



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Connectors for electrical and electronic equipment –  
Tests and measurements –  
Part 28-100: Signal integrity tests up to 2 000 MHz – Tests 28a to 28g**

**Connecteurs pour équipements électriques et électroniques –  
Essais et mesures –  
Partie 28-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 2 000 MHz – Essais  
28a à 28g**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 31.220.10

ISBN 978-2-8322-7590-0

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

## CONTENTS

FOREWORD .....	6
1 Scope .....	8
2 Normative references .....	8
3 Terms, definitions and abbreviated terms .....	10
3.1 Terms and definitions.....	10
3.2 Abbreviated terms.....	11
4 Overall test arrangement .....	11
4.1 General.....	11
4.2 Test instrumentation .....	11
4.2.1 General .....	11
4.2.2 Vector network analyser .....	11
4.2.3 RF switching unit.....	12
4.2.4 Reference loads and termination loads .....	12
4.3 Measurement precautions .....	12
4.4 Mixed mode S-parameter nomenclature .....	13
4.5 Coaxial cables and interconnect for network analyzers .....	14
4.6 Characteristic for switching matrices .....	14
4.7 Test fixture requirements .....	15
4.7.1 Test fixture types .....	15
4.8 Requirements for termination performance at calibration plane .....	15
4.9 Reference loads for calibration .....	15
4.10 Calibration .....	16
4.10.1 General .....	16
4.10.2 Calibration test interface.....	16
4.10.3 Calibration at end of coaxial test cables.....	16
4.11 Termination loads for termination of conductor pairs .....	17
4.11.1 General .....	17
4.11.2 Impedance matching resistor termination networks .....	17
4.12 Termination of screens .....	17
4.13 Test specimen and reference planes.....	18
4.13.1 General .....	18
4.13.2 Interconnections between device under test (DUT) and the calibration plane .....	18
4.14 Overall test setup requirements .....	20
5 Connector measurements up to 2 000 MHz .....	21
5.1 General.....	21
5.2 Insertion loss, test 28a.....	21
5.2.1 Object.....	21
5.2.2 Connecting hardware insertion loss .....	21
5.2.3 Test method .....	21
5.2.4 Test set-up .....	21
5.2.5 Procedure.....	21
5.2.6 Test report.....	22
5.2.7 Accuracy .....	22
5.3 Return loss, test 28b.....	22
5.3.1 Object.....	22

5.3.2	Connecting hardware return loss .....	22
5.3.3	Test method .....	22
5.3.4	Test set-up .....	23
5.3.5	Procedure.....	23
5.3.6	Test report.....	23
5.3.7	Accuracy .....	23
5.4	Near-end crosstalk (NEXT), test 28c .....	23
5.4.1	Object.....	23
5.4.2	Connecting hardware NEXT .....	23
5.4.3	Test method .....	24
5.4.4	Test set-up .....	24
5.4.5	Procedure.....	24
5.4.6	Test report.....	25
5.4.7	Accuracy .....	25
5.5	Far-end crosstalk (FEXT), test 28d .....	25
5.5.1	Object.....	25
5.5.2	Connecting hardware FEXT .....	25
5.5.3	Test method .....	25
5.5.4	Test set-up .....	25
5.5.5	Procedure.....	26
5.5.6	Test report.....	26
5.5.7	Accuracy .....	26
5.6	Transverse conversion loss (TCL), test 28f .....	27
5.6.1	Object.....	27
5.6.2	Connecting hardware TCL .....	27
5.6.3	Test method .....	27
5.6.4	Test set-up .....	27
5.6.5	Procedure.....	28
5.6.6	Test report.....	28
5.6.7	Accuracy .....	28
5.7	Transverse conversion transfer loss (TCTL), test 28g .....	28
5.7.1	Object.....	28
5.7.2	Connecting hardware TCTL .....	29
5.7.3	Test method .....	29
5.7.4	Test set-up .....	29
5.7.5	Procedure.....	29
5.7.6	Test report.....	29
5.7.7	Accuracy .....	30
5.8	Shield transfer impedance ( $Z_T$ ), test 26e .....	30
5.8.1	Object.....	30
5.8.2	Connecting hardware Ttransfer impedance ( $Z_T$ ).....	30
5.8.3	Test method .....	30
5.8.4	Test set-up .....	30
5.8.5	Procedure.....	30
5.8.6	Test report.....	31
5.8.7	Accuracy .....	31
5.9	Coupling attenuation ( $a_C$ ) .....	31
5.9.1	Object.....	31
5.9.2	Connecting hardware coupling attenuation ( $a_C$ ).....	31

5.9.3	Test method .....	31
5.9.4	Test set-up .....	31
5.9.5	Procedure.....	31
5.9.6	Test report.....	32
5.9.7	Accuracy .....	32
Annex A (informative) Derivation of mixed mode parameters using the modal decomposition technique .....		33
A.1	General.....	33
A.2	Example of a calculation .....	33
Annex B (normative) Indirect-reference test fixtures.....		36
B.1	General.....	36
B.2	Requirements .....	36
B.2.1	General requirements .....	36
B.2.2	Specific requirements .....	36
Annex C (normative) Direct-probe test fixtures.....		38
C.1	General.....	38
C.2	Requirements .....	38
C.2.1	General requirements .....	38
C.2.2	Specific requirements .....	38
Annex D (normative) Specialized test fixtures .....		40
D.1	General.....	40
D.2	Requirements .....	40
D.2.1	General requirements .....	40
D.2.2	Specific requirements .....	40
Annex E (informative) Symmetry verification of resistors used for calibration .....		41
Bibliography.....		44
Figure 1 – Diagram of a single ended 4-port device .....		13
Figure 2 – Diagram of a balanced 2-port device .....		13
Figure 3 – Calibration of reference loads .....		16
Figure 4 – Resistor termination networks .....		17
Figure 5 – Definition of reference planes.....		18
Figure 6 – Insertion loss and TCTL measurement .....		22
Figure 7 – NEXT measurement .....		24
Figure 8 – FEXT measurement .....		26
Figure 9 – Return loss and TCL measurement .....		27
Figure A.1 – Voltage and current on balanced DUT.....		33
Figure A.2 – Voltage and current on unbalanced DUT.....		34
Figure E.1 – Example of 50 Ω SMA termination comparison (1 MHz – 100 MHz).....		42
Figure E.2 – Comparison of phase selected and only magnitude selected terminations.....		42
Table 1 – Mixed mode S-parameter nomenclature .....		14
Table 2 – Switch performance requirements .....		14
Table 3 – Requirements for terminations at calibration plane .....		15
Table 4 – Interconnection DM return loss requirements.....		20
Table 5 – Overall test setup requirements .....		20

Table B.1 – IEC 60603-7 series, 8-pole connector types detail specifications and respective detail connector test procedures standards .....	36
Table B.2 – Reference connector crosstalk (NEXT) vector .....	37
Table C.1 – Direct-probe test fixture requirements .....	38

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### CONNECTORS FOR ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT – TESTS AND MEASUREMENTS –

#### Part 28-100: Signal integrity tests up to 2 000 MHz – Tests 28a to 28g

#### FOREWORD

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

International Standard IEC 60512-28-100 has been prepared by subcommittee 48B: Electrical connectors, of IEC technical committee 48: Electrical connectors and mechanical structures for electrical and electronic equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition, issued in 2013, and constitutes a technical revision.

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

- The title is revised from 1 000 MHz to 2 000 MHz to reflect the range of frequencies which may be tested.
- All tables and requirements have been revised up to 2 000 MHz.

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

FDIS	Report on voting
48B/2756/FDIS	48B/2766/RVD

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

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

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

A list of all parts of IEC 60512 series, under the general title *Connectors for electrical and electronic equipment – Tests and measurements* 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 "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

**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 document using a colour printer.**

## CONNECTORS FOR ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT – TESTS AND MEASUREMENTS –

### Part 28-100: Signal integrity tests up to 2 000 MHz – Tests 28a to 28g

#### 1 Scope

This part of IEC 60512 specifies the test methods for signal integrity and transmission performance for connectors specified in respective parts of IEC 60603-7, IEC 61076-1, IEC 61076-2, and IEC 61076-3 standards for connecting hardware applications up to 2 000 MHz. It is also suitable for testing lower frequency connectors, however, the test methodology specified in the detail specification for any given connector remains the reference conformance test for that connector. The above list of connector series of standards does not preclude referencing this document in other connector manufacturer's specifications or published standards.

Test procedures provided herein are:

- insertion loss, test 28a;
- return loss, test 28b;
- near-end crosstalk (NEXT) test 28c;
- far-end crosstalk (FEXT), test 28d;
- transverse conversion loss (TCL), test 28f;
- transverse conversion transfer loss (TCTL), test 28g.

Other test procedures referenced herein are:

- transfer impedance ( $Z_T$ ), see IEC 60512-26-100, test 26e.
- for coupling attenuation ( $a_C$ ), see IEC 62153-4-12.

#### 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 60169-15, *Radio-frequency connectors – Part 15: R.F. coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 4,13 mm (0.163 in) with screw coupling – Characteristic impedance 50 ohms (Type SMA)*

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

IEC 60512-26-100, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 26-100: Measurement setup, test and reference arrangement and measurements for connectors according to IEC 60603-7 – Tests 26a to 26g*



IEC 60512-27-100, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 27-100: Signal integrity tests up to 500 MHz on 60603-7 series connectors – Tests 27a to 27g*

IEC PAS 60512-27-200, *Connecteurs for electrical and electronic equipment – Tests and measurements – Part 27-200: Additional specifications for signal integrity tests up to 2 000 MHz on IEC 60603-7 series connectors – Tests 27a to 27g*

IEC 60512-29-100, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 29-100: Signal integrity tests up to 500 MHz on M12 style connectors – Tests 29a to 29g*

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

IEC 60603-7-1, *Connectors for electronic equipment – Part 7-1: Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors*

IEC 60603-7-2, *Connectors for electronic equipment – Part 7-2: Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 100 MHz*

IEC 60603-7-3, *Connectors for electronic equipment – Part 7-3: Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors, for data transmission with frequencies up to 100 MHz*

IEC 60603-7-4, *Connectors for electronic equipment – Part 7-4: Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 250 MHz*

IEC 60603-7-5, *Connectors for electronic equipment – Part 7-5: Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 250 MHz*

IEC 60603-7-7, *Connectors for electronic equipment – Part 7-7: Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors for data transmission with frequencies up to 600 MHz*

IEC 60603-7-41, *Connectors for electronic equipment – Part 7-41: Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 500 MHz*

IEC 60603-7-51, *Connectors for electronic equipment – Part 7-51: Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 500 MHz*

IEC 60603-7-71, *Connectors for electronic equipment – Part 7-71: Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors, for data transmission with frequencies up to 1 000 MHz*

IEC 60603-7-81, *Connectors for electronic equipment – Part 7-81: Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 2 000 MHz*

IEC 60603-7-82, *Connectors for electronic equipment – Part 7-82: Detail specification for 8-way, 12 contacts, shielded, free and fixed connectors, for data transmission with frequencies up to 2 000 MHz*

IEC 61076-1, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 1: Generic specification*

IEC 61076-2, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2: Sectional specification for circular connectors*

IEC 61076-2-109, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-109: Circular connectors – Detail specification for connectors with M 12 x 1 screw-locking, for data transmission frequencies up to 500 MHz*

IEC 61076-3, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3: Rectangular connectors – Sectional specification*

IEC 61076-3-104, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-104: Detail specification for 8-way, shielded free and fixed connectors for data transmissions with frequencies up to 2 000 MHz*

IEC 61076-3-110, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-110: Detail specification for free and fixed connectors for data transmission with frequencies up to 3 000 MHz*

IEC 61156-1, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1: Generic specification*

IEC 61156-9, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 9: Cables for channels with transmission characteristics up to 2 GHz – Sectional specification*

IEC 61156-10:2016, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 10: Cables for cords with transmission characteristics up to 2 GHz – Sectional specification*

IEC 61169-16, *Radio-frequency connectors – Part 16: RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 7 mm (0,276 in) with screw coupling – Characteristic impedance 50 ohms (75 ohms) (Type N)*

IEC 62153-4-12, *Metallic communication cable test methods – Part 4-12: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling attenuation or screening attenuation of connecting hardware – Absorbing clamp method*

ISO/IEC 11801-1:2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1: General requirements*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	50
1 Domaine d'application .....	52
2 Références normatives .....	52
3 Termes, définitions et termes abrégés .....	54
3.1 Termes et définitions .....	55
3.2 Termes abrégés .....	55
4 Dispositif d'essai global .....	55
4.1 Généralités .....	55
4.2 Instrumentation d'essai .....	56
4.2.1 Généralités .....	56
4.2.2 Analyseur vectoriel de réseau .....	56
4.2.3 Unité de commutation RF .....	56
4.2.4 Charges de référence et charges de sortie .....	56
4.3 Précautions de mesure .....	56
4.4 Nomenclature des paramètres S en mode mixte .....	57
4.5 Câbles coaxiaux et interconnexion pour analyseurs de réseau .....	58
4.6 Caractéristiques pour les matrices de commutation .....	59
4.7 Exigences du dispositif d'essai .....	59
4.7.1 Types de dispositifs d'essai .....	59
4.8 Exigences relatives aux performances des terminaisons sur le plan d'étalonnage .....	59
4.9 Charges de référence pour l'étalonnage .....	60
4.10 Etalonnage .....	60
4.10.1 Généralités .....	60
4.10.2 Interface d'essai pour l'étalonnage .....	61
4.10.3 Etalonnage à l'extrémité des câbles d'essai coaxiaux .....	61
4.11 Charges de sortie pour la terminaison des paires de conducteurs .....	61
4.11.1 Généralités .....	61
4.11.2 Réseaux de charges résistives d'adaptation d'impédance .....	62
4.12 Sortie des écrans .....	62
4.13 Epreuve et plans de référence .....	62
4.13.1 Généralités .....	62
4.13.2 Interconnexions entre le dispositif en essai (DUT) et le plan d'étalonnage .....	63
4.14 Exigences du montage d'essai global .....	65
5 Mesures des connecteurs jusqu'à 2 000 MHz .....	66
5.1 Généralités .....	66
5.2 Perte d'insertion, essai 28a .....	66
5.2.1 Objet .....	66
5.2.2 Perte d'insertion d'un matériel de connexion .....	66
5.2.3 Méthode d'essai .....	66
5.2.4 Montage d'essai .....	66
5.2.5 Procédure .....	66
5.2.6 Rapport d'essai .....	67
5.2.7 Exactitude .....	67
5.3 Affaiblissement de réflexion, essai 28b .....	67

5.3.1	Objet .....	67
5.3.2	Affaiblissement de réflexion d'un matériel de connexion .....	68
5.3.3	Méthode d'essai .....	68
5.3.4	Montage d'essai .....	68
5.3.5	Procédure.....	68
5.3.6	Rapport d'essai .....	68
5.3.7	Exactitude .....	68
5.4	Paradiaphonie (NEXT), essai 28c .....	69
5.4.1	Objet .....	69
5.4.2	Paradiaphonie d'un matériel de connexion.....	69
5.4.3	Méthode d'essai .....	69
5.4.4	Montage d'essai .....	69
5.4.5	Procédure.....	70
5.4.6	Rapport d'essai .....	70
5.4.7	Exactitude .....	70
5.5	Télédiaphonie (FEXT), essai 28d .....	71
5.5.1	Objet .....	71
5.5.2	Télédiaphonie d'un matériel de connexion .....	71
5.5.3	Méthode d'essai .....	71
5.5.4	Montage d'essai .....	71
5.5.5	Procédure.....	72
5.5.6	Rapport d'essai .....	72
5.5.7	Exactitude .....	72
5.6	Perte de conversion transverse (TCL), essai 28f.....	72
5.6.1	Objet .....	72
5.6.2	Perte de conversion transverse (TCL) d'un matériel de connexion.....	72
5.6.3	Méthode d'essai .....	72
5.6.4	Montage d'essai .....	73
5.6.5	Procédure.....	73
5.6.6	Rapport d'essai .....	74
5.6.7	Exactitude .....	74
5.7	Perte de transfert de conversion transverse (TCTL), essai 28g .....	74
5.7.1	Objet .....	74
5.7.2	Perte de transfert de conversion transverse d'un matériel de connexion .....	74
5.7.3	Méthode d'essai .....	74
5.7.4	Montage d'essai .....	75
5.7.5	Procédure.....	75
5.7.6	Rapport d'essai .....	75
5.7.7	Exactitude .....	75
5.8	Impédance de transfert d'un blindage ( $Z_T$ ), essai 26e .....	76
5.8.1	Objet .....	76
5.8.2	Impédance de transfert d'un matériel de connexion ( $Z_T$ ).....	76
5.8.3	Méthode d'essai .....	76
5.8.4	Montage d'essai .....	76
5.8.5	Procédure.....	76
5.8.6	Rapport d'essai .....	77
5.8.7	Exactitude .....	77
5.9	Affaiblissement de couplage ( $a_C$ ).....	77
5.9.1	Objet .....	77

5.9.2	Affaiblissement de couplage d'un matériel de connexion ( $a_C$ ).....	77
5.9.3	Méthode d'essai .....	77
5.9.4	Montage d'essai .....	77
5.9.5	Procédure.....	77
5.9.6	Rapport d'essai .....	78
5.9.7	Exactitude .....	78
Annexe A (informative) Dérivation des paramètres en mode mixte en utilisant la technique de décomposition modale .....		79
A.1	Généralités .....	79
A.2	Exemple de calcul.....	79
Annexe B (normative) Dispositifs d'essai à référence indirecte .....		82
B.1	Généralités .....	82
B.2	Exigences .....	82
B.2.1	Exigences générales .....	82
B.2.2	Exigences spécifiques .....	82
Annexe C (normative) Dispositifs d'essai à sonde directe .....		84
C.1	Généralités .....	84
C.2	Exigences .....	84
C.2.1	Exigences générales .....	84
C.2.2	Exigences spécifiques .....	84
Annexe D (normative) Dispositifs d'essai spéciaux .....		86
D.1	Généralités .....	86
D.2	Exigences .....	86
D.2.1	Exigences générales .....	86
D.2.2	Exigences spécifiques .....	86
Annexe E (informative) Vérification de la symétrie des résistances utilisées pour l'étalonnage .....		87
Bibliographie.....		90
Figure 1 – Schéma d'un dispositif à 4 accès asymétriques.....		57
Figure 2 – Schéma d'un dispositif à 2 accès équilibrés .....		58
Figure 3 – Etalonnage des charges de référence .....		60
Figure 4 – Réseaux de charges résistives.....		62
Figure 5 – Définition des plans de référence .....		63
Figure 6 – Perte d'insertion et mesure de perte de transfert de conversion transverse (TCTL).....		67
Figure 7 – Mesure de la paradiaphonie .....		69
Figure 8 – Mesure de la télédiaphonie .....		71
Figure 9 – Mesure d'affaiblissement de réflexion et de perte de conversion transverse (TCL).....		73
Figure A.1 – Tension et intensité sur un DUT équilibré .....		79
Figure A.2 – Tension et intensité sur un DUT déséquilibré.....		80
Figure E.1 – Exemple de comparaison de terminaisons SMA de 50 $\Omega$ (1 MHz – 100 MHz).....		88
Figure E.2 – Comparaison de terminaisons choisies par phase et uniquement par ordre de grandeur .....		88

Tableau 1 – Nomenclature des paramètres S en mode mixte .....	58
Tableau 2 – Exigences de performances de commutation .....	59
Tableau 3 – Exigences relatives aux terminaisons sur le plan d'étalonnage .....	60
Tableau 4 – Exigences relatives à l'affaiblissement de réflexion DM d'une interconnexion .....	65
Tableau 5 – Exigences du montage d'essai global .....	65
Tableau B.1 – Spécifications particulières des types de connecteurs à 8 voies de la série IEC 60603-7 et normes respectives relatives aux procédures détaillées d'essai des connecteurs .....	82
Tableau B.2 – Vecteur de paradiaphonie (NEXT) des connecteurs de référence .....	83
Tableau C.1 – Exigences relatives aux dispositifs d'essai à sonde directe .....	84

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### CONNECTEURS POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES – ESSAIS ET MESURES –

#### Partie 28-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 2 000 MHz – Essais 28a à 28g

#### AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60512-28-100 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.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2013 et constitue une révision technique.

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

- Le titre a été modifié, 1 000 MHz a été remplacé par 2 000 MHz afin de refléter la plage des fréquences qui peuvent être soumises à des essais.

- Tous les tableaux et toutes les exigences ont été révisés jusqu'à 2 000 MHz.

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

FDIS	Rapport de vote
48B/2756/FDIS	48B/2766/RVD

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60512, sous le titre général *Connecteurs pour équipements électriques et électroniques – Essais et mesures* peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

**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.**



## CONNECTEURS POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES – ESSAIS ET MESURES –

### Partie 28-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 2 000 MHz – Essais 28a à 28g

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60512 spécifie les méthodes d'essai d'intégrité des signaux et de qualité de transmission pour des connecteurs spécifiés dans les parties respectives des normes IEC 60603-7, IEC 61076-1, IEC 61076-2 et IEC 61076-3 pour des applications de matériel de connexion jusqu'à 2 000 MHz. Elle s'applique également aux essais de connecteurs de fréquences inférieures, mais la méthodologie d'essai stipulée dans la spécification particulière pour tout connecteur donné reste l'essai de conformité de référence pour le connecteur en question. La liste ci-dessus de séries de normes concernant les connecteurs n'exclut pas le fait de faire référence au présent document dans d'autres normes publiées ou spécifications des fabricants de connecteurs.

Les procédures spécifiées ici sont:

- perte d'insertion, essai 28a;
- affaiblissement de réflexion, essai 28b;
- paradiaphonie (NEXT), essai 28c;
- télédiaphonie (FEXT), essai 28d;
- perte de conversion transverse (TCL), essai 28f;
- perte de transfert de conversion transverse (TCTL), essai 28g.

Les autres procédures citées ici en référence sont:

- impédance de transfert ( $Z_T$ ), voir l'IEC 60512-26-100, essai 26e;
- pour l'affaiblissement de couplage ( $a_C$ ), voir l'IEC 62153-4-12.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 (IEV) – Partie 581: Composants électromécaniques pour équipements électroniques*

IEC 60169-15, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 15: Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques avec diamètre intérieur du conducteur extérieur de 4,13 mm (0,163 in) à verrouillage à vis – Impédance caractéristique 50 ohms (type SMA)*

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

IEC 60512-26-100, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 26-100: Montage de mesure, dispositifs d'essai et de référence et mesures pour les connecteurs conformes à l'IEC 60603-7 – Essais 26a à 26g*

IEC 60512-27-100, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 27-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 500 MHz sur les connecteurs de la série IEC 60603-7 – Essais 27a à 27g*

IEC PAS 60512-27-200, *Connecteurs for electrical and electronic equipment – Tests and measurements – Part 27-200: Additional specifications for signal integrity tests up to 2 000 MHz on IEC 60603-7 series connectors – Tests 27a to 27g* (disponible en anglais seulement)

IEC 60512-29-100, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 29-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 500 MHz sur les connecteurs de type M12 – Essais 29a à 29g*

IEC 60603-7, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7: Spécification particulière pour les fiches et les embases non écrantées à 8 voies*

IEC 60603-7-1, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-1: Spécification particulière pour les fiches et les embases écrantées à 8 voies*

IEC 60603-7-2, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-2: Spécification particulière pour les fiches et les embases non blindées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 100 MHz*

IEC 60603-7-3, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-3: Spécification particulière pour les fiches et les embases blindées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 100 MHz*

IEC 60603-7-4, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-4: Spécification particulière pour les fiches et les embases non blindées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 250 MHz*

IEC 60603-7-5, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-5: Spécification particulière pour les fiches et les embases blindées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 250 MHz*

IEC 60603-7-7, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-7: Spécification particulière pour les fiches et les embases blindées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 600 MHz*

IEC 60603-7-41, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-41: Spécification particulière pour les fiches et les embases non blindées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 500 MHz*

IEC 60603-7-51, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-51: Spécification particulière pour les fiches et les embases blindées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 500 MHz*

IEC 60603-7-71, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-71: Spécification particulière pour les fiches et les embases blindées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 1 000 MHz*

IEC 60603-7-81, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-81: Spécification particulière pour les fiches et les embases blindées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 2 000 MHz*

IEC 60603-7-82, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7-82: Spécification particulière pour les fiches et les embases écrantées à 8 voies et 12 contacts pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 2 000 MHz*

IEC 61076-1, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 1: Spécification générique*

IEC 61076-2, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2: Spécification intermédiaire pour les connecteurs circulaires*

IEC 61076-2-109, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2-109: Connecteurs circulaires – Spécification particulière relative aux connecteurs avec verrouillage à vis M 12 x 1, pour les transmissions de données à des fréquences jusqu'à 500 MHz*

IEC 61076-3, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3: Connecteurs rectangulaires – Spécification intermédiaire*

IEC 61076-3-104, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-104: Detail specification for 8-way, shielded free and fixed connectors for data transmissions with frequencies up to 2 000 MHz* (disponible en anglais seulement)

IEC 61076-3-110, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3-110: Spécification particulière pour les fiches et les embases pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 3 000 MHz*

IEC 61156-1, *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 61156-9, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 9: Cables for channels with transmission characteristics up to 2 GHz – Sectional specification* (disponible en anglais seulement)

IEC 61156-10:2016, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 10: Cables for cords with transmission characteristics up to 2 GHz – Sectional specification* (disponible en anglais seulement)

IEC 61169-16, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 16: Spécification intermédiaire – Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques avec diamètre intérieur du conducteur extérieur de 7 mm (0,276 in) à verrouillage à vis – Impédance caractéristique 50 ohms (75 ohms) (type N)*

IEC 62153-4-12, *Metallic communication cable test methods – Part 4-12: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling attenuation or screening attenuation of connecting hardware – Absorbing clamp method* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 11801-1:2017, *Information technology – Generic cabling for customer premises – Part 1: General requirements*(disponible en anglais seulement)