compréhension, l'ancien paragraphe 4.5, Connexions serties, désormais renuméroté et renommé 5.5, Conditions préalables relatives aux connexions serties, a été scindé en plusieurs paragraphes à trois niveaux ayant chacun un titre assigné;
- e) un endommagement admissible des brins a été introduit en référence à la classification à trois niveaux par application d'utilisation finale, pour la production des spécimens pour essai;
- f) sur la base de l'expérience de l'industrie, au 5.3.1, la teneur minimale en cuivre d'un alliage de cuivre adapté pour la fabrication des fûts à sertir a été abaissée à 57 % (au lieu des 60 % d'origine);
- g) l'allongement à la rupture du cuivre recuit adapté pour les conducteurs à sertir a été porté à 15 % (au lieu des 10 % d'origine);
- h) la section des conducteurs utilisés à des fins d'essai peut être la section nominale (commerciale), à la place de la section géométrie (réelle) pour les fils dont la section nominale est supérieure à 2,5 mm² (voir 5.4.3), la section géométrique (réelle) étant la référence en cas de litige sur les résultats d'essai;
- i) un facteur à considérer pour la concentricité de l'isolant a été ajouté en 5.4.5;
- j) l'ancien paragraphe 5.2.1, Examen général, est maintenant renuméroté et renommé 7.1, Examen général des fûts à sertir et des fils (par la suite appelé examen des pièces), et un nouveau paragraphe 7.2, Examen des dimensions de sertissage, a été ajouté, pour couvrir l'examen des dimensions après sertissage, avec plusieurs nouveaux paragraphes à trois niveaux: 7.2.1 Hauteur de sertissage C_h , largeur de sertissage C_w et largeur de sertissage mesurable C_{wm} , 7.2.2 Déformation des contacts après sertissage, 7.2.3 Examen visuel de la distance par rapport à l'isolant et de la longueur de dépassement du conducteur, 7.2.4 Examen visuel des connexions serties de jonctions de fils, 7.2.5 Examen visuel des connexions serties sur des fûts (usinés) fermés, 7.2.6 Examen visuel des connexions serties sur des fûts ouverts à sertissage en B, 7.2.7 Examen visuel des connexions serties sur fût ouvert avec manchon isolant;
- k) les exigences relatives à la force d'arrachement (résistance à la traction) couvrant les exigences de sécurité des connexions serties du Tableau 1 de l'IEC 60352-2:2006, ici renuméroté Tableau 5, ont été conservées; des valeurs obtenues par interpolation pour les sections les plus utilisées de 0,34 mm² et 0,37 mm² ont été ajoutées. La référence à l'IEC 61210 en tant que source de ces valeurs de sécurité a été supprimée car elle était en partie inexacte. Une spécification facultative d'exigences plus strictes concernant la force d'arrachement, basée sur la classification par produit fini tel que spécifié en 5.1, et plus représentative de ce qui peut être obtenu sur la base du type de fût à sertir, de la forme du sertissage, du matériau et du revêtement du fût et du fil, a été introduite en A.7.3;
- l) un essai de coupe micrographique (facultatif) a été ajouté en 7.3.2;
- m) un essai de vibrations (facultatif) a été ajouté en 7.3.7;

- n) un essai de courant limite (facultatif) a été ajouté en 7.4.3;
- o) une méthode alternative d'essai cyclique de charge en courant a été ajoutée en 7.5.5;
- p) un essai (facultatif) de corrosion dans un flux de mélange de gaz a été ajouté en 7.6.2;
- q) le sertissage à basse température (ancien paragraphe 5.4.2.5) a été complété en 7.5.6 en reproduisant la méthode d'essai déjà présente dans l'IEC 60352-2:1990, 11.4.5;
- r) les types de spécimens pour essai ont été élargis: un nouveau type A a été ajouté, le type B correspond à l'ancien type A, le type C correspond à l'ancien type B, le type D correspond à l'ancien type C, le type E correspond à l'ancien type D modifié par l'ajout de fils de référence, le type F correspond à l'ancien type E, et de nouveaux types G et H ont été ajoutés pour réaliser des essais sur les jonctions de fils;
- s) les références normatives et la Bibliographie ont été mises à jour et enrichies, si cela est exigé.

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

Projet	Rapport de vote
48B/3110/FDIS	48B/3128/RVD

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

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60352, publiées sous le titre général *Connexions sans soudure*, se trouve sur le site Web de l'IEC.

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

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'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

Le présent document spécifie les exigences et les essais applicables aux connexions serties, ainsi que des recommandations pratiques à l'Annexe A.

Deux programmes d'essais sont proposés:

- un programme d'essais de base qui s'applique aux connexions serties sans soudure conformes à toutes les conditions préalables de l'Article 5. Il est tiré de l'expérience acquise sur des applications menées à bien sur de telles connexions;
- un programme d'essais complet qui s'applique aux connexions serties sans soudure qui ne sont pas totalement conformes à toutes les conditions préalables de l'Article 5, par exemple à celles réalisées avec des fils massifs, en utilisant des matériaux ou des traitements de surface non couverts par l'Article 4.

Ce système permet un contrôle des performances optimisé en matière de coût et de temps, en utilisant le programme d'essais de base réduit pour les connexions serties éprouvées et un programme d'essais complet étendu pour les connexions exigeant une vérification complète des performances.

Une spécification particulière du produit, ou la spécification du fabricant, relative aux connexions serties et/ou aux ensembles de câbles associés, ainsi qu'aux contacts à sertir, aux embouts ou aux jonctions de fils, peut inclure des essais supplémentaires afin de vérifier l'amélioration des performances ou la conformité aux classes de produits spécifiées, ou les deux. Elle peut également faire référence au présent document avec des sévérités d'essai et des critères d'acceptation différents de ceux prévus dans l'un des deux programmes d'essais, ainsi que prévoir un programme d'essais intermédiaire. Les exigences de la spécification particulière du produit ou de la spécification du fabricant prévalent.

La conformité de la connexion sertie implique que les exigences et les essais spécifiés s'appliquent à tous les facteurs liés à la production d'une connexion sertie appropriée, à savoir:

- le fût à sertir, qui peut faire partie intégrante d'une jonction de fil, d'un embout ou d'un contact à sertir, le contact étant destiné à être utilisé dans un connecteur monobroche ou multicontact;
- le fil (ou la gamme de fils) pour lequel (laquelle) le raccordement est approprié;
- les outils exigés pour produire ce type de connexion sans soudure.

Les recommandations pratiques de l'Annexe A font office de lignes directrices pour l'exécution exigée. L'attention est attirée sur le fait que certaines branches de l'industrie (par exemple automobile, aérospatiale, nucléaire, militaire) peuvent avoir des normes d'exécution ou des exigences de qualité spécifiques, ou les deux, qui sortent du domaine d'application du présent document.

Le Guide 109 de l'IEC met en évidence la nécessité de réduire le plus possible l'incidence d'un produit sur l'environnement naturel tout au long de son cycle de vie.

Il est entendu que certains matériaux autorisés par le présent document peuvent avoir un impact négatif sur l'environnement.

Au fur et à mesure que les avancées technologiques aboutiront à des alternatives acceptables pour ces matériaux, ceux-ci seront éliminés des futures éditions du présent document.

CONNEXIONS SANS SOUDURE –

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

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60352 s'applique aux connexions serties sans soudure réalisées avec:

- des fûts à sertir non isolés ou pré-isolés, de conception appropriée, utilisés en tant que parties de contacts à sertir, d'embouts ou de jonctions de fils; et
- des fils câblés de section comprise entre 0,05 mm² et 10 mm²; ou
- des fils massifs de 0,25 mm à 3,6 mm de diamètre;

destinés à être utilisés dans des équipements électriques et électroniques.

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

La présente partie de l'IEC 60352 ne s'applique pas au sertissage des câbles coaxiaux.

La présente partie de l'IEC 60352 détermine la conformité des connexions serties sans soudure telles que décrites ci-dessus, dans des conditions mécaniques, électriques et atmosphériques spécifiées, et fournit un moyen pour comparer les résultats d'essai lorsque les outils utilisés pour réaliser les connexions sont de conception ou de fabrication différentes.

2 Références normatives

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

IEC 60050-581, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 581: Composants électromécaniques pour équipements électroniques*

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

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

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-60, *Essais d'environnement – Partie 2-60: Essais – Essai Ke: Essai de corrosion dans un flux de mélange de gaz*

IEC 60228, *Âmes des câbles isolés*

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

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

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

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

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

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

IEC 60512-4-3, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 4-3: Essais de contrainte diélectrique – Essai 4c: Tension de tenue pour fûts pré-isolés de sertissage*

IEC 60512-5-2, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 5-2: Essais de courant limite – Essai 5b: Taux de réduction de l'intensité en fonction de la température*

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

IEC 60512-9-5, *Connecteurs pour équipements électriques et électroniques – Essais et mesures – Partie 9-5: Essais d'endurance – Essai 9e: Charge en courant, essai cyclique*

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

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

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

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

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

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

IEC 60512-16-4, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 16-4: Essais mécaniques des contacts et des sorties – Essai 16d: Résistance à la traction (connexions serties)*

IEC 60512-16-7, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 16-7: Essais mécaniques des contacts et des sorties – Essai 16g: Mesure de la déformation d'un contact après sertissage*

IEC 60512-16-8, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 16-8: Essais mécaniques des contacts et des sorties – Essai 16h: Efficacité du manchon isolant (connexions serties)*

IEC 60512-19-1, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 19-1: Essais de résistance chimique – Essai 19a: Résistance aux fluides des cosses de sertissage préisolés*