

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

**Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling –  
Part 1: Installed balanced cabling as specified in ISO/IEC 11801-1 and related standards**

**Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information –  
Partie 1: Câblages symétriques installés selon les spécifications de l'ISO/IEC 11801-1 et des normes connexes**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 33.120.10

ISBN 978-2-8322-7301-2

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

## CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references .....	13
3 Terms, definitions and abbreviations .....	15
3.1 Terms and definitions.....	15
3.2 Acronyms.....	17
4 Reference measurement procedures for electrical properties.....	18
4.1 General.....	18
4.2 Common measurement considerations.....	19
4.2.1 Test equipment consideration .....	19
4.2.2 Network analyser test requirements .....	19
4.2.3 Test set-up .....	19
4.2.4 Termination of conductor pairs .....	19
4.2.5 Reference loads for calibration .....	20
4.2.6 Test configurations .....	20
4.2.7 Coaxial cables and test leads for network analysers .....	21
4.2.8 Balanced test leads .....	21
4.2.9 Balun requirements.....	22
4.2.10 Balunless.....	24
4.2.11 Network analyser measurement precautions.....	24
4.2.12 Data reporting and accuracy .....	25
4.2.13 Frequency step size.....	25
4.3 DC loop resistance.....	25
4.3.1 Objective .....	25
4.3.2 Test method .....	25
4.3.3 Test equipment and set-up .....	25
4.3.4 Procedure.....	26
4.3.5 Test report.....	26
4.3.6 Uncertainty .....	26
4.3.7 DC loop resistance recalculation.....	26
4.4 Direct current (DC) resistance unbalance.....	27
4.4.1 Objective .....	27
4.4.2 Test method .....	27
4.4.3 Test equipment and set-up .....	27
4.4.4 Procedure.....	27
4.4.5 Test report.....	28
4.4.6 Uncertainty .....	28
4.5 Direct current (DC) resistance unbalance between pairs .....	28
4.5.1 Objective .....	28
4.5.2 Test method .....	28
4.5.3 Test equipment and set-up .....	29
4.5.4 Procedure.....	29
4.5.5 Test report.....	29
4.5.6 Uncertainty .....	29
4.6 Insertion loss .....	29

4.6.1	Objective .....	29
4.6.2	Test method .....	30
4.6.3	Test equipment and set-up .....	30
4.6.4	Procedure.....	30
4.6.5	Temperature correction.....	31
4.6.6	Uncertainty .....	31
4.7	Propagation delay and delay skew .....	31
4.7.1	Objective .....	31
4.7.2	Test method .....	31
4.7.3	Test equipment and set-up .....	32
4.7.4	Procedure.....	32
4.7.5	Test report.....	32
4.7.6	Uncertainty .....	33
4.8	Near-end cross-talk (NEXT) and power sum NEXT .....	33
4.8.1	Objective .....	33
4.8.2	Test method .....	33
4.8.3	Test equipment and set-up .....	33
4.8.4	Procedure.....	34
4.8.5	Test report.....	35
4.8.6	Uncertainty .....	35
4.9	Attenuation to crosstalk ratio, near end (ACR-N) and power sum ACR-N .....	35
4.9.1	Objective .....	35
4.9.2	Test method .....	35
4.9.3	Test equipment and set-up .....	35
4.9.4	Procedure and calculation .....	35
4.9.5	Test report.....	35
4.9.6	Uncertainty .....	36
4.10	Far-end cross-talk (FEXT) and power sum FEXT .....	36
4.10.1	Objective .....	36
4.10.2	Test method .....	36
4.10.3	Test equipment and set-up .....	36
4.10.4	Procedure.....	37
4.10.5	Test report.....	38
4.10.6	Uncertainty of FEXT measurements.....	38
4.11	Attenuation to crosstalk ratio, far end (ACR-F).....	38
4.11.1	Objective .....	38
4.11.2	Calculation .....	38
4.11.3	Test report.....	39
4.11.4	Uncertainty .....	39
4.12	Return loss .....	39
4.12.1	Objective .....	39
4.12.2	Test method .....	39
4.12.3	Test equipment and set-up .....	39
4.12.4	Procedure.....	40
4.12.5	Test report.....	40
4.12.6	Uncertainty .....	40
4.13	PS alien near end crosstalk (PS ANEXT – Exogenous crosstalk) .....	41
4.13.1	Objective .....	41
4.13.2	Test method .....	41

4.13.3	Test equipment and set-up .....	41
4.13.4	Procedure.....	42
4.14	PS attenuation to alien crosstalk ratio, far end crosstalk (PS AACR-F – Exogenous crosstalk).....	44
4.14.1	Objective .....	44
4.14.2	Test method .....	44
4.14.3	Test equipment and set-up .....	44
4.14.4	Procedure.....	45
4.15	Unbalance attenuation, near end .....	48
4.15.1	Objective .....	48
4.15.2	Test method .....	48
4.15.3	Test equipment and set-up .....	48
4.15.4	Procedure.....	49
4.15.5	Test report.....	52
4.15.6	Uncertainty .....	52
4.16	Unbalance attenuation, far end .....	52
4.16.1	Objective .....	52
4.16.2	Test method .....	52
4.16.3	Test equipment and set-up .....	52
4.16.4	Procedure.....	53
4.16.5	Test report.....	54
4.16.6	Uncertainty .....	54
4.17	Coupling attenuation .....	54
5	Field test measurement requirements for electrical properties .....	54
5.1	Introductory remark.....	54
5.2	Cabling configurations tested.....	55
5.3	Field test parameters .....	55
5.3.1	General .....	55
5.3.2	Optional field test parameters.....	56
5.3.3	Inspection of workmanship and connectivity testing .....	56
5.3.4	Propagation delay and delay skew.....	58
5.3.5	Length .....	58
5.3.6	Insertion loss.....	59
5.3.7	NEXT, power sum NEXT.....	59
5.3.8	ACR-N and power sum ACR-N .....	60
5.3.9	ACR-F, power sum ACR-F .....	60
5.3.10	Return loss .....	60
5.3.11	Direct current (DC) loop resistance.....	60
5.3.12	Direct current (DC) resistance unbalance between pairs.....	60
5.3.13	Alien crosstalk parameters.....	60
5.4	Data reporting and accuracy .....	61
5.4.1	General .....	61
5.4.2	Detailed results .....	62
5.4.3	Summary results.....	62
5.4.4	Reporting requirements for power sum alien crosstalk .....	65
5.4.5	General .....	66
5.4.6	Consistency checks for field testers.....	66
5.4.7	Evaluation of consistency tests.....	66
5.4.8	Administration system applicability .....	67

5.4.9	Test equipment adapter cords for link testing.....	67
5.4.10	User cords and channel testing.....	67
6	Field tester measurement accuracy requirements .....	67
6.1	General.....	67
6.2	Measurement accuracy specifications common to level IIE, level III, level IIIIE, level IV, level V and level VI field testers .....	72
6.3	Accuracy performance requirements for level IIE field testers .....	73
6.4	Accuracy performance requirements for level III field testers .....	75
6.5	Accuracy performance requirements for level IIIIE field testers .....	77
6.6	Accuracy performance requirements for level IV field testers .....	78
6.7	Accuracy performance requirements for level V field testers .....	80
6.8	Accuracy performance requirements for level VI field testers .....	82
6.9	Field tester requirements applicable to alien crosstalk measurements.....	85
6.10	Procedures for determining field tester parameters .....	85
6.10.1	General .....	85
6.10.2	Output signal balance (OSB) .....	85
6.10.3	Common mode rejection (CMR).....	86
6.10.4	Residual NEXT .....	87
6.10.5	Dynamic accuracy .....	88
6.10.6	Source/load return loss.....	89
6.10.7	Random noise floor.....	89
6.10.8	Residual FEXT .....	89
6.10.9	Directivity .....	90
6.10.10	Tracking .....	91
6.10.11	Source match .....	91
6.10.12	Return loss of remote termination .....	92
6.10.13	Constant error term of the propagation delay measurement function.....	92
6.10.14	Error constant term proportional to propagation delay of the propagation delay measurement function .....	92
6.10.15	Constant error term of the delay skew measurement function .....	92
6.10.16	Constant error term of the length measurement function.....	93
6.10.17	Error constant proportional to the length of measurement function (assuming the cables are taken from the same drum).....	93
6.10.18	Constant error term of the DC resistance measurement function .....	93
6.10.19	Error constant term proportional to DC resistance of the DC resistance measurement function .....	93
6.10.20	Measurement floor for alien crosstalk testing during field testing .....	93
6.11	Measurement error models .....	94
6.11.1	General .....	94
6.11.2	Error model for the insertion loss measurement function.....	95
6.11.3	Error model for the NEXT measurement function .....	95
6.11.4	Error model for the power sum NEXT measurement function .....	96
6.11.5	Error model for the ACR-N measurement function .....	96
6.11.6	Error model for the power sum ACR-N measurement function.....	97
6.11.7	Error model for the ELFEXT or ACR-F measurement function.....	97
6.11.8	Error model for the power sum ELFEXT and PS ACR-F measurement functions.....	98
6.11.9	Error model for the return loss measurement function.....	98
6.11.10	Error model for the propagation delay measurement function.....	99
6.11.11	Error model for the delay skew measurement function .....	100

6.11.12	Error model for the length measurement function.....	100
6.11.13	Error model for the DC loop resistance measurement function.....	100
6.12	Network analyser measurement comparisons .....	101
6.12.1	General .....	101
6.12.2	Comparison method.....	101
Annex A (informative) Uncertainty and variability of field test results.....		103
A.1	General.....	103
A.2	Marginal results reporting .....	103
A.3	Nominal accuracy .....	103
A.4	Variability in link measurements not included in the measurement accuracy .....	104
A.5	Variability in channel measurements .....	104
A.6	Field tester accuracy checks.....	105
A.6.1	General .....	105
A.6.2	Manipulating cords of link adapter .....	105
A.6.3	Exchanging adapters to main and remote field tester units .....	105
A.6.4	Location of main and remote field tester units .....	105
A.6.5	Use of previously characterized links.....	105
A.6.6	Use separately characterized links using laboratory equipment .....	105
A.6.7	Guidelines for correct installation testing .....	106
Annex B (informative) Reference laboratory test configuration for alien crosstalk testing .....		107
B.1	General.....	107
B.2	Test parameters.....	107
B.3	Link and channel construction.....	107
B.4	Determination of number of disturbing links or channels .....	109
B.5	Computation of results .....	109
B.5.1	General .....	109
B.5.2	Computation of Class I and Class II results.....	109
B.6	Test report.....	110
Annex C (informative) General information on power sum alien crosstalk performance of installations .....		111
Annex D (informative) Baluns.....		112
D.1	General.....	112
D.2	Legacy test baluns .....	112
Annex E (normative) Requirements for field testing of alien crosstalk .....		115
E.1	General.....	115
E.2	Power sum alien crosstalk .....	115
E.2.1	Objective .....	115
E.2.2	Test method .....	115
E.2.3	Test equipment and set-up .....	115
E.2.4	Measuring ANEXT loss .....	116
E.2.5	Measuring AFEXT loss .....	116
E.2.6	Procedure.....	117
E.2.7	Selection of test ports .....	120
E.2.8	Test report.....	122
E.2.9	Uncertainty of PS alien crosstalk measurements.....	122
Bibliography.....		123

Figure 1 – Resistor load.....	19
Figure 2 – Reference planes for permanent link, CP link and channel.....	21
Figure 3 – 180° hybrid used as a balun.....	22
Figure 4 – Loop resistance measurement.....	26
Figure 5 – DC resistance unbalance measurement.....	28
Figure 6 – Insertion loss test configuration.....	30
Figure 7 – NEXT test configuration.....	33
Figure 8 – FEXT test configuration.....	37
Figure 9 – Return loss test configuration.....	40
Figure 10 – ANEXT measurement.....	42
Figure 11 – Alien far end crosstalk measurement.....	45
Figure 12 – Unbalance attenuation, near end test configuration.....	49
Figure 13 – Back-to-back balun differential mode insertion loss measurement.....	50
Figure 14 – Back-to-back balun common mode insertion loss measurement.....	50
Figure 15 – Unbalance performance test of the measurement balun.....	51
Figure 16 – Unbalance attenuation far end test configuration.....	53
Figure 17 – Correct pairing.....	57
Figure 18 – Incorrect pairing.....	58
Figure 19 – Example of equipment tolerance region (NEXT).....	61
Figure 20 – Block diagram for measuring output signal balance.....	86
Figure 21 – Block diagram to measure common mode rejection.....	87
Figure 22 – Block diagram for measuring residual NEXT.....	88
Figure 23 – Block diagram for measuring dynamic accuracy.....	88
Figure 24 – Principle of measurement of residual NEXT.....	90
Figure 25 – Principle of alternate measurement of residual FEXT.....	90
Figure 26 – Alien crosstalk measurement floor test for the channel test configuration.....	94
Figure 27 – Alien crosstalk measurement floor test for the link test configurations.....	94
Figure A.1 – Source of variability during link testing.....	104
Figure D.1 – Configurations for qualifying test baluns.....	112
Figure D.2 – 180° hybrid used as a balun.....	113
Figure E.1 – Schematic diagram to measure channel ANEXT loss.....	116
Figure E.2 – AFEXT loss measurement test configuration.....	117
Figure E.3 – Flow chart of the alien crosstalk test procedure.....	121
Table 1 – Mixed mode S-parameter nomenclature.....	22
Table 2 – Test balun performance characteristics.....	23
Table 3 – Estimated uncertainty of unbalance, near end measurement.....	52
Table 4 – Estimated uncertainty of unbalance, far end measurement.....	54
Table 5 – Optional field test parameter measurement requirements.....	56
Table 6 – Summary of reporting requirements for field test equipment (1 of 3).....	63
Table 7 – Minimum reporting requirements for PS ANEXT and PS AACR-F.....	66
Table 8 – Worst case propagation delay, delay skew, DC resistance and length measurement accuracy for level IIE, level III, level IV, level V, and VI test instruments.....	68

Table 9 – Worst case insertion loss, NEXT, ACR-N, ELFEXT/ACR-F and return loss measurement accuracy for level IIE test instruments.....	69
Table 10 – Worst case insertion loss, NEXT, ACR-N, ELFEXT/ACR-F and return loss measurement accuracy for level III test instruments.....	69
Table 11 – Worst case insertion loss, NEXT, ACR-N, ELFEXT/ACR-F and return loss measurement accuracy for level IIIe test instruments.....	70
Table 12 – Worst case insertion loss, NEXT, ACR-N, ACR-F and return loss measurement accuracy for level IV test instruments.....	70
Table 13 – Worst case insertion loss, NEXT, ACR-N, ACR-F and return loss measurement accuracy for level V.....	71
Table 14 – Worst case insertion loss, NEXT, ACR-N, ACR-F and return loss measurement accuracy for level VI (Using Class I).....	71
Table 15 – Worst case insertion loss, NEXT, ACR-N, ACR-F and return loss measurement accuracy for level VI (Using Class II).....	72
Table 16 – Propagation delay, delay skew, DC resistance and length accuracy performance specifications for level IIE, III, IIIE, IV and V testers.....	72
Table 17 – Propagation delay, delay skew, DC resistance, DC resistance unbalance between pairs and length accuracy performance specifications for level VI testers.....	72
Table 18 – Level IIE field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines.....	74
Table 19 – Level III field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines.....	76
Table 20 – Level IIIE field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines.....	77
Table 21 – Level IV field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines.....	79
Table 22 – Level V field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines.....	81
Table 23 – Level VI field tester accuracy performance parameters per IEC guidelines.....	83
Table D.1 – Legacy test balun performance characteristics.....	114



## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATION FOR THE TESTING OF BALANCED AND  
COAXIAL INFORMATION TECHNOLOGY CABLING –****Part 1: Installed balanced cabling as specified  
in ISO/IEC 11801-1 and related standards**

## 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 61935-1 has been prepared by IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, RF connectors, RF and microwave passive components and accessories.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition, published in 2015. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) the upper frequency goes up to 2 000 MHz;
- b) it introduces a new level of field tester (level VI to 2 000 MHz);
- c) error models and requirements for level VI testers are improved and updated.

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

FDIS	Report on voting
46/725/FDIS	46/730/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.

A list of all parts in the IEC 61935 series, published under the general title *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling*, 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.**

## INTRODUCTION

Telecommunication cabling, once specified uniquely by each telecommunications application, has evolved into a generic cabling system. Telecommunications applications now use the ISO/IEC 11801-1 cabling standard to meet their cabling requirements. Formerly, connectivity tests and visual inspection were deemed sufficient to verify a cabling installation. Now users need more comprehensive testing in order to ensure that the link will support telecommunications applications that are designed to operate on the generic cabling system. This part of IEC 61935 addresses reference laboratory and field test methods and provides a comparison of these methods.

Transmission performance depends on cable characteristics, connecting hardware, patch cords and cross-connect cabling, the total number of connections and the care with which they are installed and maintained. IEC 61935 (all parts) provides test methods for installed cabling and pre-fabricated cable assemblies. These test methods, where appropriate, are based on those used for components of the cable assembly.

This Part 1 contains the test methods required for installed cabling. Part 1-1 provides requirements for the optional testing of TCL and ELTCTL. Part 1-2 provides requirements for the optional testing of resistance unbalance. Part 2 contains the test methods required for patch cords and work area cords.

# SPECIFICATION FOR THE TESTING OF BALANCED AND COAXIAL INFORMATION TECHNOLOGY CABLING –

## Part 1: Installed balanced cabling as specified in ISO/IEC 11801-1 and related standards

### 1 Scope

This part of IEC 61935 specifies reference measurement procedures for cabling parameters and the requirements for field tester accuracy to measure cabling parameters identified in ISO/IEC 11801-1.

This document applies when the cable assemblies are constructed of cables complying with IEC 61156 (all parts), and connecting hardware as specified in IEC 60603-7 (all parts) or IEC 61076-3-104, IEC 61076-3-110, IEC 61076-2-101 and IEC 61076-2-109. Where cables and/or connectors do not comply with these standards, then additional tests may be required.

This document is organized as follows:

- reference laboratory measurement procedures on cabling topologies are specified in Clause 4. In some cases, these procedures may be used in the field (see IEC TR 61156-1-2:2009/AMD1:2014);
- descriptions and requirements for measurements in the field are specified in Clause 5;
- performance requirements for field testers and procedures to verify performance are specified in Clause 6.

NOTE 1 This document does not include tests that are normally performed on the cables and connectors separately. These tests are described in IEC 61156-1 and IEC 60603-7 or IEC 61076-3-104, IEC 61076-3-110, IEC 61076-2-101 and IEC 61076-2-109, respectively.

NOTE 2 Wherever possible, cables and connectors used in cable assemblies, even if they are not described in IEC 61156 or IEC 60603-7, IEC 61076-3-104, IEC 61076-3-110, IEC 61076-2-101 and IEC 61076-2-109, are tested separately according to the tests given in the relevant generic specification. In this case, most of the environmental and mechanical tests described in this standard can be omitted.

This document relates to performance with respect to 100  $\Omega$  cabling. For 120  $\Omega$  or 150  $\Omega$  cabling, the same principles apply but the measurement system should correspond to the nominal impedance level.

Field tester types include certification, qualification and verification. Certification testing is performed for the rigorous needs of commercial/industrial buildings to this document. Qualification testing is described in IEC 61935-3. Qualification testing determines whether the cabling will support certain network technologies (e.g. 1000BASE-T, 100BASE-TX, 10G Base-T). Qualification testers do not have traceable accuracy to national standards and only provide confidence that specific applications will work. Verification testers only verify connectivity.

Throughout this document, 4-pair cabling is assumed. The test procedures described in this document may also be used to evaluate one or two pair balanced cabling. However, 2-pair cabling links that share the same sheath with other links are tested as 4-pair cabling.

## 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 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 60169-22, *Radio-frequency connectors – Part 22: R.F. two-pole bayonet coupled connectors for use with shielded balanced cables having twin inner conductors (Type BNO)*

IEC 60512-25-9, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 25-9: Signal integrity tests – Test 25i: Alien crosstalk*

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 60603-7 (all parts), *Connectors for electronic equipment – Part 7: Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors*

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 61076-2-101, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-101: Circular connectors – Detail specification for M12 connectors with screw-locking*

IEC 61076-2-109, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-109: Circular connectors – Detail specification for connectors M12 × 1 with screw-locking, for data transmission frequencies up to 500 MHz*

IEC 61076-3-104, *Connectors for electrical and 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 (all parts), *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications*

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

IEC TR 61156-1-2:2009, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1-2: Electrical transmission characteristics and test method of symmetrical pair/quad cables*

IEC TR 61156-1-2:2009/AMD1:2014

IEC 61156-5, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 5: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1 000 MHz – Horizontal floor wiring – Sectional specification*

IEC 61156-6, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 6: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1 000 MHz – Work area wiring – Sectional 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, *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 – Sectional specification – RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 7 mm (0,276 in) with screw coupling – Characteristics impedance 50  $\Omega$  (75  $\Omega$ ) (type N)*

IEC 61935-1-1, *Specification for the testing of balanced communication cabling in accordance with ISO/IEC 11801 and coaxial information technology cabling – Part 1-1: Additional requirements for the measurement of transverse conversion loss and equal level transverse conversion transfer loss*

IEC 61935-1-2, *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 1-2: Installed balanced cabling as specified in ISO/IEC 11801 – Additional requirements for measurement of resistance unbalance with field test instrumentation*

IEC 62153-4-9, *Metallic communication cable test methods – Part 4-9: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling attenuation of screened balanced cables, triaxial method*

IEC 62153-4-11, *Metallic communication cable test methods – Part 4-11: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling attenuation or screening attenuation of patch cords, coaxial cable assemblies, pre-connectorised cables – Absorbing clamp method*

IEC 62153-4-14, *Metallic communication cable test methods – Part 4-14: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling attenuation of cable assemblies (Field conditions) absorbing clamp method*

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

ISO/IEC 14763-11, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 1: Administration*

ISO/IEC 14763-2, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 2: Planning and installation*

---

<sup>1</sup> Withdrawn.

ITU-T Recommendation G.117:1996, *Transmission aspects of unbalance about earth*

ITU-T Recommendation O.9:1999, *Measuring arrangements to assess the degree of unbalance about earth*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	132
INTRODUCTION .....	134
1 Domaine d'application .....	135
2 Références normatives .....	136
3 Termes, définitions et abréviations .....	138
3.1 Termes et définitions .....	138
3.2 Acronymes .....	141
4 Procédures de mesure de référence concernant les propriétés électriques .....	142
4.1 Généralités .....	142
4.2 Considérations communes relatives aux mesures .....	142
4.2.1 Considérations relatives au contrôleur .....	142
4.2.2 Exigences d'essai des analyseurs de réseaux .....	142
4.2.3 Montage d'essai .....	143
4.2.4 Terminaison des paires de conducteurs .....	143
4.2.5 Charges de référence pour étalonnage .....	144
4.2.6 Configurations d'essai .....	144
4.2.7 Câbles coaxiaux et conducteurs d'essai pour analyseurs de réseaux .....	145
4.2.8 Conducteurs d'essai symétriques .....	145
4.2.9 Exigences relatives aux symétriseurs .....	146
4.2.10 Procédures sans symétriseur .....	148
4.2.11 Précautions concernant les mesurages par l'analyseur de réseaux .....	148
4.2.12 Compte rendu et exactitude des données .....	149
4.2.13 Taille des échelons de fréquence .....	149
4.3 Résistance de boucle en courant continu .....	150
4.3.1 Objectif .....	150
4.3.2 Méthode d'essai .....	150
4.3.3 Équipement et montage d'essai .....	150
4.3.4 Procédure .....	150
4.3.5 Rapport d'essai .....	151
4.3.6 Incertitude .....	151
4.3.7 Recalcul de la résistance de boucle en courant continu .....	151
4.4 Asymétrie de résistance en courant continu .....	151
4.4.1 Objectif .....	151
4.4.2 Méthode d'essai .....	151
4.4.3 Équipement et montage d'essai .....	151
4.4.4 Procédure .....	152
4.4.5 Rapport d'essai .....	152
4.4.6 Incertitude .....	152
4.5 Asymétrie de résistance en courant continu entre les paires .....	153
4.5.1 Objectif .....	153
4.5.2 Méthode d'essai .....	153
4.5.3 Équipement et montage d'essai .....	153
4.5.4 Procédure .....	153
4.5.5 Rapport d'essai .....	154
4.5.6 Incertitude .....	154
4.6 Perte d'insertion .....	154



4.6.1	Objectif.....	154
4.6.2	Méthode d'essai .....	154
4.6.3	Équipement et montage d'essai .....	154
4.6.4	Procédure.....	155
4.6.5	Correction de température .....	156
4.6.6	Incertitude .....	156
4.7	Temps de propagation et différence des temps de propagation.....	156
4.7.1	Objectif.....	156
4.7.2	Méthode d'essai .....	156
4.7.3	Équipement et montage d'essai .....	156
4.7.4	Procédure.....	157
4.7.5	Rapport d'essai .....	157
4.7.6	Incertitude .....	157
4.8	Paradiaphonie (NEXT) et puissance cumulée de paradiaphonie.....	157
4.8.1	Objectif.....	157
4.8.2	Méthode d'essai .....	158
4.8.3	Équipement et montage d'essai .....	158
4.8.4	Procédure.....	158
4.8.5	Rapport d'essai .....	159
4.8.6	Incertitude .....	159
4.9	Rapport de l'affaiblissement à la diaphonie, à l'extrémité proche (ACR-N) et à la puissance cumulée d' ACR-N .....	160
4.9.1	Objectif.....	160
4.9.2	Méthode d'essai .....	160
4.9.3	Équipement et montage d'essai .....	160
4.9.4	Procédure et calcul.....	160
4.9.5	Rapport d'essai .....	160
4.9.6	Incertitude .....	161
4.10	Télédiaphonie (FEXT) et puissance cumulée de télédiaphonie.....	161
4.10.1	Objectif.....	161
4.10.2	Méthode d'essai .....	161
4.10.3	Équipement et montage d'essai .....	161
4.10.4	Procédure.....	162
4.10.5	Rapport d'essai .....	163
4.10.6	Incertitude des mesurages de télédiaphonie .....	163
4.11	Rapport de l'affaiblissement à la diaphonie, à l'extrémité éloignée (ACR-F) .....	163
4.11.1	Objectif.....	163
4.11.2	Calcul .....	164
4.11.3	Rapport d'essai .....	164
4.11.4	Incertitude .....	164
4.12	Affaiblissement de réflexion .....	164
4.12.1	Objectif.....	164
4.12.2	Méthode d'essai .....	164
4.12.3	Équipement et montage d'essai .....	165
4.12.4	Procédure.....	165
4.12.5	Rapport d'essai .....	165
4.12.6	Incertitude .....	166
4.13	Puissance cumulée de paradiaphonie exogène (PS ANEXT – Diaphonie exogène).....	166

4.13.1	Objectif.....	166
4.13.2	Méthode d'essai .....	166
4.13.3	Équipement et montage d'essai .....	166
4.13.4	Procédure.....	167
4.14	Rapport de la puissance cumulée de l'affaiblissement à la diaphonie exogène, télédiaphonie (PS AACR-F – Diaphonie exogène).....	169
4.14.1	Objectif.....	169
4.14.2	Méthode d'essai .....	169
4.14.3	Équipement et montage d'essai .....	170
4.14.4	Procédure.....	171
4.15	Affaiblissement asymétrique, à l'extrémité proche.....	174
4.15.1	Objectif.....	174
4.15.2	Méthode d'essai .....	174
4.15.3	Équipement et montage d'essai .....	174
4.15.4	Procédure.....	175
4.15.5	Rapport d'essai .....	177
4.15.6	Incertitude .....	177
4.16	Affaiblissement asymétrique à l'extrémité éloignée .....	178
4.16.1	Objectif.....	178
4.16.2	Méthode d'essai .....	178
4.16.3	Équipement et montage d'essai .....	178
4.16.4	Procédure.....	179
4.16.5	Rapport d'essai .....	180
4.16.6	Incertitude .....	180
4.17	Affaiblissement de couplage .....	180
5	Exigences concernant les mesurages d'essai sur site pour les propriétés électriques.....	181
5.1	Remarque préliminaire.....	181
5.2	Configurations de câblage soumises à l'essai .....	181
5.3	Paramètres des essais sur site .....	181
5.3.1	Généralités.....	181
5.3.2	Paramètres facultatifs des essais sur site .....	182
5.3.3	Contrôle de la qualité d'exécution et essais de connectivité.....	182
5.3.4	Temps de propagation et différence des temps de propagation.....	185
5.3.5	Longueur.....	185
5.3.6	Perte d'insertion .....	186
5.3.7	NEXT, puissance cumulée de NEXT .....	187
5.3.8	ACR-N et puissance cumulée d'ACR-N.....	187
5.3.9	ACR-F, puissance cumulée d'ACR-F .....	187
5.3.10	Affaiblissement de réflexion.....	187
5.3.11	Résistance de boucle en courant continu.....	188
5.3.12	Asymétrie de résistance en courant continu entre les paires.....	188
5.3.13	Paramètres de diaphonie exogène.....	188
5.4	Compte rendu et exactitude des données .....	188
5.4.1	Généralités.....	188
5.4.2	Résultats détaillés .....	190
5.4.3	Rapports de synthèse.....	190
5.4.4	Exigences de consignation concernant la puissance cumulée de diaphonie exogène .....	194

5.4.5	Généralités .....	194
5.4.6	Vérifications de la cohérence pour les contrôleurs sur site .....	194
5.4.7	Évaluation des essais de cohérence .....	195
5.4.8	Applicabilité du système d'administration .....	195
5.4.9	Cordons d'adaptateur des équipements d'essai pour les essais de liens .....	195
5.4.10	Essais des cordons d'utilisateur et des canaux .....	195
6	Exigences concernant l'exactitude de mesure des contrôleurs sur site .....	195
6.1	Généralités .....	195
6.2	Spécifications de l'exactitude de mesure communes aux contrôleurs sur site de niveau IIE, de niveau III, de niveau IIIE, de niveau IV, de niveau V et de niveau VI .....	201
6.3	Exigences de performance d'exactitude pour les contrôleurs sur site de niveau IIE .....	202
6.4	Exigences de performance d'exactitude pour les contrôleurs sur site de niveau III .....	204
6.5	Exigences de performance d'exactitude pour les contrôleurs sur site de niveau IIIE .....	206
6.6	Exigences de performance d'exactitude pour les contrôleurs sur site de niveau IV .....	207
6.7	Exigences de performance d'exactitude pour les contrôleurs sur site de niveau V .....	209
6.8	Exigences de performance d'exactitude pour les contrôleurs sur site de niveau VI .....	211
6.9	Exigences relatives au contrôleur sur site applicables aux mesurages de diaphonie exogène .....	214
6.10	Procédures pour déterminer les paramètres des contrôleurs sur site .....	214
6.10.1	Généralités .....	214
6.10.2	Symétrie du signal de sortie (OSB) .....	214
6.10.3	Réjection de mode commun (CMR – <i>Common mode rejection</i> ) .....	215
6.10.4	Paradiaphonie résiduelle .....	216
6.10.5	Exactitude dynamique .....	217
6.10.6	Affaiblissement de réflexion source/charge .....	218
6.10.7	Seuil de bruit aléatoire .....	218
6.10.8	Télédiaphonie résiduelle .....	218
6.10.9	Directivité .....	219
6.10.10	Suivi .....	220
6.10.11	Adaptation de la source .....	220
6.10.12	Affaiblissement de réflexion de la terminaison distante .....	221
6.10.13	Terme de constante d'erreur de la fonction de mesure du temps de propagation .....	221
6.10.14	Terme de constante d'erreur proportionnelle au temps de propagation de la fonction de mesure du temps de propagation .....	221
6.10.15	Terme de constante d'erreur de la fonction de mesure de la différence des temps de propagation .....	222
6.10.16	Terme de constante d'erreur de la fonction de mesure de la longueur .....	222
6.10.17	Constante d'erreur proportionnelle à la longueur de la fonction de mesure (en partant de l'hypothèse que les câbles sont issus du même touret) .....	222
6.10.18	Terme de constante d'erreur de la fonction de mesure de la résistance en courant continu .....	222
6.10.19	Terme de constante d'erreur proportionnelle à la résistance en courant continu de la fonction de mesure de la résistance en courant continu .....	222

6.10.20	Seuil de mesure pour les essais de diaphonie exogène au cours des essais sur site .....	222
6.11	Modèles d'erreur de mesure.....	224
6.11.1	Généralités .....	224
6.11.2	Modèle d'erreur pour la fonction de mesure de la perte d'insertion .....	224
6.11.3	Modèle d'erreur pour la fonction de mesure de la paradiaphonie .....	225
6.11.4	Modèle d'erreur pour la fonction de mesure de puissance cumulée de paradiaphonie.....	226
6.11.5	Modèle d'erreur pour la fonction de mesure de l'ACR-N.....	226
6.11.6	Modèle d'erreur pour la fonction de mesure de puissance cumulée d'ACR-N .....	227
6.11.7	Modèle d'erreur pour la fonction de mesure d'ELFEXT ou d'ACR-F.....	227
6.11.8	Modèle d'erreur pour les fonctions de mesure de puissance cumulée d'ELFEXT et de PS ACR-F .....	228
6.11.9	Modèle d'erreur pour la fonction de mesure de l'affaiblissement de réflexion .....	228
6.11.10	Modèle d'erreur pour la fonction de mesure du temps de propagation.....	230
6.11.11	Modèle d'erreur pour la fonction de mesure de la différence des temps de propagation .....	230
6.11.12	Modèle d'erreur pour la fonction de mesure de la longueur .....	230
6.11.13	Modèle d'erreur pour la fonction de mesure de la résistance de boucle en courant continu .....	230
6.12	Comparaisons des mesurages effectués avec l'analyseur de réseaux .....	231
6.12.1	Généralités .....	231
6.12.2	Méthodes de comparaison .....	231
Annexe A (informative)	Incertitude et variabilité des résultats des essais sur site .....	233
A.1	Généralités .....	233
A.2	Consignation des résultats marginaux.....	233
A.3	Exactitude nominale.....	233
A.4	Variabilité des mesurages du lien non inclus dans l'exactitude de mesure .....	234
A.5	Variabilité des mesurages du canal.....	235
A.6	Vérifications de l'exactitude d'un contrôleur sur site .....	235
A.6.1	Généralités .....	235
A.6.2	Manipuler les cordons de l'adaptateur du lien .....	235
A.6.3	Échanger des adaptateurs à des unités principale et distante du contrôleur sur site.....	235
A.6.4	Emplacement des unités principale et distante du contrôleur sur site.....	236
A.6.5	Utilisation de liens caractérisés antérieurement .....	236
A.6.6	Utilisation de liens caractérisés séparément au moyen des équipements de laboratoire .....	236
A.6.7	Lignes directrices pour des essais d'installation correcte .....	236
Annexe B (informative)	Configuration d'essai en laboratoire de référence pour les essais de diaphonie exogène.....	238
B.1	Généralités .....	238
B.2	Paramètres d'essai .....	238
B.3	Construction du lien et du canal.....	238
B.4	Détermination du nombre de liens ou de canaux perturbants .....	240
B.5	Calcul des résultats .....	240
B.5.1	Généralités .....	240
B.5.2	Calcul des résultats de la classe I et de la classe II .....	240
B.6	Rapport d'essai.....	241

Annexe C (informative) Informations générales sur les performances de puissance cumulée de diaphonie exogène des installations .....	242
Annexe D (informative) Symétriseurs .....	244
D.1 Généralités .....	244
D.2 Symétriseurs d'essai existants .....	244
Annexe E (normative) Exigences concernant les essais sur site de la diaphonie exogène .....	247
E.1 Généralités .....	247
E.2 Puissance cumulée de diaphonie exogène .....	247
E.2.1 Objectif .....	247
E.2.2 Méthode d'essai .....	247
E.2.3 Équipement et montage d'essai .....	247
E.2.4 Mesure des pertes par paradiaphonie exogène (ANEXT) .....	248
E.2.5 Mesure des pertes par télédiaphonie exogène (AFEXT) .....	248
E.2.6 Procédure .....	249
E.2.7 Choix des accès d'essai .....	252
E.2.8 Rapport d'essai .....	254
E.2.9 Incertitude des mesurages de puissance cumulée de diaphonie exogène .....	254
Bibliographie .....	255
Figure 1 – Charge à résistance .....	143
Figure 2 – Plans de référence pour lien permanent, lien CP et canal de transmission .....	145
Figure 3 – Hybride à 180° utilisé comme symétriseur .....	146
Figure 4 – Mesurage de la résistance de boucle .....	150
Figure 5 – Mesurage de l'asymétrie de résistance en courant continu .....	152
Figure 6 – Configuration de l'essai de la perte d'insertion .....	155
Figure 7 – Configuration d'essai de la paradiaphonie .....	158
Figure 8 – Configuration d'essai de la télédiaphonie .....	162
Figure 9 – Configuration d'essai pour l'affaiblissement de réflexion .....	165
Figure 10 – Mesurage de la paradiaphonie exogène (ANEXT) .....	167
Figure 11 – Mesurage de télédiaphonie exogène .....	170
Figure 12 – Configuration d'essai pour l'affaiblissement asymétrique à l'extrémité proche .....	175
Figure 13 – Mesurage de la perte d'insertion en mode différentiel de symétriseurs dos à dos .....	175
Figure 14 – Mesurage de la perte d'insertion en mode commun de symétriseurs dos à dos .....	176
Figure 15 – Essai de performance asymétrique du symétriseur de mesure .....	177
Figure 16 – Configuration d'essai pour l'affaiblissement asymétrique à l'extrémité éloignée .....	179
Figure 17 – Formation correcte des paires .....	184
Figure 18 – Formation incorrecte des paires .....	185
Figure 19 – Exemple de zone de tolérance des matériels (NEXT) .....	189
Figure 20 – Schéma fonctionnel de mesure de la symétrie du signal de sortie .....	215
Figure 21 – Schéma fonctionnel de mesure de la réjection de mode commun .....	216
Figure 22 – Schéma fonctionnel de mesure de la paradiaphonie résiduelle .....	217

Figure 23 – Schéma fonctionnel de mesure de l'exactitude dynamique .....	217
Figure 24 – Principe de mesure de la paradiaphonie résiduelle.....	219
Figure 25 – Principe de mesure alternative de la télédiaphonie résiduelle.....	219
Figure 26 – Essai du seuil de mesure de la diaphonie exogène pour la configuration d'essai du canal.....	223
Figure 27 – Essai du seuil de mesure de la diaphonie exogène pour les configurations d'essai du lien.....	224
Figure A.1 – Source de variabilité au cours des essais du lien .....	234
Figure D.1 – Configurations relatives à la qualification des symétriseurs d'essai.....	244
Figure D.2 – Hybride à 180° utilisé comme symétriseur .....	245
Figure E.1 – Diagramme schématique pour le mesurage de la perte par paradiaphonie exogène (ANEXT) d'un canal .....	248
Figure E.2 – Configuration d'essai pour le mesurage des pertes par télédiaphonie exogène (AFEXT) .....	249
Figure E.3 – Logigramme de la procédure d'essai de diaphonie exogène.....	253
Tableau 1 – Nomenclature des paramètres S en mode mixte .....	146
Tableau 2 – Caractéristiques des performances des symétriseurs d'essai .....	147
Tableau 3 – Incertitude estimée de mesure asymétrique à l'extrémité proche .....	178
Tableau 4 – Incertitude estimée de mesure asymétrique à l'extrémité éloignée.....	180
Tableau 5 – Exigences de mesure des paramètres facultatifs des essais sur site .....	182
Tableau 6 – Synthèse des exigences de consignation concernant les équipements d'essai sur site (1 de 3) .....	191
Tableau 7 – Exigences minimales de consignation concernant la PS ANEXT et la PS AACR-F.....	194
Tableau 8 – Exactitude de mesure du cas le plus défavorable du temps de propagation, de la différence des temps de propagation, de la résistance en courant continu et de la longueur pour les instruments d'essai de niveau IIE, de niveau III, de niveau IV, de niveau V et de niveau VI.....	197
Tableau 9 – Exactitude de mesure du cas le plus défavorable de la perte d'insertion, de NEXT, d'ACR-N, d'ELFEXT/ACR-F et de l'affaiblissement de réflexion pour les instruments d'essai de niveau IIE.....	197
Tableau 10 – Exactitude de mesure du cas le plus défavorable de la perte d'insertion, de NEXT, d'ACR-N, d'ELFEXT/ACR-F et de l'affaiblissement de réflexion pour les instruments d'essai de niveau III .....	198
Tableau 11 – Exactitude de mesure du cas le plus défavorable de la perte d'insertion, de NEXT, d'ACR-N, d'ELFEXT/ACR-F et de l'affaiblissement de réflexion pour les instruments d'essai de niveau IIIe .....	198
Tableau 12 – Exactitude de mesure du cas le plus défavorable de la perte d'insertion, de NEXT, d'ACR-N, d'ACR-F et de l'affaiblissement de réflexion pour les instruments d'essai de niveau IV.....	199
Tableau 13 – Exactitude de mesure du cas le plus défavorable de la perte d'insertion, de NEXT, d'ACR-N, d'ACR-F et de l'affaiblissement de réflexion pour le niveau V .....	199
Tableau 14 – Exactitude de mesure du cas le plus défavorable de la perte d'insertion, de NEXT, d'ACR-N, d'ACR-F et de l'affaiblissement de réflexion pour le niveau VI (Classe I).....	200
Tableau 15 – Exactitude de mesure du cas le plus défavorable de la perte d'insertion, de NEXT, d'ACR-N, d'ACR-F et de l'affaiblissement de réflexion pour le niveau VI (classe II).....	201

Tableau 16 – Spécifications de performance d'exactitude du temps de propagation, de la différence des temps de propagation, de la résistance en courant continu et de la longueur pour les contrôleurs de niveau IIE, de niveau III, de niveau IIIE, de niveau IV et de niveau V.....	201
Tableau 17 – Spécifications de performance d'exactitude du temps de propagation, de la différence des temps de propagation, de la résistance en courant continu, de l'asymétrie de résistance en courant continu entre les paires et de la longueur pour les contrôleurs de niveau VI .....	202
Tableau 18 – Paramètres de performance d'exactitude des contrôleurs sur site de niveau IIE selon les lignes directrices IEC.....	203
Tableau 19 – Paramètres de performance d'exactitude des contrôleurs sur site de niveau III selon les lignes directrices IEC.....	205
Tableau 20 – Paramètres de performance d'exactitude des contrôleurs sur site de niveau IIIE selon les lignes directrices .....	206
Tableau 21 – Paramètres de performance d'exactitude des contrôleurs sur site de niveau IV selon les lignes directrices IEC.....	208
Tableau 22 – Paramètres de performance d'exactitude des contrôleurs sur site de niveau V selon les lignes directrices IEC.....	210
Tableau 23 – Paramètres de performance d'exactitude de contrôleur sur site de niveau VI selon les lignes directrices IEC.....	212
Tableau D.1 – Caractéristiques des performances des symétriseurs d'essai existants .....	246

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### SPÉCIFICATION RELATIVE AUX ESSAIS DES CÂBLAGES SYMÉTRIQUES ET COAXIAUX DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION –

#### Partie 1: Câblages symétriques installés selon les spécifications de l'ISO/IEC 11801-1 et des normes connexes

##### 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. 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'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 61935-1 a été établie par le comité d'études 46 de l'IEC: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, composants passifs pour micro-onde et accessoires.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2015. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) la fréquence supérieure a été portée à 2 000 MHz;
- b) elle introduit un nouveau niveau de contrôleur sur site (Niveau VI à 2 000 MHz);



- c) les modèles d'erreur et les exigences concernant les contrôleurs de niveau VI sont améliorés et actualisés.

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

FDIS	Rapport de vote
46/725/FDIS	46/730/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 internationale.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61935, publiées sous le titre général: *Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information*, 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. À 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.**

## INTRODUCTION

Le câblage destiné aux télécommunications, autrefois spécifié uniquement par chaque application, a évolué pour devenir un système de câblage générique. Les applications de télécommunications utilisent désormais la norme de câblage ISO/IEC 11801-1 pour satisfaire aux exigences de câblage. Auparavant, les essais de connectivité et le contrôle visuel étaient jugés suffisants pour vérifier une installation de câbles. À présent, les utilisateurs ont besoin d'essais plus complets afin de vérifier que le lien supportera les applications de télécommunications qui sont destinées à fonctionner sur le système de câblage générique. La présente partie de l'IEC 61935 expose les méthodes d'essai de référence en laboratoire et sur site et les compare.

Les performances de transmission dépendent des caractéristiques des câbles, du matériel de connexion, des cordons de brassage et des câbles d'interconnexion, du nombre total de connexions et du soin avec lequel ils sont installés et entretenus. L'IEC 61935 (toutes les parties) spécifie des méthodes d'essai pour les câblages installés et les ensembles de câbles équipés préfabriqués. Ces méthodes d'essai, le cas échéant, sont fondées sur celles utilisées pour les composants de câbles équipés.

La présente Partie 1 contient les méthodes d'essai exigées pour les câblages installés. La Partie 1-1 spécifie des exigences concernant la vérification par essai facultative du TCL et de l'ELTCTL. La Partie 1-2 spécifie des exigences concernant la vérification par essai facultative de l'asymétrie de résistance. La Partie 2 contient les méthodes d'essai exigées pour les cordons de brassage et les cordons pour zones de travail.

# SPÉCIFICATION RELATIVE AUX ESSAIS DES CÂBLAGES SYMÉTRIQUES ET COAXIAUX DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION –

## Partie 1: Câblages symétriques installés selon les spécifications de l'ISO/IEC 11801-1 et des normes connexes

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61935 spécifie les procédures des mesures de référence pour les paramètres de câblage et les exigences pour l'exactitude des contrôleurs sur site pour mesurer les paramètres de câblage identifiés dans l'ISO/IEC 11801-1.

Le présent document s'applique quand les câbles équipés sont constitués de câbles conformes à l'IEC 61156 (toutes les parties) et de matériel de connexion spécifié dans l'IEC 60603-7 (toutes les parties) ou dans l'IEC 61076-3-104, l'IEC 61076-3-110, l'IEC 61076-2-101 et l'IEC 61076-2-109. Lorsque les câbles et/ou les connecteurs ne sont pas conformes à ces normes, des essais supplémentaires peuvent alors être exigés.

Le présent document est organisé de la manière suivante:

- les procédures de référence pour les mesurages en laboratoire relatives aux topologies de câblage sont spécifiées à l'Article 4. Dans certains cas, ces procédures peuvent être utilisées sur site (voir l'IEC TR 61156-1-2:2009/AMD1:2014);
- les descriptions et les exigences pour les mesurages sur site sont spécifiées à l'Article 5;
- les exigences de performances pour les contrôleurs sur site et les procédures de vérification des performances sont spécifiées à l'Article 6.

NOTE 1 Le présent document ne comprend pas les essais qui sont normalement effectués séparément sur les câbles et sur les connecteurs. Ces essais sont respectivement décrits dans l'IEC 61156-1 et l'IEC 60603-7 ou dans l'IEC 61076-3-104, l'IEC 61076-3-110, l'IEC 61076-2-101 et l'IEC 61076-2-109.

NOTE 2 Les câbles et les connecteurs utilisés dans les câbles équipés, même s'ils ne sont pas décrits dans l'IEC 61156 ou l'IEC 60603-7, l'IEC 61076-3-104, l'IEC 61076-3-110, l'IEC 61076-2-101 et l'IEC 61076-2-109, sont dans toute la mesure du possible soumis à des essais séparément selon les essais donnés dans la spécification générique correspondante. Dans ce cas, la plupart des essais d'environnement et des essais mécaniques décrits dans la présente norme peuvent être omis.

Le présent document traite des performances concernant les câblages de 100  $\Omega$ . Pour les câblages de 120  $\Omega$  ou 150  $\Omega$ , les mêmes principes s'appliquent, mais il convient que le système de mesure corresponde au niveau d'impédance nominale.

Les types de contrôleurs sur site comprennent la certification, la qualification et la vérification. Les essais de certification sont réalisés pour les besoins rigoureux des bâtiments commerciaux/industriels selon le présent document. Les essais de qualification sont décrits dans l'IEC 61935-3. Les essais de qualification déterminent si le câblage prend en charge certaines technologies de réseau (par exemple 1000BASE-T, 100BASE-TX, 10G Base-T). Les contrôleurs de qualification n'ont pas d'exactitude traçable par rapport à des étalons nationaux. Ils apportent uniquement l'assurance du fonctionnement des applications spécifiques. Les contrôleurs de vérification vérifient seulement la connectivité.

Le présent document part de l'hypothèse que les câblages sont du type à quatre paires. Les procédures d'essai décrites dans le présent document peuvent également servir à évaluer les câblages symétriques à une ou deux paires. Cependant, les liens de câblages à deux paires qui partagent la même gaine avec d'autres liens sont soumis aux essais comme des câblages à quatre paires.

## 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 60169-15, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Quinzième partie: 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 60169-22, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Vingt-deuxième partie: Connecteurs à deux pôles pour fréquences radioélectriques à verrouillage à baïonnette, applicables à des câbles symétriques blindés à deux conducteurs intérieurs (type BNO)*

IEC 60512-25-9, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 25-9: Essais d'intégrité des signaux – Essai 25i: Diaphonie exogène*

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 60603-7 (toutes les parties), *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7: Spécification particulière pour les fiches et les embases blindées à 8 voies*

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 61076-2-101, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2-101: Connecteurs circulaires – Spécification particulière pour les connecteurs M12 à vis*

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 × 1, pour les transmissions de données à des fréquences jusqu'à 500 MHz*

IEC 61076-3-104, *Connectors for electrical and 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 (toutes les parties), *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques*

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

IEC TR 61156-1-2:2009, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1-2: Electrical transmission characteristics and test method of symmetrical pair/quad cables* (disponible en anglais seulement)

IEC TR 61156-1-2:2009/AMD1:2014

IEC 61156-5, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 5: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1 000 MHz – Horizontal floor wiring – Sectional specification* (disponible en anglais seulement)

IEC 61156-6, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 6: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1 000 MHz – Work area wiring – Sectional specification* (disponible en anglais seulement)

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, *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  $\Omega$  (75  $\Omega$ ) (type N)*

IEC 61935-1-11, *Spécification relative aux essais des cablages symétriques de communication conformément à l'ISO/IEC 11801, ainsi que des cablages coaxiaux des technologies de l'information – Partie 1-1: Exigences supplémentaires pour le mesurage de l'affaiblissement de conversion transversale et de l'affaiblissement de transfert de conversion transversale de niveau égal*

IEC 61935-1-2, *Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information – Partie 1-2: Câblages symétriques installés tels que spécifiés dans l'ISO/IEC 11801 – Exigences supplémentaires pour le mesurage de l'asymétrie*

IEC 62153-4-9, *Méthodes d'essais des câbles métalliques de communication – Partie 4-9: Compatibilité électromagnétique (CEM) – Affaiblissement de couplage des câbles symétriques écrantés, méthode triaxiale*

IEC 62153-4-11, *Metallic communication cable test methods – Part 4-11: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling attenuation or screening attenuation of patch cords, coaxial cable assemblies, pre-connectorised cables – Absorbing clamp method* (disponible en anglais seulement)

IEC 62153-4-14, *Metallic communication cable test methods – Part 4-14: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling attenuation of cable assemblies (Field conditions) absorbing clamp method* (disponible en anglais seulement)

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

---

<sup>1</sup> En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC/FDIS 61935-1-1:2019.

ISO/IEC 14763-1<sup>2</sup>, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 1: Administration* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 14763-2, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 2: Planning and installation* (disponible en anglais seulement)

Recommandation UIT-T G.117:1996, *Dissymétrie par rapport à la terre du point de vue de la transmission*

Recommandation UIT-T O.9:1999, *Montages pour la mesure du degré de dissymétrie par rapport à la terre*

---

<sup>2</sup> Retirée.