

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling –

Part 2: Cords as specified in ISO/IEC 11801 and related standards

Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information –

Partie 2: Cordons tels que spécifiés dans l'ISO/CEI 11801 et normes associées



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling –

Part 2: Cords as specified in ISO/IEC 11801 and related standards

Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information –

Partie 2: Cordons tels que spécifiés dans l'ISO/CEI 11801 et normes associées

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 33.040.20; 33.120.20

ISBN 978-2-88912-001-7

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 General requirements and test configuration	8
4.1 Cable and connector design	8
4.2 Balanced cord, cable and connector tests	8
4.3 Test configuration and equipment.....	8
4.4 Balanced cord tests requirements	9
5 Acceptance tests	10
5.1 Visual inspection	10
5.2 Wire map.....	11
5.3 Propagation delay	12
5.4 Delay skew.....	12
5.5 Insertion loss.....	12
5.6 Return loss.....	12
5.7 Near end crosstalk (NEXT).....	13
5.8 Assumptions used in the development of cord requirements.....	16
6 Balanced cord test procedure – Network analyser test configuration	16
7 Periodic tests	17
7.1 General.....	17
7.2 Tensile strength	17
7.3 Flexure.....	18
7.4 Bending.....	19
7.5 Twisting.....	19
7.6 Crushing	20
7.7 Dust test.....	21
7.8 Coupling attenuation	23
7.9 Climatic sequence	24
8 Test head requirements.....	24
8.1 General.....	24
8.2 Minimum requirements for all test head designs	24
8.3 Additional FEXT requirements for balanced connector compatible test heads.....	25
8.4 Additional return loss requirements for balanced connector compatible test heads	25
8.5 NEXT loss centering requirements for balanced connector compatible test heads.....	25
Bibliography.....	27

Figure 1 – Test configuration for balanced cord for NEXT and return loss measurements	9
Figure 2 – Correct pairing	11
Figure 3 – Incorrect pairing	11
Figure 4 – Initial marking of the cable sheath	17
Figure 5 – Final visual inspection	17
Figure 6 – Fixture for balanced cord flexure test	18
Figure 7 – Bending test: assembly in U shape	19
Figure 8 – Twisting test: assembly in U shape	20
Figure 9 – Fixture for cable crushing test	21
Figure 10 – Measuring device	23
Figure 11 – Centering of NEXT properties of the balanced connector test head	26
Table 1 – Return loss requirements	13
Table 2 – Balanced cord return loss requirements at key frequencies	13
Table 3 – Category 5 balanced cord NEXT requirements at key frequencies	15
Table 4 – Category 6 balanced cord NEXT requirements at key frequencies	15
Table 5 – Category 6 _A balanced cord NEXT requirements at key frequencies	15
Table 6 – Category 7 balanced cord NEXT requirements at key frequencies	15
Table 7 – Category 7 _A balanced cord NEXT requirements at key frequencies	15
Table 8 – Assumptions for cabling components used in the development of NEXT and return loss requirements	16
Table 9 – Coupling attenuation limits	23

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 2: Cords as specified in ISO/IEC 11801 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 61935-2 has been prepared by IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, R.F. connectors, R.F. and microwave passive components and accessories.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2005.

This third edition of IEC 61935-2 differs from the second edition in that it covers category 6_A to category 7_A cords as defined in ISO/IEC 11801.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
46/351/FDIS	46/364/RVD

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

The French version of this standard has not been voted upon.

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

A list of all parts of the IEC 61935 series, 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 publication will remain unchanged until the stability indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

A bilingual version of this publication may be issued at a later date.

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

Balanced cords are constructed for connecting equipment using free connectors according to IEC 60603-7 series, IEC 61076-3-104 and IEC 61076-3-110. It is known that connecting hardware performance is subject to influence by the properties of the free connector termination and therefore balanced cords should be tested to determine the quality of the assembly. Moreover, the performance of balanced cords may differ due to the performances of the involved separate components depending upon the efficiency of the manufacturing procedure. Manufacturing procedures also impact upon the reliability of these balanced cords. Therefore, the primary object of this standard is to provide test methods to ensure compatibility of balanced cords to be used in cabling according to ISO/IEC 11801. Another object is to provide test methods and associated requirements to demonstrate the performance and reliability of these balanced cords during their operational lifetime.

The test methods described in this standard may also be used for any balanced cords that include twisted pairs terminated at each end.

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

Part 2: Cords as specified in ISO/IEC 11801 and related standards

1 Scope

This International Standard provides methods to ensure compatibility of balanced cords to be used in cabling according to ISO/IEC 11801 and provides test methods and associated requirements to demonstrate the performance and reliability of these balanced cords during their operational lifetime. This International Standard may also be used for providing test methods for assessing the behaviour of other balanced cords.

2 Normative references

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

IEC 60068-2-61, *Environmental testing – Part 2: Test methods – Test Z/AMB: Climatic sequence*

IEC 60603-7 (all parts), *Connectors for electronic equipment – Part 7: Detail specifications*

IEC 60603-7:2008, *Connectors for electronic equipment – Part 7: Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors*

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

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 1000 MHz*

IEC 61076-3-110, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-110: Rectangular connectors – Detail specification for shielded, free and fixed connectors for data transmission with frequencies up to 1000 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 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 61935-1:2009, *Specification for the testing of balanced and coaxial information technology cabling – Part 1: Installed balanced cabling as specified in ISO/IEC 11801 and related standards*

IEC 612153-4-11, *Metallic communication cable test methods – Part 4-11: Electromagnetic compatibility (EMC) – Coupling attenuation or screening attenuation of patch cords, coaxial cable assemblies, pre-connectorized cables – Absorbing clamp method*

ISO/IEC 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61935-1 and the following apply.

3.1

cord

a cable assembly as defined in IEC 61935-1 whatever its targeted use

NOTE In this document, the usage of balanced cord covers, amongst others, work area cord, patch cord and equipment cord. The terminology “modular plug cord” is an alternative expression.

4 General requirements and test configuration

4.1 Cable and connector design

When compliance with ISO/IEC 11801 is required, the design of the cables and connectors should conform to the applicable parts of IEC 61156 and IEC 60603-7, IEC 61076-3-110 and IEC 61076-3-104 respectively.

4.2 Balanced cord, cable and connector tests

For balanced cords complying with ISO/IEC 11801, cables and connectors used in cable assemblies should be assessed separately in accordance with IEC 61156-1 and IEC 60603-7, IEC 61076-3-104 or IEC 61076-3-110 respectively. These component tests do not need to be repeated on the balanced cord, but the terminated contact height should be assessed (e.g. dimension K2 of Table 1 of IEC 60603-7).

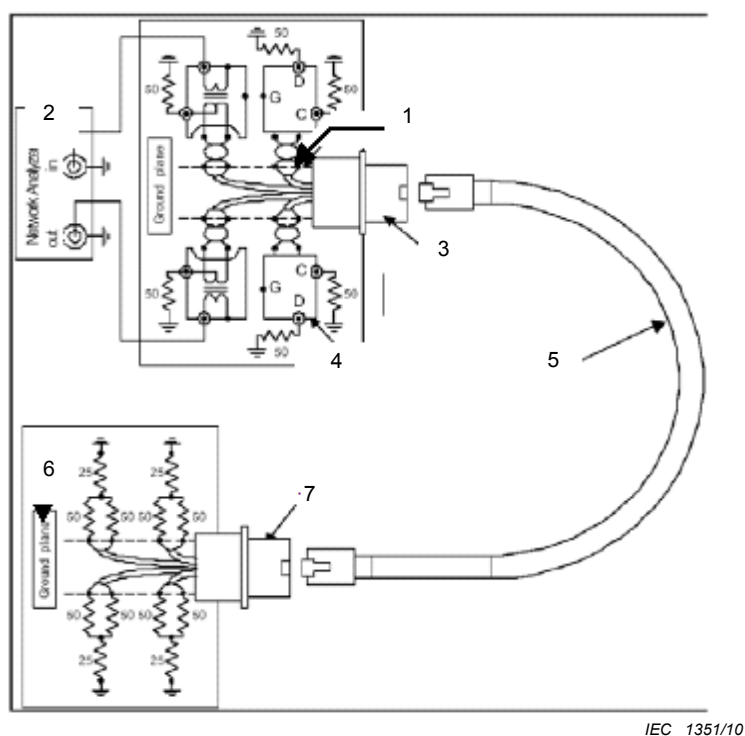
For other cords, the cables and connectors shall be assessed separately according to their respective standard unless there are no component standards. In this case, all tests will be performed on the cords, including interface tests. The acceptance tests described in this document shall be performed on a balanced cord on a lot-by-lot basis.

The periodic tests described in this document are type tests that have to be performed according to the quality system of the manufacturer.

4.3 Test configuration and equipment

The reference measurement procedures that are described in this standard require the use of a network analyser, coaxial interface cables, r.f. transformers (baluns), twisted pair test leads and impedance matching terminations. Refer to IEC 61935-1 for requirements of test equipment, including baluns (see 4.2.6 of IEC 61935-1). The nominal impedance for the test set-up and the terminations is 100 Ω . The same tests may be used for 120 Ω and 150 Ω cords, but the measurement methods have not been evaluated for these nominal impedance values.

The test configuration includes termination test heads at each end of the cord. For NEXT and return loss, the test configuration is as shown in Figure 1. The terminals on the test heads interface with the test equipment. Refer to IEC 61935-1 for detailed connection diagrams. All pairs shall be terminated with differential plus common mode terminations per IEC 61935-1. Resistive type terminations are preferred.



Key

- | | |
|--|---------------------|
| 1 test interface | 5 cord under test |
| 2 network analyser (receiver, in $-50\ \Omega$) | 6 ground plane |
| 3 near end test head | 7 far end test head |
| 4 balun | |

Figure 1 – Test configuration for balanced cord for NEXT and return loss measurements

4.4 Balanced cord tests requirements

The test methods described in this specification characterise balanced cords according to ISO/IEC 11801. They may be also used for other cords. For certification purposes, the test schedule refers to these tests.

The cord test requirements include tests that can be performed on each cord or representative samples produced, and tests that are only performed on representative samples of cords. The sampling only tests (known as periodic tests) include:

- tensile strength;
- flexure;
- bending/twisting;
- crushing;
- dust test;

- climatic sequence;
- coupling attenuation.

The periodic tests are described in detail in Clause 7.

The acceptance tests that can be performed on each cord include:

- visual inspection;
- wire map;
- return loss;
- pair-to-pair NEXT.

If all components used to assemble the cord are not assured to be compliant to their respective component standards, the following additional tests should be performed:

- insertion loss (attenuation);
- propagation delay;
- delay skew;
- d.c. resistance;
- d.c. resistance unbalance.

The requirements to be verified on each cord are described in detail in Clause 5.

Balanced cords shall meet the transmission requirements of its designated category and, with appropriate test heads, the transmission requirements of all lower categories, e.g. a category 7_A balanced cord shall meet the:

- category 7_A requirements when tested with a category 7_A test head;
- category 7 requirements when tested with a category 7 test head;
- category 6_A requirements when tested with a category 6_A test head;
- category 6 requirements when tested with a category 6 test head;
- category 5 requirements when tested with a category 5 test head.

5 Acceptance tests

5.1 Visual inspection

Visual inspection of balanced cords shall be performed by visual inspection with normal or corrected vision without any additional magnification:

- the condition, workmanship and finish are satisfactory;
- the marking, when specified in the relevant specification, is legible;
- mechanical damage is absent and there is no undesired movement or displacement of parts;
- flaking of materials or finishes is absent;
- the length as specified.

5.2 Wire map

A conductor map test is intended to verify correct pin termination at each end and to check for installation connectivity errors. For each of the conductors in the cable, and the screen(s), if any, the conductor map indicates

- continuity to the remote end;
- shorts between any two or more conductors/screen(s);
- transposed pairs;
- reversed pairs;
- split pairs;
- any other connection errors.

Correct connectivity of telecommunications outlet/connectors is defined in ISO/IEC 11801 (or equivalent), and is illustrated in Figure 2 (for four pair cables).

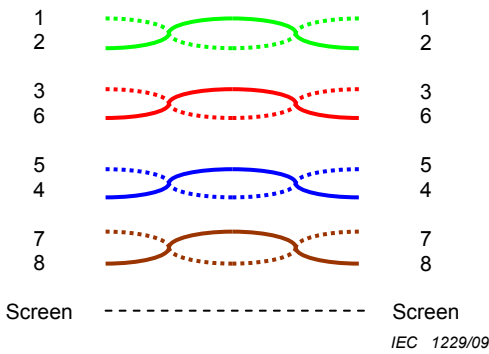


Figure 2 – Correct pairing

A reversed pair occurs when the polarity of one pair is reversed at one end of the balanced cord (also called a tip/ring reversal). See Figure 3a for an illustration of a reversed pair.

A transposed pair occurs when the two conductors in a pair are connected to the position for a different pair at the remote connection. See Figure 3b for an illustration of transposed pairs.

NOTE Transposed pairs are sometimes referred to as crossed pairs.

Split pairs occur when pin to pin continuity is maintained but physical pairs are separated. See Figure 3c for an illustration of split pairs.

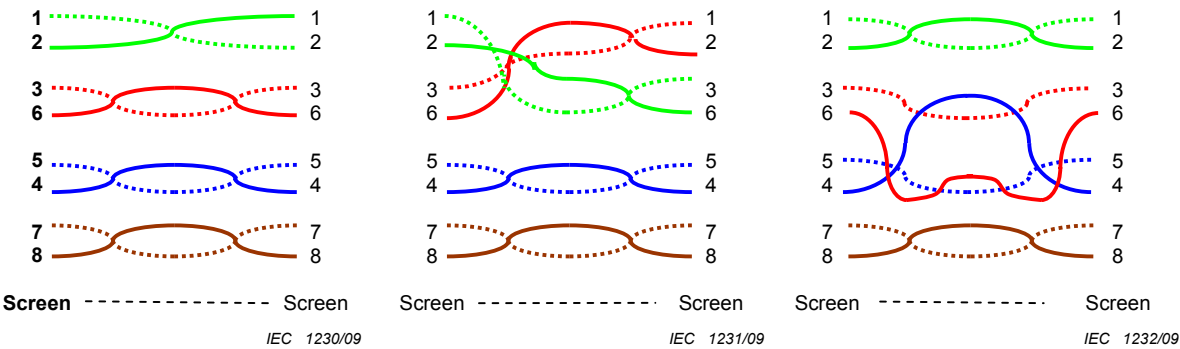


Figure 3a – Reversed pair

Figure 3b – Transposed pairs

Figure 3c – Split pairs

Figure 3 – Incorrect pairing

If the balanced cord wire map test is conformant, then a “pass” shall be reported.

5.3 Propagation delay

Propagation delay is assumed to be met by design when using cables and connectors that comply with IEC 61156-6, IEC 60603-7, IEC 61076-3-104 or IEC 61076-3-110 respectively. Propagation delay shall be measured in accordance with 4.6 of IEC 61935-1.

5.4 Delay skew

Delay skew is assumed to be met by design when using cables and connectors that comply with IEC 61156-6, IEC 60603-7, IEC 61076-3-104 or IEC 61076-3-110 respectively. Delay skew shall be calculated in accordance with 4.6 of IEC 61935-1.

5.5 Insertion loss

Insertion loss is assumed to be met by design when using cables and connectors that comply with IEC 61156-6, IEC 60603-7, IEC 61076-3-104 or IEC 61076-3-110 respectively. Insertion loss shall be measured in accordance with 4.5 of IEC 61935-1.

5.6 Return loss

5.6.1 Object

The object of this test is to measure the return loss of a balanced cord.

5.6.2 Test method

Return loss is derived from the measured value of the scattering parameter, S_{11} and S_{22} , of the balanced cord.

5.6.3 Test set-up and measurement

The test set-up is described in 4.3. The test set-up consists of a network analyser, four baluns and two test heads (each containing a fixed connector). Calibration is performed according to 4.11.4.1 of IEC 61935-1.

The balanced cord shall be connected to the test equipment by connecting to appropriate (by category) test heads, as shown in Figure 1.

5.6.4 Test report

The measured results shall be reported in graphical or table format with the limits specified in the standard distinctly shown on the graphs or in the table at the same frequencies as specified in the relevant detail specification. Results for all pairs shall be reported. It shall be explicitly noted if the measured results exceed the test limits.

5.6.5 Requirements

The requirements for the return loss for each category are shown in Table 1. The assumptions that were used to develop these requirements are shown in Table 8.

Table 1 – Return loss requirements

Category	5	6	6 _A	7	7 _A
Frequency range (MHz)	4 to 100	4 to 250	4 to 500	4 to 600	4 to 1 000
1 to 25	19,8+3·log(<i>f</i>) dB				
25 to 250	38–10·log(<i>f</i>) dB				
250 to 500	Not applicable		14–15·log(<i>f</i> /250) dB	38–10·log(<i>f</i>) dB	
500 to 600	Not applicable			38–10·log(<i>f</i>) dB	
600 to 1 000	Not applicable				38–10·log(<i>f</i>) ^a dB
NOTE The frequency <i>f</i> is in MHz.					
^a Calculated values below 10 dB revert to 10 dB.					

The requirements at key frequencies are shown in Table 2.

Table 2 – Balanced cord return loss requirements at key frequencies

Return loss requirements at key frequencies in dB					
Category	5	6	6 _A	7	7 _A
4 MHz	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6
100 MHz	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
250 MHz	na	14,0	14,0	14,0	14,0
500 MHz	na	na	9,5	11,0	11,0
600 MHz	na	na	na	10,2	10,2
1 000 MHz	na	na	na	na	10,0
na = not applicable					

5.7 Near end crosstalk (NEXT)

5.7.1 Object

The object of this test is to measure the NEXT of a balanced cord.

5.7.2 Test method

NEXT is derived from the measured value of the scattering parameter of the balanced cord, S_{21} and S_{12} as applicable.

5.7.3 Test set-up and measurement

The test set-up is described in 4.3.

The balanced cord shall be connected to the test equipment by connecting to appropriate (by category) test heads, as shown in Figure 1. NEXT shall be measured in accordance with 4.7 of IEC 61935-1.

5.7.4 Test report

The measured results shall be reported in graphical or table format with the limits specified in the standard distinctly shown on the graphs or in the table at the same frequencies as specified in the relevant detail specification. Results for all pair combinations shall be reported. It shall be explicitly noted if the measured results exceed the test limits.

5.7.5 Requirements

When compliance with ISO/IEC 11801 is required, the NEXT requirements at key frequencies are shown in Table 3 (category 5), Table 4 (category 6), Table 5 (category 6_A), Table 6 (category 7) and Table 7 (category 7_A) based upon the assumptions in Table 8. These values are based on cord cables that are consistent with IEC 61156-6 and connectors that are consistent with IEC 60603-7 series, IEC 61076-3-104 or IEC 61076-3-110.

The balanced cords shall meet the appropriate requirements of Equation (1), calculated according to Equations (2), (3) and (4).

$$NEXT_{cord} = -10 \cdot \log \left(10^{\frac{-NEXT_{connectors}}{10}} + 10^{\frac{-(NEXT_{cable} + 2 \cdot IL_{connector})}{10}} \right) - RFEXT \quad (1)$$

where

$NEXT_{cord}$, dB	is the NEXT of the entire cord in dB;
$NEXT_{connector}$, dB	is the NEXT of the connectors in dB;
$NEXT_{cable}$, dB	is the NEXT of the cable itself in dB;
$IL_{connector}$, dB	is the insertion loss of one connector in dB;
$RFEXT$	is the allowance for reflected FEXT in dB;

and

$$NEXT_{connectors} = -20 \cdot \log \left(10^{\frac{-NEXT_{local}}{20}} + 10^{\frac{-(NEXT_{remote} + 2 \cdot (IL_{cable} + IL_{connector}))}{20}} \right) \quad (2)$$

The NEXT of the cord cable and connecting hardware is as specified in applicable standards. The properties of the local and remote connectors are assumed to be identical.

$$IL_{cable, dB} \approx \alpha_{cable, 100m, dB} \cdot \frac{L}{100} \quad (3)$$

where

$NEXT_{local}$, dB	is the NEXT of the connector at the local end of the cord in dB;
$NEXT_{remote}$, dB	is the NEXT of the connector at the remote end of the cord in dB;
IL_{cable} , dB	is the attenuation of the cable in dB;
$IL_{connector}$, dB	is the attenuation of the connector in dB;
$\alpha_{cable, 100 m}$, dB	is the attenuation of 100 m of the cable used for the cord;
L	is the length of the cable in the cord.

The length corrected near-end crosstalk of the cable of the balanced cord is given by:

$$NEXT_{\text{cable},L,\text{dB}} = NEXT_{\text{cable},100\text{ m},\text{dB}} - 10 \cdot \log \frac{1 - 10^{\frac{L}{100} \cdot \frac{\alpha_{\text{cable},100\text{m},\text{dB}}{5}}}{1 - 10^{\frac{\alpha_{\text{cable},100\text{m},\text{dB}}{5}}}} \quad (4)$$

Calculations yielding NEXT limits in excess of 65 dB shall revert to a limit of 65 dB.

Table 3 – Category 5 balanced cord NEXT requirements at key frequencies

Length	1 m	2 m	5 m	10 m	
4 MHz	65,0	65,0	63,7	61,6	dB
100 MHz	39,9	39,0	37,4	36,4	dB

Table 4 – Category 6 balanced cord NEXT requirements at key frequencies

Length	1 m	2 m	5 m	10 m	
4 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
100 MHz	46,8	46,2	45,1	44,2	dB
250 MHz	39,1	38,7	38,0	37,6	dB

Table 5 – Category 6_A balanced cord NEXT requirements at key frequencies

Length	1 m	2 m	5 m	10 m	
4 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
100 MHz	46,8	46,2	45,1	44,2	dB
250 MHz	39,2	38,7	38,0	37,6	dB
500 MHz	31,0	31,0	31,3	31,7	dB

Table 6 – Category 7 balanced cord NEXT requirements at key frequencies

Length	1 m	2 m	5 m	10 m	
4 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
100 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
250 MHz	60,4	60,7	61,2	61,9	dB
500 MHz	56,2	56,5	57,2	58,0	dB
600 MHz	55,0	55,4	56,2	57,0	dB

Table 7 – Category 7_A balanced cord NEXT requirements at key frequencies

Length	1 m	2 m	5 m	10 m	
4 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
100 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
250 MHz	62,5	62,6	63,3	64,1	dB
500 MHz	56,7	57,1	58,0	59,1	dB
600 MHz	55,3	55,6	56,7	57,8	dB
1 000 MHz	46,7	47,4	48,9	50,2	dB

5.8 Assumptions used in the development of cord requirements

In accordance with ISO/IEC 11801, the assumptions that were used in the development of cord NEXT and return loss requirements are shown in Table 8.

Table 8 – Assumptions for cabling components used in the development of NEXT and return loss requirements

Category	5	6	6 _A	7	7 _A	
Frequency range	4 to 100	4 to 250	4 to 500	4 to 600	4 to 1 000	MHz
Insertion loss for horizontal cable, 100 m	$1,9108 \cdot \sqrt{f} + 0,0222 \cdot f + 0,2/\sqrt{f}$	$1,82 \cdot \sqrt{f} + 0,017 \cdot f + 0,25/\sqrt{f}$	$1,82 \cdot \sqrt{f} + 0,0091 \cdot f + 0,25/\sqrt{f}$	$1,8 \cdot \sqrt{f} + 0,01 \cdot f + 0,2/\sqrt{f}$	$1,8 \cdot \sqrt{f} + 0,005 \cdot f + 0,25/\sqrt{f}$	dB
Insertion loss derating for cord cable	50					%
Return loss cord cable, 100 m	20+ 5·log(<i>f</i>), 4 MHz to 10 MHz 25, 10 MHz to 25 MHz 25 – 8,6·log(<i>f</i>), ≥ 25 MHz		20+ 5·log(<i>f</i>), 4 MHz to 10 MHz 25, 10 MHz to 25 MHz 25 – 8,6·log(<i>f</i>), ≥ 25 MHz, 15,6 dB minimum			dB
NEXT cord cable, 100 m	65,3–15·log(<i>f</i>)	74,3–15·log(<i>f</i>)	74–15·log(<i>f</i>)	102,4–15·log(<i>f</i>)	108,4–15·log(<i>f</i>)	dB
Cable asymptotic characteristic impedance	100 ± 5					Ω
Test head mated insertion loss	0,04·√ <i>f</i>	0,02·√ <i>f</i>				dB
Test head mated return loss	69–20·log(<i>f</i>)					dB
Test head mated electrical length	0,04					m
Test head mated FEXT	88,1–20·log(<i>f</i>)					dB
Test head mated NEXT	87 – 20·log(<i>f</i>)	94 – 20·log(<i>f</i>)	94 – 20·log(<i>f</i>) <i>f</i> ≤ 250 MHz 46,04 – 30·log(<i>f</i> /250) <i>f</i> > 250 MHz	102,4 – 15·log(<i>f</i>)	116,3 – 20·log(<i>f</i>) <i>f</i> ≤ 600 MHz 60,73 – 40·log(<i>f</i> /600) <i>f</i> > 600 MHz	dB
Reflected FEXT allowance	0	0,5				dB
NOTE The frequency <i>f</i> is in MHz.						

NOTE The frequency f is in MHz.

6 Balanced cord test procedure – Network analyser test configuration

The test configuration is described in 4.3.

The frequency step size shall be no greater than 1 MHz up to 1 000 MHz. Pass/fail qualification shall be determined by comparing the resulting sweeps to the pass/fail limits for the applicable frequency range. The pass/fail margin and the frequency at which it occurs shall be reported for each pair combination.

7 Periodic tests

7.1 General

Where specified in this clause, the transmission performance requirements of Clause 5 shall be met before and after conditioning tests.

7.2 Tensile strength

7.2.1 Object

To determine the mechanical strength and, when required, electrical stability of the balanced cord when subjected to an axial force.

7.2.2 Procedure

A tensile force as specified in the relevant detail specification shall be applied to the two connectors along the common axis of the cable and connectors.

Preparation shall be made after initial visual inspection (before all the subsequent tests).

Mark the outer cable sheath at the end of the connector boot at both ends of the balanced cord as indicated in Figure 4. The marks are required to identify movement of the cable sheath caused by the mechanical stresses during subsequent tests.



Figure 4 – Initial marking of the cable sheath

If the connector has a shrink-tube as part of the boot, the mark shall be made on the outer cable sheath right at the end of the shrink-tube.

7.2.3 Requirements

The movement of the cable relative to the connector, during and after any test, shall be limited to 1 mm maximum (see Figure 5). This visual inspection shall be applied to ensure that the captivation or attachment of a cable sheath to a connector will withstand all climatic and mechanical tests required in this specification. After the test, NEXT and return loss shall be as specified in the detail specification.

Final visual inspection shall be made after all tests have been finished. The outer sheath movement is visible through the movements of the marks at the outer cable sheath.

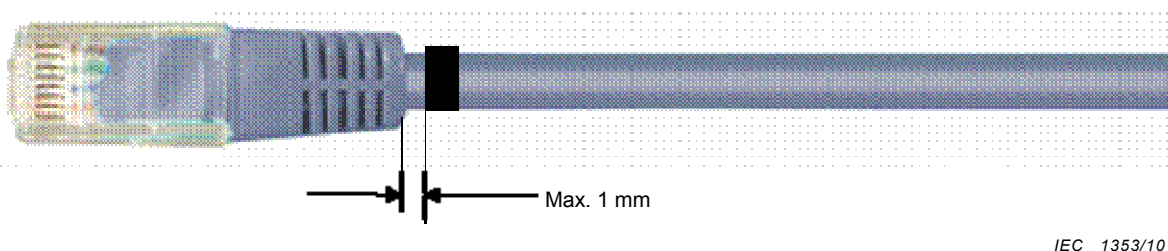


Figure 5 – Final visual inspection

7.2.4 Detail specification

Requirements to be given in the detail specification:

- a) value of the force (normally 50 N for balanced cords);
- b) duration and method of application of the force;
- c) NEXT;
- d) return loss;
- e) the allowed movement of the outer cable sheath relative to the connector boots.

7.3 Flexure

7.3.1 Object

To determine the ability of the balanced cord to withstand bending at the junction of the cable and connector.

7.3.2 Procedure

The test shall be performed using a fixture shown in Figure 6.

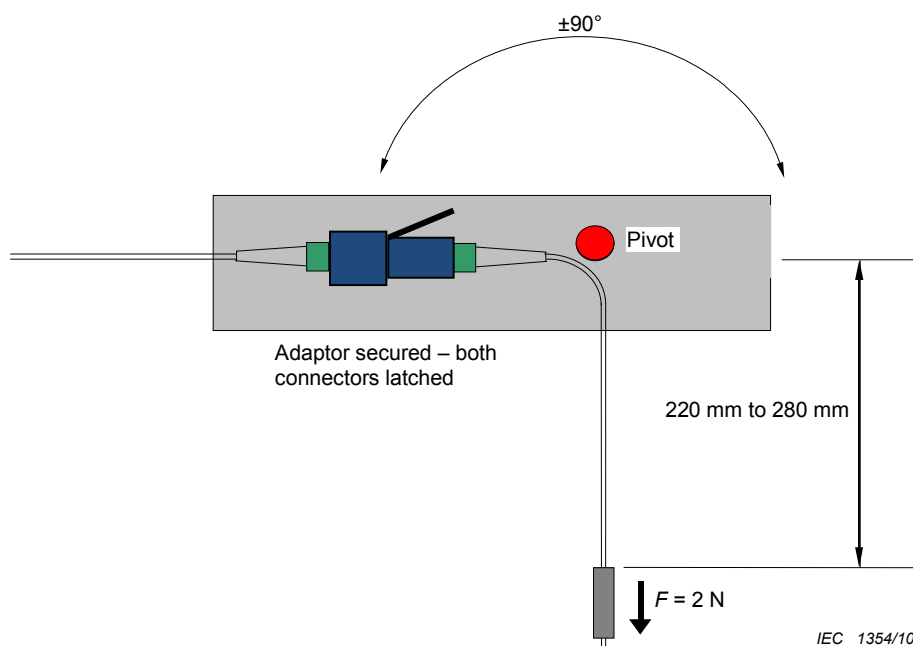


Figure 6 – Fixture for balanced cord flexure test

A flexure is a rotation of the fixture of 180° . The rate of flexure shall be 20 per minute or as specified in the relevant detail specification.

7.3.3 Requirements

After the test, the balanced cord interface dimensions shall be within the specified limits. Electrical test requirements stated in the relevant detail specification shall be complied with.

7.3.4 Information to be given in the detail specification

Information to be given in the detail specification:

- a) number of flexures, normally 500;
- b) NEXT;
- c) return loss;
- d) whether or not electrical tests shall be applied with the balanced cord still on the fixture.

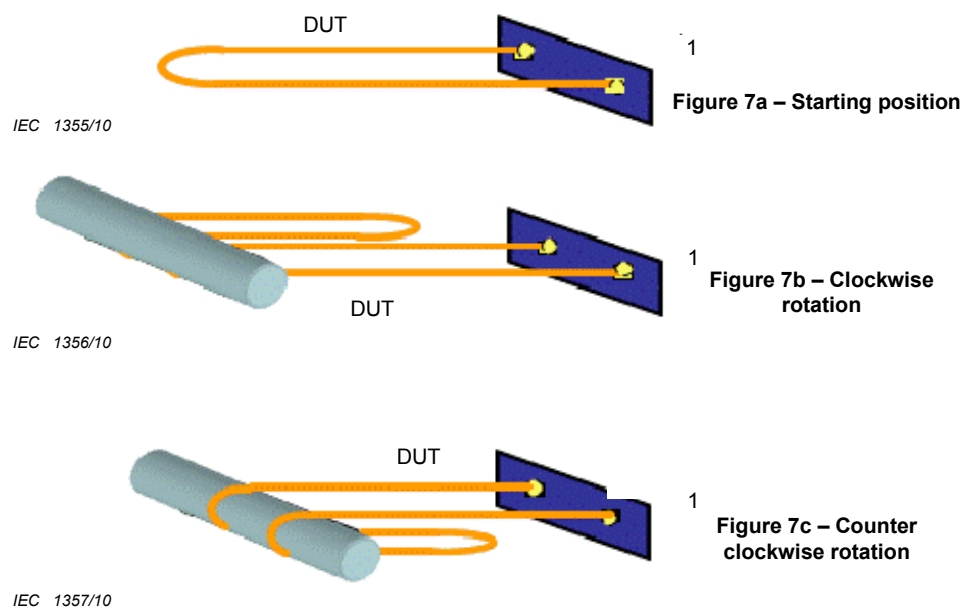
7.4 Bending

7.4.1 Object

To determine the ability of the balanced cord to withstand bending of the cable by checking return loss and NEXT compliance after bending.

7.4.2 Procedures

A balanced cord, which is a "U" shape, has to be connected to a suitable network analyser (Figure 7a). During recording of the return loss or the NEXT, the cable is wound around a mandrel for 180° (Figure 7b), unwound to the starting position, wound counter-clockwise for 180° around the mandrel (Figure 7c) and again unwound to its starting position. The initial position of the mandrel shall be chosen that only the straight parts of the "U" will be bent during the test. Unless otherwise specified, the radius of the mandrel shall be 120 mm.



Key

1 NWA test ports

Figure 7 – Bending test: assembly in U shape

7.5 Twisting

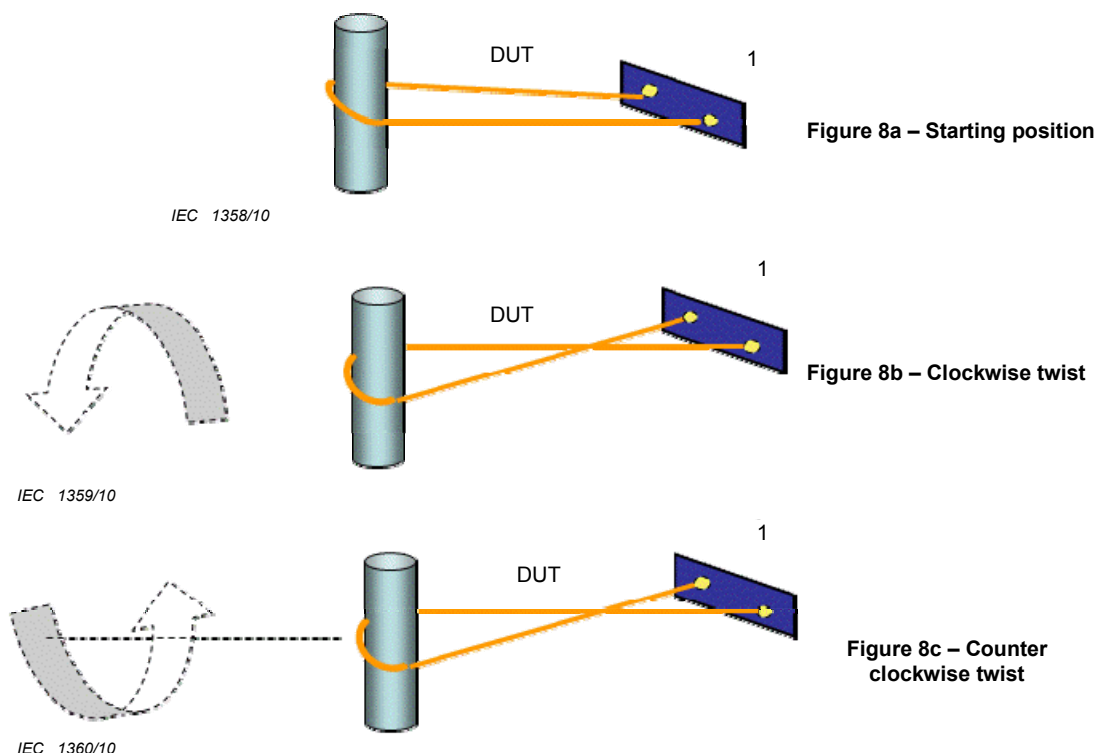
7.5.1 Object

To determine the ability of the balanced cord to withstand twisting of the cable by checking return loss and NEXT compliance after twisting.

7.5.2 Procedures

A balanced cord, which is in a "U" shape, has to be connected to a suitable network analyser (Figure 8a). During the recording of the return loss and the NEXT, the mandrel in the middle of the cable is first twisted in a clockwise direction for 180° (Figure 8b) then released to the starting position, twisted counter-clockwise for 180° (Figure 8c) and again released to its starting position.

NOTE Depending on the torsional rigidity and the maximum permissible torque at the cable connector's interface, the maximum twist angle may have to be reduced.



Unless otherwise specified, the radius of mandrel shall be 120 mm.

Key

1 NWA test ports

Figure 8 – Twisting test: assembly in U shape

7.5.3 Requirements

The return loss and NEXT shall not exceed the limits specified in the relevant detail specification.

7.6 Crushing

7.6.1 Object

To determine the ability of a balanced cord to withstand a transverse load (or a force) applied to any part of the cable.

This test is normally performed on the cable before assembly. Where the cable was not tested for crushing, the balanced cord shall be tested.

7.6.2 Procedure

A force F shall be applied to a test fixture as shown in Figure 9 at the rate of $0,2 \times F$ per second maximum. The force shall then be maintained for $60 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$.

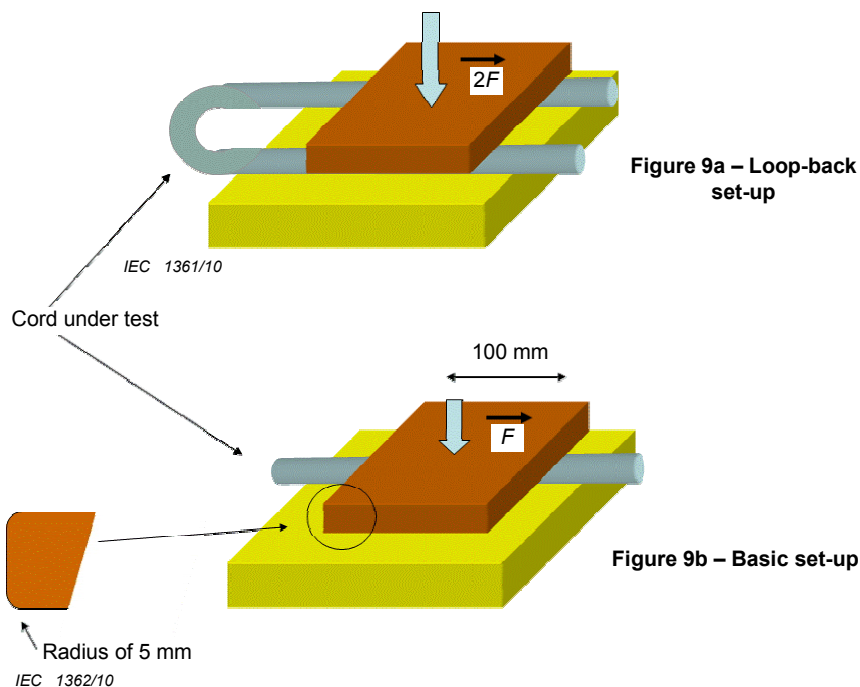


Figure 9 – Fixture for cable crushing test

7.6.3 Requirements

During and after the test, the return loss shall be within the limiting values specified in the relevant detail specification.

7.6.4 Information to be given in the detail specification

Information to be given in the detail specification:

- value of the force F , normally 800 N;
- distance from the test region to one of the connectors (1 m maximum);
- test fixture (Figure 9a or Figure 9b).

7.7 Dust test

7.7.1 Object

To determine whether the effects of exposure to dust impair the operational performance of the balanced cord and in particular the function of the coupling mechanism.

This test is normally performed on the connector before assembly. Where the connector was not tested for dust, the balanced cord shall be tested.

7.7.2 Procedure

Details of a typical test cabinet for carrying out this test are given in 7.7.5. The dust medium shall be fine powdered silica as detailed in 7.7.5. The dry specimen(s) with connectors mated and with back-of-panel portion of fixed connectors and free ends of cable protected, where required against ingress of dust, shall be placed in the cabinet simulating the normal operational altitude.

No relevant part of any specimen shall be closer than 150 mm to the sides, top or bottom of the cabinet or part of another specimen during the test.

Each test cycle shall be of 15 min duration of which the air blast shall be operated for the first 2 s only.

The number of test cycles to which the specimens will be exposed will be dependent upon the severity of exposure to dust likely to be met in service. The following are the preferred test severities:

- severe dust conditions 20 cycles;
- moderate dust conditions 10 cycles;
- slight dust conditions 2 cycles.

7.7.3 Requirements

At the conclusion of the last cycle, the specimen(s) shall be carefully removed from the chamber and any surplus dust removed by a light shaking or blowing. Before uncoupling the connectors, any measurements required by the detail specification to check for deterioration in performance shall be made.

7.7.4 Information to be given in the detail specification

Information to be given in the detail specification:

- a) duration of test cycle if other than 15 min;
- b) the equivalent altitude if other than that covered by the standard atmospheric conditions for testing;
- c) number of test cycles;
- d) details of visual, mechanical and electric inspection and tests required at the conclusion of the conditioning, including whether a special tool may be required to assist uncoupling of mated connector.

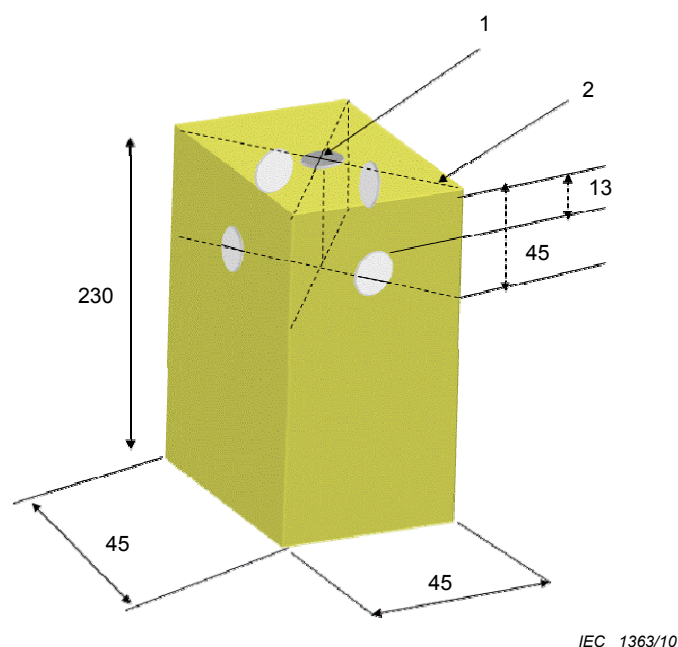
7.7.5 Test chamber

The cabinet used shall be based on the typical details given below. The essential features are:

- a) a dense diffusion of the dust must be achieved within 2 s;
- b) a glass observation panel incorporated in an opening door (with externally hand operated wiper);
- c) means for holding the specimens in the cabinet in accordance with the requirements of this specification and the relevant detail specification;
- d) there shall be no increase in air pressure within the cabinet during the test and especially during the first 2 s of each cycle;
- e) the test chamber shall be capable of being raised to and maintained at a temperature of $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ with a relative humidity not exceeding 60 %. It shall be adjustable so as to produce a dust concentration sufficient to deposit $25\text{ g} \pm 5\text{ g}$ in the measuring device (Figure 10) over a period of 5 min;

- f) materials used for the construction of the cabinet shall be such that there shall be no contamination of the dust by foreign matter;
- g) details of the powdered medium as follows: dry silica with grains of 2,5 µm to 50 µm and grains of 50 µm to 150 µm (50 % of each size).

Dimensions in millimetres



Key

- 1 five inlets ($D = 25$ mm)
- 2 baffles

Figure 10 – Measuring device

7.8 Coupling attenuation

The coupling attenuation measurement shall be performed according to IEC 62153-4-11.

The coupling attenuation in the frequency range from $f = 30$ MHz to 1 000 MHz shall meet the requirements of type I, II or III, see Table 9, as required by the cabling expected performances.

Table 9 – Coupling attenuation limits

	30 MHz to 100 MHz	100 MHz to 1 000 MHz
Type I	85	$85 - 20 \cdot \log_{10}(f/100)$
Type II	55	$55 - 20 \cdot \log_{10}(f/100)$
Type III	40	$40 - 20 \cdot \log_{10}(f/100)$

7.9 Climatic sequence

7.9.1 Object

To determine the behaviour of balanced cords when submitted to climatic sequence.

This test is normally performed on the connector and the cable before the assembling. Where the connector and /or the cable were not tested for climatic sequence, the balanced cord shall be tested.

7.9.2 Procedure

The climatic sequence shall be carried out in accordance with IEC 60068-2-61.

The climatic category is 40/70/21.

The low air pressure is not required.

Duration for high temperature test: 16 h.

Duration for low temperature test: 2 h.

High temperature during damp heat test: 55 °C.

7.9.3 Requirements

The insertion loss shall meet the specified requirement.

7.9.4 Information to be given in the detail specification

Any deviation from the test method.

8 Test head requirements

8.1 General

The test head requirements depend on the category of balanced cord to be tested. In case of category 7 or 7_A balanced cords as specified in ISO/IEC 11801, the test head requirements depend whether a backwards compatible balanced connector design meeting the requirements of IEC 60603-7 series and IEC 61076-3-110, or the connector design meeting the requirements of IEC 61076-3-104, is used.

The measured NEXT and return loss of the balanced cord assembly is dependent on the properties of the test heads used in the test set-up.

8.2 Minimum requirements for all test head designs

Test heads intended for testing of backwards compatible category 7 or 7_A balanced cords shall also comply with category 6_A NEXT, FEXT and return loss requirements of IEC 60603-7-51 when qualified in accordance with the test methodology specified in IEC 60512-27-100¹⁾.

¹⁾ Under consideration.

Test heads intended for testing of balanced cords with the non-backwards compatible category 7 or 7_A free connector shall meet all requirements of IEC 61076-3-104.

8.3 Additional FEXT requirements for balanced connector compatible test heads

When measured from 10 MHz to the upper frequency of the applicable category, the test head shall exceed the FEXT value when mated with any applicable test free connectors determined by the following equation.

$$FEXT_{\text{conn}} \geq 88,1 - 20\log(f), \text{ 75 dB max.}$$

8.4 Additional return loss requirements for balanced connector compatible test heads

When measured from 10 MHz to the upper frequency of the applicable category, the test head shall exceed the return loss value when mated with any applicable test free connectors determined by the following equation.

$$ReturnLoss_{\text{conn}} \geq 69 - 20\log(f), \text{ 35 dB max.}$$

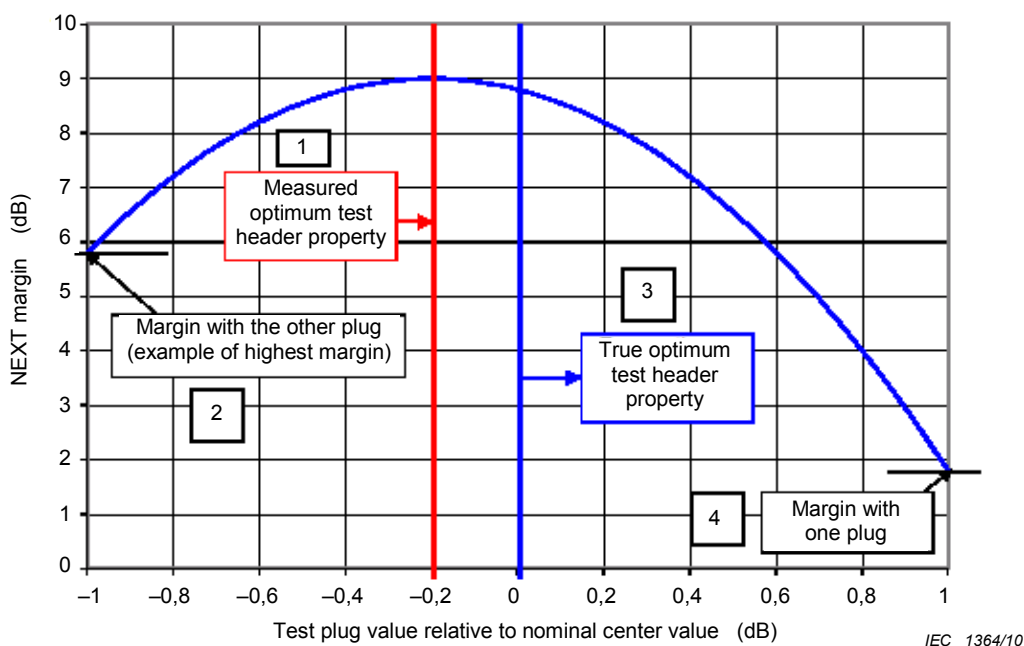
8.5 NEXT loss centering requirements for balanced connector compatible test heads

For each of the two test heads, the best case NEXT performance of the mated balanced cord test head shall be centred for twisted pair combinations 3,6-4,5, 1,2-3,6, and 3,6-7,8 as verified by the following procedure.

- 1) Measure the mated NEXT throughout the frequency range from 10 to the upper frequency of the category for the low and high limit-value virtual test free connectors as per IEC 60512-27-100.
- 2) Determine the minimum margin (dB) to the connecting hardware NEXT requirements for both the low and high limit-value virtual test free connectors as per IEC 60512-27-100.
- 3) The difference between these minimum margins for the high and low limit-value virtual test free connectors shall be less than 2 dB for the pair combination terminated on contacts 3,6-4,5, and 4 dB for the pair combinations terminated on contacts 1,2-3,6 and 3,6-7,8.

There are no centering requirements for twisted pair combinations 1,2-4,5, 4,5-7,8, or 1,2-7,8.

NOTE This procedure forces centering of the NEXT properties of the test head, see Figure 11.



Key

- 1 measured optimum test header property
- 2 margin with the low limit-value virtual test free connector (example of highest margin)
- 3 true optimum test header property
- 4 margin with high limit-value virtual test free connector

Figure 11 – Centering of NEXT properties of the balanced connector test head

In order to optimize the properties of the test head, it is desirable to select a test head which exhibits approximately equal worst case margins when mated with low and high limit-value virtual test free connectors. This applies only to the 3,6-4,5, 1,2-3,6 and 3,6-7,8 wire pair combinations.

Bibliography

IEC 60068-2-68, *Environmental testing – Part 2-68: Tests – Test L: Dust and sand*

IEC 60512-27-100, *Connectors for electrical equipment – Tests and measurements – Part 27-100: Signal integrity tests up to 500 MHz on IEC 60603-7 series connectors – Tests 27a to 27g²⁾*

²⁾ Under consideration.

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	30
INTRODUCTION.....	32
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives	33
3 Termes et définitions	34
4 Exigences générales et configuration d'essai	34
4.1 Conception du câble et du connecteur	34
4.2 Essais des cordons à paires symétriques, câbles et connecteurs	34
4.3 Configuration et équipement d'essai	34
4.4 Exigences d'essais des cordons à paires symétriques	35
5 Essais d'acceptation	37
5.1 Examen visuel	37
5.2 Table de correspondance des conducteurs	37
5.3 Temps de propagation	38
5.4 Dispersion des temps de propagation	38
5.5 Perte d'insertion	38
5.6 Affaiblissement de réflexion	38
5.7 Paradiaphonie (<i>NEXT: near end crosstalk</i>)	40
5.8 Hypothèses utilisées dans l'élaboration des exigences relatives aux cordons	42
6 Procédure d'essai des cordons à paires symétriques – Configuration d'essai de l'analyseur de réseau	43
7 Essais périodiques	44
7.1 Généralités	44
7.2 Résistance à la traction	44
7.3 Flexion	45
7.4 Courbure	46
7.5 Torsion	47
7.6 Ecrasement	48
7.7 Essai à la poussière	49
7.8 Affaiblissement de couplage	51
7.9 Séquence climatique	51
8 Exigences relatives à la tête d'essai	52
8.1 Généralités	52
8.2 Exigences minimales pour la conception de toutes les têtes d'essai	52
8.3 Exigences supplémentaires de FEXT pour les têtes d'essai compatibles avec les connecteurs à paires symétriques	53
8.4 Exigences supplémentaires relatives à l'affaiblissement de réflexion pour les têtes d'essai compatibles avec les connecteurs à paires symétriques	53
8.5 Exigences de centrage de la perte par NEXT pour les têtes d'essai compatibles avec les connecteurs à paires symétriques	53
Bibliographie.....	55

Figure 1 – Configuration d'essai du cordon à paires symétriques pour mesures de la paradiaphonie et de l'affaiblissement de réflexion	35
Figure 2 – Réalisation correcte des paires	37
Figure 3 – Réalisation incorrecte des paires	38
Figure 4 – Marquage initial de la gaine de câble	44
Figure 5 – Examen visuel final	45
Figure 6 – Dispositif d'essai de flexion du cordon à paires symétriques	45
Figure 7 – Essai de courbure: assemblage en forme de U	47
Figure 8 – Essai de torsion: assemblage en forme de U	48
Figure 9 – Dispositif d'essai d'écrasement de câble	49
Figure 10 – Dispositif de mesure	51
Figure 11 – Centrage des propriétés de NEXT de la tête d'essai avec connecteur à paires symétriques	54
 Tableau 1 – Exigences d'affaiblissement de réflexion	 39
Tableau 2 – Exigences relatives à l'affaiblissement de réflexion des cordons à paires symétriques à des fréquences discrètes	39
Tableau 3 – Exigences relatives à la NEXT des cordons à paires symétriques de catégorie 5 à des fréquences discrètes	41
Tableau 4 – Exigences relatives à la NEXT des cordons à paires symétriques de catégorie 6 à des fréquences discrètes	42
Tableau 5 – Exigences relatives à la NEXT des cordons à paires symétriques de catégorie 6 _A à des fréquences discrètes	42
Tableau 6 – Exigences relatives à la NEXT des cordons à paires symétriques de catégorie 7 à des fréquences discrètes	42
Tableau 7 – Exigences relatives à la NEXT des cordons à paires symétriques de catégorie 7 _A à des fréquences discrètes	42
Tableau 8 – Hypothèses se rapportant aux composants de câblage, utilisées dans l'élaboration des exigences relatives à la NEXT et à l'affaiblissement de réflexion	43
Tableau 9 – Limites de l'affaiblissement de couplage	51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 2: Cordons tels que spécifiés dans l'ISO/CEI 11801 et normes associées

AVANT PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61935-2 a été établie par le comité d'études 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, composants passifs pour micro-onde et accessoires.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée en 2005.

Cette troisième édition de la CEI 61935-2 diffère de la deuxième édition en ce qu'elle couvre les cordons de catégorie 6_A à catégorie 7_A, comme défini dans l'ISO/IECEI 11801.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 46/351/FDIS et 46/364/RVD.

Le rapport de vote 46/364/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61935, publiées sous le titre général : *Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information*, est disponible sur le site web de la CEI.

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

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Il convient, par conséquent, que les utilisateurs impriment ce document au moyen d'une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Les cordons à paires symétriques sont construits pour la réalisation des connexions entre équipements au moyen de fiches conformément à la série CEI 60603-7, la CEI 61076-3-104 et la CEI 61076-3-110. Il est établi que les performances des matériels de connexion sont susceptibles d'être influencées par les propriétés des terminaisons des fiches et c'est la raison pour laquelle il convient de soumettre les cordons à paires symétriques à des essais pour déterminer la qualité de leur assemblage. En outre, les performances des cordons à paires symétriques peuvent diverger en raison des performances des composants individuels concernés en fonction de l'efficacité de la procédure de fabrication. Les procédés de fabrication influent également sur la fiabilité de ces cordons à paires symétriques. Par conséquent, la présente norme a principalement pour objet de fournir les méthodes d'essai en vue de garantir la compatibilité des cordons à paires symétriques à utiliser dans les câblages selon l'ISO/IEC 11801. L'autre objet de ce document consiste à fournir des méthodes d'essai et leurs exigences associées, en vue de démontrer les performances et la fiabilité de ces cordons à paires symétriques au cours de leur durée de vie opérationnelle.

Les méthodes d'essai décrites dans la présente norme peuvent également être utilisées pour tous les cordons à paires symétriques qui incluent des paires torsadées terminées à chaque extrémité.

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

Partie 2: Cordons tels que spécifiés dans l'ISO/CEI 11801 et normes associées

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit des méthodes en vue de s'assurer de la compatibilité des cordons à paires symétriques à utiliser dans les câblages selon l'ISO/IEC 11801, ainsi que des méthodes d'essai et leurs exigences associées pour démontrer les performances et la fiabilité de ces cordons à paires symétriques au cours de leur durée de vie opérationnelle. La présente Norme internationale peut également être utilisée en vue de fournir des méthodes d'essai pour l'évaluation du comportement d'autres cordons à paires symétriques.

2 Références normatives

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

CEI 60068-2-61, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Méthodes d'essai – Essai Z/AMB : Séquence climatique*

CEI 60603-7 (toutes les parties), *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7: Spécifications particulières*

CEI 60603-7:2008, *Connecteurs pour équipements électroniques – Partie 7 : Spécification particulière pour les fiches et les embases non écrantées à 8 voies*

CEI 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*

CEI 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 1000 MHz* (disponible en anglais uniquement)

CEI 61076-3-110, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3-110: Connecteurs rectangulaires – Spécification particulière pour les fiches et les embases écrantées pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 1000 MHz*

CEI 61156 (toutes les parties), *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques*

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

CEI 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 uniquement)

CEI 61935-1:2009, *Spécification relative aux essais des câblages symétriques et coaxiaux des technologies de l'information – Partie 1: Câblages symétriques installés conformément à l'ISO/IEC 11801 et normes associées*

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-connectorized cables – Absorbing clamp method* (disponible en anglais uniquement)

ISO/CEI 11801, *Technologies de l'information – Câblage générique des locaux d'utilisateurs*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 61935-1 et le suivant s'appliquent.

3.1

cordon

câble équipé tel que défini dans la CEI 61935-1, quelle que soit son utilisation ciblée

NOTE Dans le présent document, l'emploi de cordons à paires symétriques englobe, entre autres, les cordons de zone de travail, cordons de brassage et cordons d'équipement. La terminologie "cordons à fiches modulaires" est une expression alternative.

4 Exigences générales et configuration d'essai

4.1 Conception du câble et du connecteur

Lorsque la conformité avec l'ISO/CEI 11801 est exigée, il convient que la conception des câbles et des connecteurs soit respectivement conforme aux parties applicables de la CEI 61156 et de la CEI 60603-7, à la CEI 61076-3-110 et à la CEI 61076-3-104.

4.2 Essais des cordons à paires symétriques, câbles et connecteurs

Pour les cordons à paires symétriques conformes à l'ISO/CEI 11801, il convient d'évaluer séparément les câbles et connecteurs utilisés dans les cordons, conformément à la CEI 61156-1 et la CEI 60603-7, à la CEI 61076-3-104 ou à la CEI 61076-3-110 respectivement. Il n'est pas nécessaire de répéter ces essais de composants sur le cordon à paires symétrique, mais il convient d'évaluer la hauteur de contact finale (par exemple la dimension K2 du Tableau 1 de la CEI 60603-7).

Pour d'autres cordons, les câbles et les connecteurs doivent être évalués séparément conformément à leur norme respective, sauf s'il n'existe pas de normes de composants. Dans ce cas, tous les essais seront réalisés sur les cordons, y compris les essais d'interface. Les essais d'acceptation décrits dans ce document doivent être réalisés sur un cordon à paires symétriques, lot par lot.

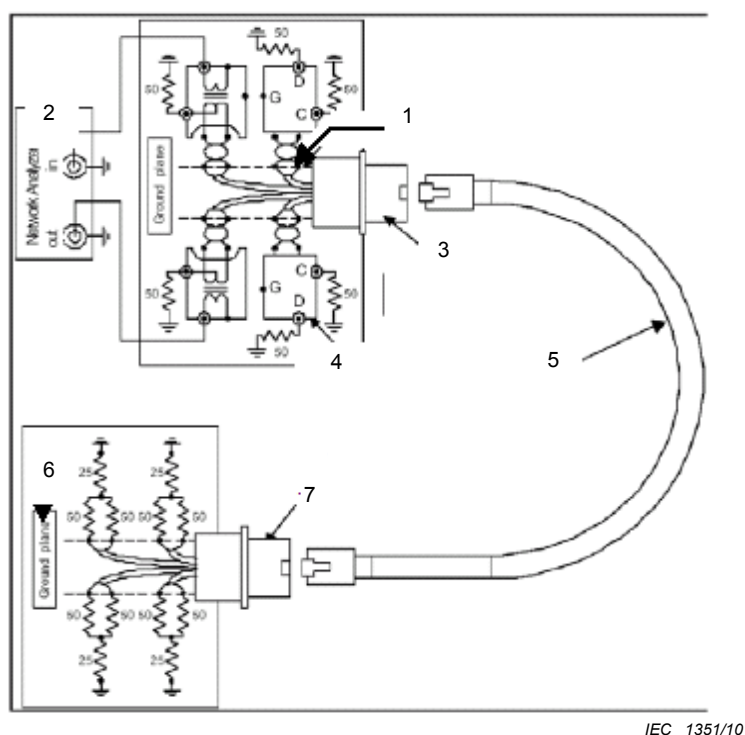
Les essais périodiques décrits dans ce document correspondent à des essais de type qui doivent être réalisés en accord avec le système qualité du fabricant.

4.3 Configuration et équipement d'essai

Les procédures de mesure de référence décrites dans la présente norme exigent l'utilisation d'un analyseur de réseaux, des câbles coaxiaux d'interface, de transformateurs à fréquence radioélectrique (symétriseurs), de fils d'essai à paires torsadées et de terminaisons d'adaptation d'impédance. Se reporter à la CEI 61935-1 où figurent les exigences relatives aux matériels d'essai, dont les symétriseurs (voir 4.2.6 de la CEI 61935-1). L'impédance nominale du montage d'essai et des terminaisons est de 100 Ω . Les mêmes essais peuvent

être utilisés pour les cordons de 120 Ω et de 150 Ω , mais les méthodes de mesure n'ont pas été évaluées pour ces valeurs d'impédance nominale.

La configuration d'essai comprend des têtes d'essai de terminaison à chaque extrémité du cordon. Concernant la paradiaphonie et l'affaiblissement de réflexion, la configuration de l'essai est celle représentée à la Figure 1. Les bornes situées sur les têtes d'essai font l'interface avec le matériel d'essai. Se reporter à la CEI 61935-1 pour les schémas de connexion détaillés. Toutes les paires doivent être connectées à des terminaisons en mode différentiel plus en mode commun selon la CEI 61935-1. Les terminaisons de type résistif sont privilégiées.



Légende

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1 interface d'essai | 5 cordon en essai |
| 2 analyseur de réseau (récepteur, en -50Ω) | 6 plan de terre |
| 3 tête d'essai à l'extrémité proche | 7 tête d'essai à l'extrémité distante |
| 4 symétriseur | |

Figure 1 – Configuration d'essai du cordon à paires symétriques pour mesures de la paradiaphonie et de l'affaiblissement de réflexion

4.4 Exigences d'essais des cordons à paires symétriques

Les méthodes d'essai décrites dans la présente spécification caractérisent les cordons à paires symétriques selon l'ISO/CEI 11801. Elles peuvent aussi être utilisées pour d'autres cordons. Le programme d'essais fait référence à ces essais à des fins de certification.

Les exigences d'essai des cordons comprennent les essais qui peuvent être réalisés sur chaque cordon ou sur des échantillons représentatifs issus de la production, et les essais qui sont réalisés uniquement sur les échantillons représentatifs des cordons. Les essais par échantillonnage uniquement (connus sous l'appellation d'essais périodiques) comprennent:

- la résistance à la traction;
- la flexion;
- le pliage/la torsion;
- l'écrasement;
- l'essai à la poussière;
- la séquence climatique;
- l'affaiblissement de couplage.

Les essais périodiques sont décrits en détail à l'Article 7.

Les essais d'acceptation qui peuvent être réalisés sur chaque cordon comprennent les suivants :

- l'examen visuel;
- la table de correspondance des fils;
- l'affaiblissement de réflexion;
- la paradiaphonie (NEXT, *near-end cross-talk*) paire à paire.

Si tous les composants utilisés pour assembler le cordon ne sont pas de façon certaine conformes à leurs normes de composants respectives, il convient de réaliser les essais supplémentaires suivants:

- perte d'insertion (affaiblissement);
- temps de propagation;
- différence des temps de propagation;
- résistance en courant continu;
- dissymétrie de résistance en courant continu.

Les exigences à vérifier sur chaque cordon sont décrites en détail à l'Article 5.

Les cordons à paires symétriques doivent répondre aux exigences de transmission de la catégorie qui leur est désignée et, avec les têtes d'essai appropriées, aux exigences de transmission de toutes les catégories inférieures, par exemple, un cordon à paires symétriques de catégorie 7_A doit répondre aux exigences suivantes :

- exigences pour catégorie 7_A lors de l'essai avec une tête d'essai de catégorie 7_A ;
- exigences pour catégorie 7 lors de l'essai avec une tête d'essai de catégorie 7 ;
- exigences pour catégorie 6_A lors de l'essai avec une tête d'essai de catégorie 6_A ;
- exigences pour catégorie 6 lors de l'essai avec une tête d'essai de catégorie 6 ;
- exigences pour catégorie 5 lors de l'essai avec une tête d'essai de catégorie 5 ;

5 Essais d'acceptation

5.1 Examen visuel

L'examen visuel des cordons à paires symétriques doit être réalisé par un examen visuel avec une vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire:

- la condition, l'exécution et la finition sont satisfaisantes;
- le marquage, s'il est spécifié dans la spécification applicable, est lisible;
- il n'y a pas de dommages mécaniques, ni de mouvement ou de déplacement intempestif des pièces;
- les matériaux ou les finitions ne présentent pas d'écaillages;
- la longueur est telle que spécifiée.

5.2 Table de correspondance des conducteurs

Une table de correspondance des conducteurs est destinée à vérifier que la terminaison de la broche à chaque extrémité est correcte et à rechercher les erreurs de connectivité lors de l'installation. Pour chacun des conducteurs du câble et pour l'écran/les écrans éventuel(s), la table de correspondance des conducteurs indique

- la continuité jusqu'à l'extrémité distante;
- les courts-circuits entre deux ou plus de deux conducteurs/écran(s);
- les paires transposées;
- les paires inversées;
- les paires divisées ;
- toute autre erreur de connexion.

Une connectivité correcte des sorties/connecteurs de télécommunications est définie dans l'ISO/CEI 11801 (ou équivalent) et est illustrée à la Figure 2 (pour les câbles à quatre paires).

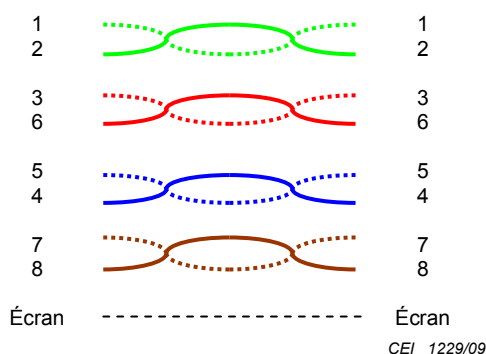


Figure 2 – Réalisation correcte des paires

Une paire inversée se produit quand la polarité d'une paire est inversée à une extrémité du cordon à paires symétriques (elle est aussi appelée inversion pointe/nuque). Voir la Figure 3a qui présente une illustration d'une paire inversée.

Une paire transposée se produit lorsque deux conducteurs d'une paire sont connectés à l'emplacement d'une paire différente au niveau de la connexion distante. Voir la Figure 3b qui présente une illustration de paires transposées.

NOTE Les paires transposées sont parfois désignées sous le terme de "paires croisées".

Les paires divisées apparaissent lorsque la continuité broche à broche est maintenue alors que les paires physiques sont divisées. Voir la Figure 3c qui présente une illustration de paires divisées.

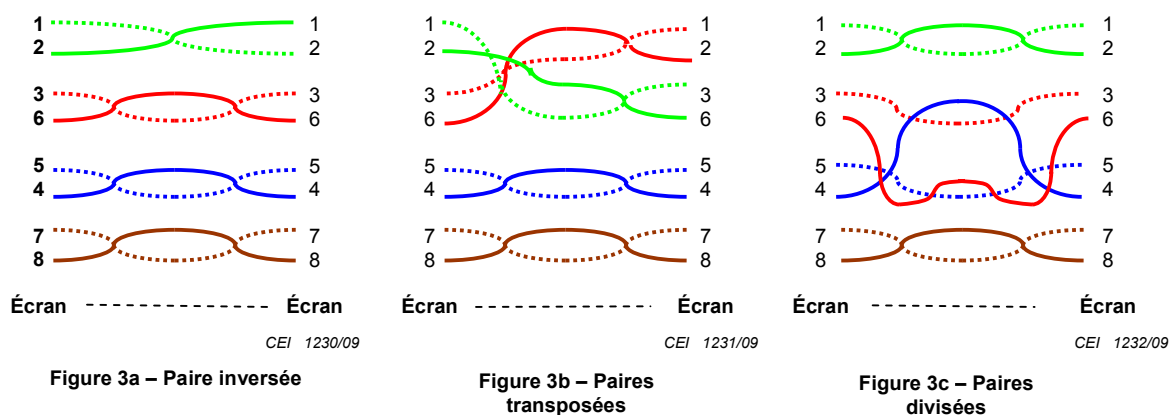


Figure 3 – Réalisation incorrecte des paires

Si l'essai de table de correspondance des cordons à paires symétriques est conforme, la mention "accepté" doit être reportée.

5.3 Temps de propagation

Le temps de propagation est supposé être satisfait par conception lorsque l'on utilise des câbles et des connecteurs respectivement conformes à la CEI 61156-6, la CEI 60603-7, la CEI 61076-3-104 ou la CEI 61076-3-110. Le temps de propagation doit être mesuré conformément au 4.6 de la CEI 61935-1.

5.4 Dispersion des temps de propagation

La dispersion des temps de propagation est supposée être satisfaite par conception lorsque l'on utilise des câbles et des connecteurs respectivement conformes à la CEI 61156-6, la CEI 60603-7, la CEI 61076-3-104 ou la CEI 61076-3-110. La dispersion des temps de propagation doit être mesurée conformément à 4.6 de la CEI 61935-1.

5.5 Perte d'insertion

La perte d'insertion est supposée être satisfaite par conception lorsque l'on utilise des câbles et des connecteurs respectivement conformes à la CEI 61156-6, la CEI 60603-7, la CEI 61076-3-104 ou la CEI 61076-3-110. La perte d'insertion doit être mesurée conformément à 4.5 de la CEI 61935-1.

5.6 Affaiblissement de réflexion

5.6.1 Objet

Cet essai a pour objet de mesurer l'affaiblissement de réflexion d'un cordon à paires symétriques.

5.6.2 Méthode d'essai

L'affaiblissement de réflexion est déduit de la valeur mesurée des paramètres de diffusion, S_{11} et S_{22} , du cordon à paires symétriques.

5.6.3 Montage et mesure d'essai

Le montage d'essai est décrit en 4.3. Le montage d'essai se compose d'un analyseur de réseaux, de quatre symétriseurs et de deux têtes d'essai (dont chacune est dotée d'une embase). L'étalonnage est réalisé conformément à 4.11.4.1 de la CEI 61935-1.

Le cordon à paires symétriques doit être connecté au matériel d'essai en effectuant la connexion aux têtes d'essai appropriées (par catégorie), comme représenté à la Figure 1.

5.6.4 Rapport d'essai

Les résultats mesurés doivent être consignés sous forme de graphiques ou de tableaux avec les limites spécifiées dans la norme, représentées de manière distincte sur les graphiques ou dans le tableau aux mêmes fréquences que celles stipulées dans la spécification particulière applicable. Les résultats doivent être consignés pour toutes les paires. On doit noter de manière explicite si les résultats mesurés dépassent les limites d'essai.

5.6.5 Exigences

Les exigences relatives à l'affaiblissement de réflexion pour chaque catégorie sont présentées au Tableau 1. Les hypothèses ayant été utilisées pour élaborer ces exigences figurent dans le Tableau 8.

Tableau 1 – Exigences d'affaiblissement de réflexion

Catégorie	5	6	6 _A	7	7 _A
Plage de fréquences (MHz)	4 à 100	4 à 250	4 à 500	4 à 600	4 à 1 000
1 à 25	19, 8+3·log(<i>f</i>) dB				
25 à 250	38–10·log(<i>f</i>) dB				
250 à 500	Non applicable		14–15·log(<i>f</i> /250) dB	38–10·log(<i>f</i>) dB	
500 à 600	Non applicable			38–10·log(<i>f</i>) dB	
600 à 1 000	Non applicable				38–10·log(<i>f</i>) ^a dB
NOTE La fréquence <i>f</i> est en MHz.					
^a Les valeurs calculées inférieures à 10 dB sont établies à 10 dB.					

Les exigences à des fréquences discrètes figurent dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Exigences relatives à l'affaiblissement de réflexion des cordons à paires symétriques à des fréquences discrètes

Exigences relatives à l'affaiblissement de réflexion à des fréquences discrètes, en dB					
Catégorie	5	6	6 _A	7	7 _A
4 MHz	21,6	21,6	21,6	21,6	21,6
100 MHz	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
250 MHz	na	14,0	14,0	14,0	14,0
500 MHz	na	na	9,5	11,0	11,0
600 MHz	na	na	na	10,2	10,2
1 000 MHz	na	na	na	na	10,0
na = non applicable					

5.7 Paradiaphonie (*NEXT: near end crosstalk*)

5.7.1 Objet

Cet essai a pour objet de mesurer la paradiaphonie d'un cordon à paires symétriques.

5.7.2 Méthode d'essai

La paradiaphonie est dérivée de la valeur mesurée des paramètres de diffusion du cordon à paires symétriques, soit S_{21} , soit S_{12} en fonction du contexte.

5.7.3 Montage d'essai et mesure d'essai

Le montage d'essai est décrit en 4.3.

Le cordon à paires symétriques doit être connecté au matériel d'essai, en effectuant la connexion aux têtes d'essai appropriées (par catégorie), comme représenté à la Figure 1. La paradiaphonie doit être mesurée conformément à 4.7 de la CEI 61935-1.

5.7.4 Rapport d'essai

Les résultats mesurés doivent être consignés sous forme de graphiques ou de tableaux avec les limites spécifiées dans la norme représentées de manière distincte sur les graphiques ou dans le tableau aux mêmes fréquences que celles stipulées dans la spécification particulière applicable. Les résultats doivent être consignés pour toutes les combinaisons de paires. On doit noter de manière explicite si les résultats mesurés dépassent les limites d'essai.

5.7.5 Exigences

Lorsque la conformité avec l'ISO/CEI 11801 est exigée, les exigences relatives à la paradiaphonie à des fréquences discrètes figurent dans le Tableau 3 (catégorie 5), le Tableau 4 (catégorie 6), le Tableau 5 (catégorie 6_A), le Tableau 6 (catégorie 7) et le Tableau 7 (catégorie 7_A) en se fondant sur les hypothèses du Tableau 8. Ces valeurs reposent sur des câbles de cordons qui sont compatibles avec la CEI 61156-6 et des connecteurs compatibles avec la série CEI 60603-7, la CEI 61076-3-104 ou la CEI 61076-3-110.

Les cordons à paires symétriques doivent répondre aux exigences appropriées de l'Équation (1), calculée conformément aux Équations (2), (3) et (4).

$$NEXT_{cord} = -10 \cdot \log \left(10^{\frac{-NEXT_{connectors}}{10}} + 10^{\frac{-(NEXT_{cable} + 2 \cdot IL_{connector})}{10}} \right) - RFEXT \quad (1)$$

où

$NEXT_{cord, dB}$ est la paradiaphonie (NEXT) du cordon complet en dB;

$NEXT_{connector, dB}$ est la paradiaphonie (NEXT) des connecteurs en dB;

$NEXT_{cable, dB}$ est la paradiaphonie (NEXT) du câble lui-même en dB;

$IL_{\text{connector}}$, dB est la perte d'insertion d'un connecteur en dB;
 $RFEXT$ est la valeur admissible pour la télédiaphonie (FEXT: *far-end crosstalk*) réfléchi en dB;

et

$$NEXT_{\text{connectors}} = -20 \cdot \log \left(10^{\frac{-NEXT_{\text{local}}}{20}} + 10^{\frac{-\left(NEXT_{\text{remote}} + 2 \cdot \left(IL_{\text{cable}} + IL_{\text{connector}} \right) \right)}{20}} \right) \quad (2)$$

La paradiaphonie des cordons du câble et du matériel de connexion est telle que spécifiée dans les normes applicables. On prend pour hypothèse que les propriétés des connecteurs locaux et distants sont identiques.

$$IL_{\text{cable,dB}} \approx \alpha_{\text{cable, 100m, dB}} \cdot \frac{L}{100} \quad (3)$$

où

$NEXT_{\text{local}}$, dB est la paradiaphonie du connecteur à l'extrémité locale du cordon en dB;

$NEXT_{\text{remote}}$, dB est la paradiaphonie du connecteur à l'extrémité distante du cordon en dB;

IL_{cable} , dB est l'affaiblissement du câble en dB;

$IL_{\text{connector}}$, dB est l'affaiblissement du connecteur en dB;

$\alpha_{\text{cable, 100 m}}$, dB est l'affaiblissement d'une longueur de 100 m du câble utilisé pour le cordon;

L est la longueur du câble composant le cordon.

La paradiaphonie corrigée en fonction de la longueur du câble composant le cordon à paires symétriques est donnée par la formule suivante :

$$NEXT_{\text{cable,L,dB}} = NEXT_{\text{cable, 100 m,dB}} - 10 \cdot \log \frac{1 - 10^{\frac{L}{100} \cdot \frac{\alpha_{\text{cable,100m,dB}}{5}}}{1 - 10^{\frac{\alpha_{\text{cable,100m,dB}}{5}}}} \quad (4)$$

Les calculs donnant des limites de paradiaphonie (NEXT) au-delà de 65 dB doivent être établies à une limite de 65 dB.

Tableau 3 – Exigences relatives à la NEXT des cordons à paires symétriques de catégorie 5 à des fréquences discrètes

Longueur	1 m	2 m	5 m	10 m	
4 MHz	65,0	65,0	63,7	61,6	dB
100 MHz	39,9	39,0	37,4	36,4	dB

Tableau 4 – Exigences relatives à la NEXT des cordons à paires symétriques de catégorie 6 à des fréquences discrètes

Longueur	1 m	2 m	5 m	10 m	
4 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
100 MHz	46,8	46,2	45,1	44,2	dB
250 MHz	39,1	38,7	38,0	37,6	dB

Tableau 5 – Exigences relatives à la NEXT des cordons à paires symétriques de catégorie 6_A à des fréquences discrètes

Longueur	1 m	2 m	5 m	10 m	
4 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
100 MHz	46,8	46,2	45,1	44,2	dB
250 MHz	39,2	38,7	38,0	37,6	dB
500 MHz	31,0	31,0	31,3	31,7	dB

Tableau 6 – Exigences relatives à la NEXT des cordons à paires symétriques de catégorie 7 à des fréquences discrètes

Longueur	1 m	2 m	5 m	10 m	
4 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
100 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
250 MHz	60,4	60,7	61,2	61,9	dB
500 MHz	56,2	56,5	57,2	58,0	dB
600 MHz	55,0	55,4	56,2	57,0	dB

Tableau 7 – Exigences relatives à la NEXT des cordons à paires symétriques de catégorie 7_A à des fréquences discrètes

Longueur	1 m	2 m	5 m	10 m	
4 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
100 MHz	65,0	65,0	65,0	65,0	dB
250 MHz	62,5	62,6	63,3	64,1	dB
500 MHz	56,7	57,1	58,0	59,1	dB
600 MHz	55,3	55,6	56,7	57,8	dB
1 000 MHz	46,7	47,4	48,9	50,2	dB

5.8 Hypothèses utilisées dans l'élaboration des exigences relatives aux cordons

Conformément l'ISO/CEI 11801, les hypothèses utilisées lors de l'élaboration des exigences relatives à la NEXT et à l'affaiblissement de réflexion des cordons figurent dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Hypothèses se rapportant aux composants de câblage, utilisées dans l'élaboration des exigences relatives à la NEXT et à l'affaiblissement de réflexion

Catégorie	5	6	6 _A	7	7 _A	
Plage de fréquences	4 à 100	4 à 250	4 à 500	4 à 600	4 à 1 000	MHz
Perte d'insertion pour câble horizontal, 100 m	$1,9108 \cdot \sqrt{f} + 0,0222 \cdot f + 0,2/\sqrt{f}$	$1,82 \cdot \sqrt{f} + 0,017 \cdot f + 0,25/\sqrt{f}$	$1,82 \cdot \sqrt{f} + 0,0091 \cdot f + 0,25/\sqrt{f}$	$1,8 \cdot \sqrt{f} + 0,01 \cdot f + 0,2/\sqrt{f}$	$1,8 \cdot \sqrt{f} + 0,005 \cdot f + 0,25/\sqrt{f}$	dB
Taux de réduction de la perte d'insertion du câble composant le cordon	50					%
Affaiblissement de réflexion du câble composant le cordon, 100 m	20+ 5·log(<i>f</i>), 4 MHz à 10 MHz 25, 10 MHz à 25 MHz 25 – 8,6·log(<i>f</i>), ≥ 25 MHz		20+ 5·log(<i>f</i>), 4 MHz à 10 MHz 25, 10 MHz à 25 MHz 25 – 8,6·log(<i>f</i>), ≥ 25 MHz, 15,6 dB minimum			dB
NEXT du câble composant le cordon, 100 m	65,3–15·log(<i>f</i>)	74,3–15·log(<i>f</i>)	74–15·log(<i>f</i>)	102,4–15·log(<i>f</i>)	108,4–15·log(<i>f</i>)	dB
Impédance caractéristique asymptotique du câble	100 ± 5					Ω
Perte d'insertion de la tête d'essai accouplée	0,04·√ <i>f</i>	0,02·√ <i>f</i>				dB
Affaiblissement de réflexion de la tête d'essai accouplée	69–20·log(<i>f</i>)					dB
Longueur électrique de la tête d'essai accouplée	0,04					m
FEXT de la tête d'essai accouplée	88,1–20·log(<i>f</i>)					dB
NEXT de la tête d'essai accouplée	87 – 20·log(<i>f</i>)	94 – 20·log(<i>f</i>)	94 – 20·log(<i>f</i>) <i>f</i> ≤ 250 MHz 46,04 – 30·log(<i>f</i> /250) <i>f</i> > 250 MHz	102,4 – 15·log(<i>f</i>)	116,3 – 20·log(<i>f</i>) <i>f</i> ≤ 600 MHz 60,73 – 40·log(<i>f</i> /600) <i>f</i> > 600 MHz	dB
Valeur admissible de télédiaphonie (FEXT) réfléchie	0	0,5				dB
NOTE La fréquence <i>f</i> est exprimée en MHz.						

NOTE La fréquence *f* est exprimée en MHz.

6 Procédure d'essai des cordons à paires symétriques – Configuration d'essai de l'analyseur de réseau

La configuration d'essai est décrite en 4.3.

Le pas de l'échelon de fréquence ne doit pas être supérieure à 1 MHz jusqu'à 1 000 MHz. La qualification pour acceptation/refus doit être déterminée en comparant les résultats des balayages, aux limites d'acceptation/de refus pour la plage de fréquences applicable. La marge d'acceptation/de refus et la fréquence à laquelle cela apparaît doivent être consignées pour chaque combinaison de paires.

7 Essais périodiques

7.1 Généralités

Lorsque cela est spécifié dans le présent article, les exigences de performances de transmission de l'Article 5 doivent être remplies avant et après les essais de conditionnement.

7.2 Résistance à la traction

7.2.1 Objet

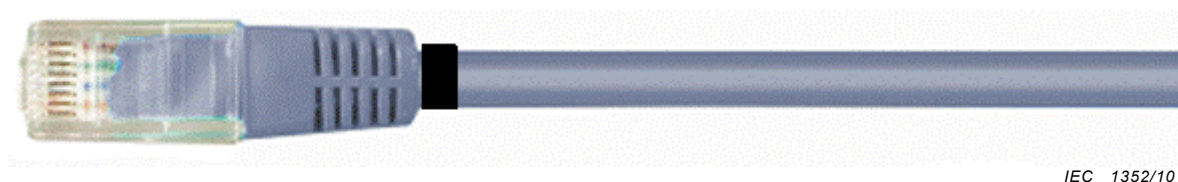
Déterminer la résistance mécanique et, le cas échéant, la stabilité électrique du cordon à paires symétriques lorsque celui-ci est soumis à une force axiale.

7.2.2 Procédure

Une force de tension telle que stipulée dans la spécification particulière applicable doit être appliquée aux deux connecteurs le long de l'axe commun du câble et des connecteurs.

La préparation doit être effectuée après examen visuel initial (avant tous les essais effectués ultérieurement).

Effectuer un marquage sur la gaine extérieure du câble à l'extrémité de l'embout du connecteur aux deux extrémités du cordon à paires symétriques, comme indiqué sur la Figure 4. Les marques sont exigées pour identifier le mouvement de la gaine du câble provoqué par les contraintes mécaniques au cours des essais ultérieurs.



IEC 1352/10

Figure 4 – Marquage initial de la gaine de câble

Si le connecteur comporte un tube thermorétractable faisant partie intégrante de l'embout, la marque doit être réalisée sur la gaine extérieure du câble exactement à l'extrémité du tube thermorétractable.

7.2.3 Exigences

Le mouvement du câble par rapport au connecteur, pendant et après tout essai, doit être limité à 1 mm maximum (voir la Figure 5). Cet examen visuel doit être effectué pour s'assurer que la rétention ou la fixation d'une gaine de câble sur un connecteur résiste à tous les essais climatiques et mécaniques exigés dans la présente spécification. Après l'essai, la NEXT et l'affaiblissement de réflexion doivent être tels que stipulés dans la spécification particulière.

L'examen visuel final doit être effectué une fois que tous les essais sont achevés. Le mouvement de la gaine extérieure est visible par le biais des déplacements des marques au niveau de la gaine extérieure du câble.

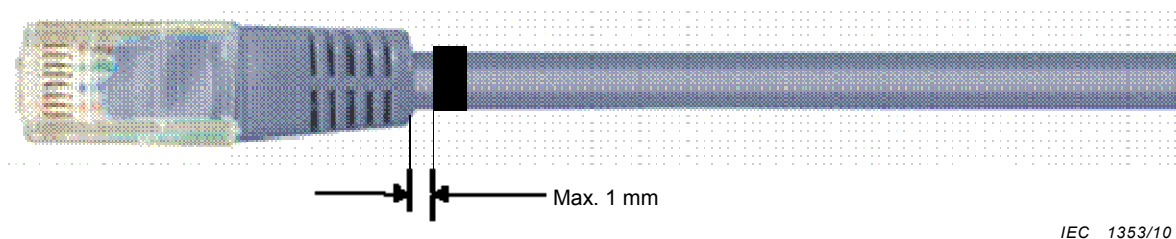


Figure 5 – Examen visuel final

7.2.4 Spécification particulière

Exigences devant figurer dans la spécification particulière:

- a) valeur de la force (normalement 50 N pour les cordons à paires symétriques);
- b) durée et méthode d'application de la force;
- c) paradiaphonie (NEXT);
- d) affaiblissement de réflexion;
- e) le mouvement autorisé de la gaine extérieure du câble par rapport aux embouts des connecteur.

7.3 Flexion

7.3.1 Objet

Déterminer la capacité de résistance au pliage du cordon à paires symétriques à la jonction du câble et du connecteur.

7.3.2 Procédure

L'essai doit être réalisé en utilisant un dispositif comme représenté à la Figure 6.

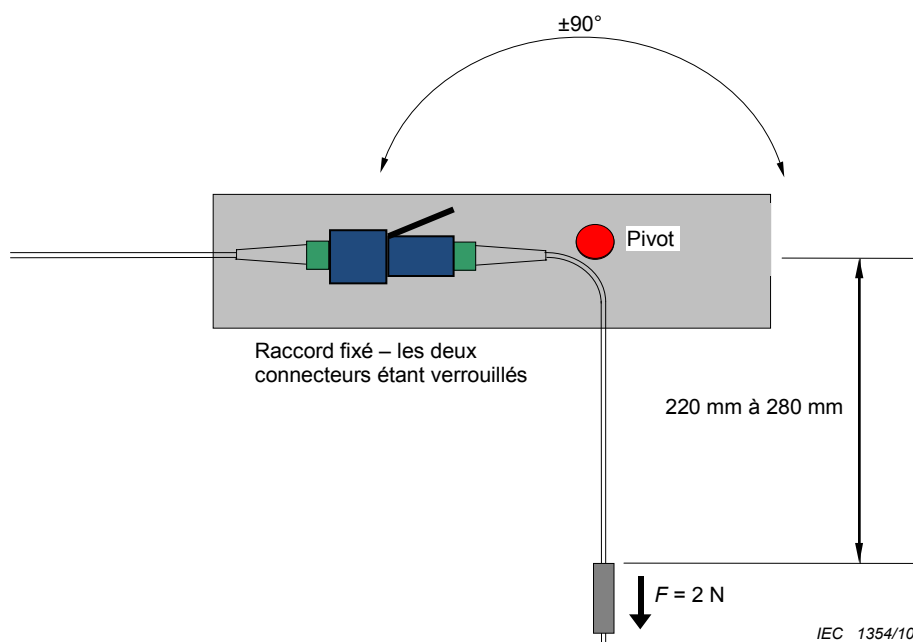


Figure 6 – Dispositif d'essai de flexion du cordon à paires symétriques

Une flexion est une rotation de 180° du dispositif. Le rythme de flexion doit être de 20 par minute ou comme stipulé dans la spécification particulière applicable.

7.3.3 Exigences

Après l'essai, les dimensions d'interface du cordon à paires symétriques doivent se situer dans les limites spécifiées. Les exigences d'essais électriques indiquées dans la spécification particulière applicable doivent être satisfaites.

7.3.4 Informations devant être données dans la spécification particulière

Informations devant être données dans la spécification particulière:

- a) nombre de flexions, normalement 500;
- b) paradiaphonie (NEXT);
- c) affaiblissement de réflexion;
- d) le fait de déterminer si des essais électriques doivent être appliqués ou non, le cordon à paires symétriques étant encore sur le dispositif.

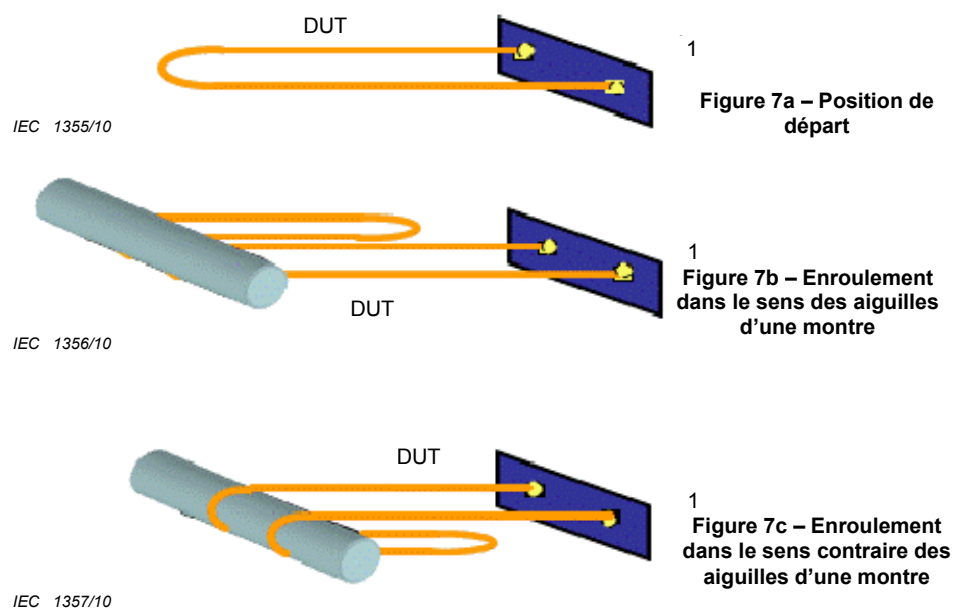
7.4 Courbure

7.4.1 Objet

Déterminer la capacité des cordons à paires symétriques à résister à la courbure du câble en vérifiant la conformité de l'affaiblissement de réflexion et de la NEXT après courbure.

7.4.2 Procédures

Un cordon à paires symétriques, en forme de "U", doit être connecté à un analyseur de réseau adapté (Figure 7a). Au cours de l'enregistrement de l'affaiblissement de réflexion ou de la NEXT, le câble est enroulé autour d'un mandrin à 180° (Figure 7b), déroulé à la position de départ, enroulé dans le sens contraire des aiguilles d'une montre à 180° autour du mandrin (Figure 7c) puis de nouveau déroulé à sa position de départ. La position initiale du mandrin doit être choisie de manière à ce que seules les parties droites du "U" soient courbées au cours de l'essai. Sauf spécification contraire, le rayon du mandrin doit être de 120 mm.



Légende

1 Ports d'essai NWA

Figure 7 – Essai de courbure: assemblage en forme de U

7.5 Torsion

7.5.1 Objet

Déterminer la capacité des cordons à paires symétriques à résister à la torsion du câble en vérifiant la conformité de l'affaiblissement de réflexion et de la NEXT après torsion.

7.5.2 Procédures

Un cordon à paires symétriques, en forme de "U", doit être connecté à un analyseur de réseau adapté (Figure 8a). Au cours de l'enregistrement de l'affaiblissement par réflexion et de la paradiaphonie, le mandrin au milieu du câble est d'abord tourné de 180° dans le sens des aiguilles d'une montre (Figure 8b), puis remis en position initiale, puis tourné de nouveau de 180° dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (Figure 8c) et de nouveau remis en position initiale.

NOTE En fonction de la rigidité de torsion et du couple maximal admissible au niveau de l'interface connecteur-câble, l'angle maximal de torsion peut devoir être réduit.

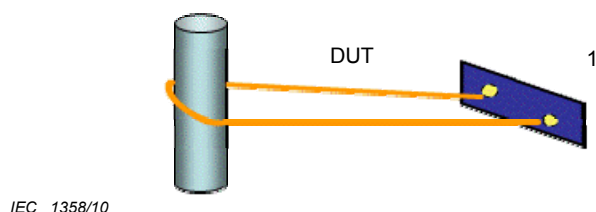


Figure 8a – Position de départ

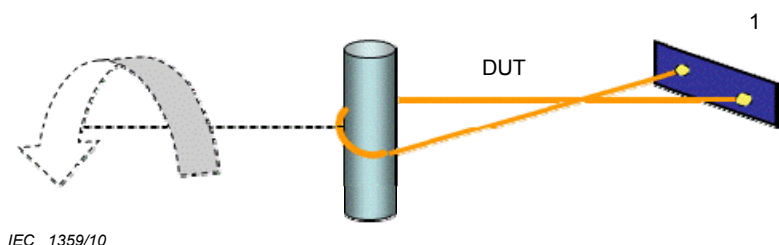


Figure 8b – Torsion dans le sens des aiguilles d'une montre

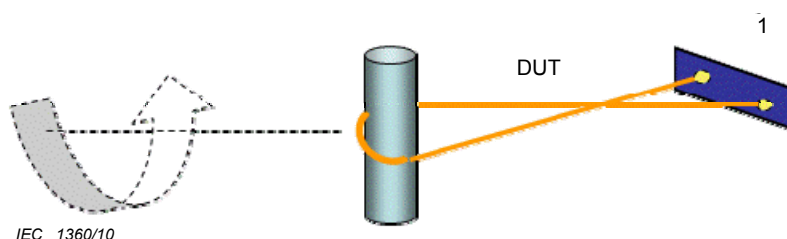


Figure 8c – Torsion dans le sens contraire des aiguilles d'une montre

Sauf spécification contraire, le rayon du mandrin doit être de 120 mm.

Légende

1 Ports d'essai NWA

Figure 8 – Essai de torsion: assemblage en forme de U

7.5.3 Exigences

L'affaiblissement de réflexion et la NEXT ne doivent pas dépasser les limites stipulées dans la spécification particulière applicable.

7.6 Ecrasement

7.6.1 Objet

Déterminer la capacité d'un cordon à paires symétriques à résister à une charge transversale (ou à une force) appliquée à toute partie du câble.

Cet essai est normalement réalisé sur le câble avant assemblage. Lorsque le câble n'a pas été soumis aux essais d'écrasement, le cordon à paires symétriques doit être soumis à l'essai.

7.6.2 Procédure

Une force F doit être appliquée à un dispositif d'essai comme représenté à la Figure 9 au rythme de $0,2 \times F$ par seconde maximum. La force doit ensuite être maintenue pendant $60 \text{ s} \pm 10 \text{ s}$.

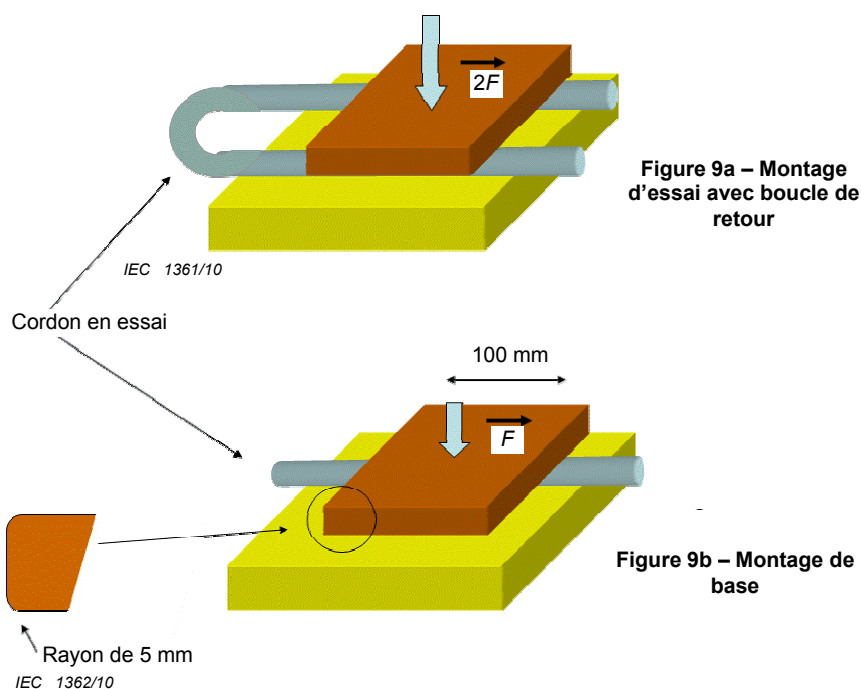


Figure 9 – Dispositif d'essai d'écrasement de câble

7.6.3 Exigences

Au cours et à l'issue de l'essai, l'affaiblissement de réflexion doit se situer dans les valeurs limites stipulées dans la spécification particulière applicable.

7.6.4 Informations devant être données dans la spécification particulière

Informations devant être données dans la spécification particulière:

- a) valeur de la force F , normalement 800 N;
- b) distance entre la zone d'essai et un des connecteurs (1 m maximum);
- c) dispositif d'essai (Figure 9a ou Figure 9b).

7.7 Essai à la poussière

7.7.1 Objet

Déterminer si les effets de l'exposition à la poussière affectent les performances de fonctionnement du cordon à paires symétriques et en particulier la fonction du mécanisme de couplage.

Cet essai est normalement réalisé sur le connecteur avant assemblage. Lorsque le connecteur n'a pas été soumis à l'essai à la poussière, le cordon à paires symétriques doit être soumis à l'essai.

7.7.2 Procédure

Les détails concernant une enceinte d'essai typique, en vue de réaliser cet essai, sont donnés en 7.7.5. La poussière doit être constituée d'une fine poudre de silice comme détaillé en 7.7.5. La ou les éprouvettes sèches avec connecteurs accouplés et avec la partie arrière du panneau supportant les embases et les fiches des câbles protégés, là où cela est nécessaire contre la pénétration de poussière, doivent être placées dans l'enceinte en simulant l'altitude normale de fonctionnement.

Aucune partie d'un spécimen ne doit être à moins de 150 mm des côtés, du haut ou du bas de l'enceinte ou d'une partie d'un autre spécimen au cours de l'essai.

Chaque cycle d'essai doit avoir une durée de 15 min pendant lesquelles le souffle d'air ne doit fonctionner que pendant les 2 premières secondes.

Le nombre de cycles d'essais auxquels les spécimens seront exposés dépendra de la sévérité d'exposition à la poussière susceptible d'être rencontrée en service. Les niveaux préférentiels de sévérité d'essai sont les suivants:

- conditions de poussière sévères 20 cycles;
- conditions de poussières modérées: 10 cycles;
- conditions de poussières faibles: 2 cycles.

7.7.3 Exigences

A l'issue du dernier cycle, le ou les spécimens doivent être soigneusement retirés de l'enceinte et toute poussière en surplus doit être enlevée en secouant ou en soufflant légèrement. Avant de désaccoupler les connecteurs, toute mesure exigée par la spécification particulière destinée à identifier une éventuelle détérioration des performances doit être effectuée.

7.7.4 Informations devant être données dans la spécification particulière

Informations devant être données dans la spécification particulière:

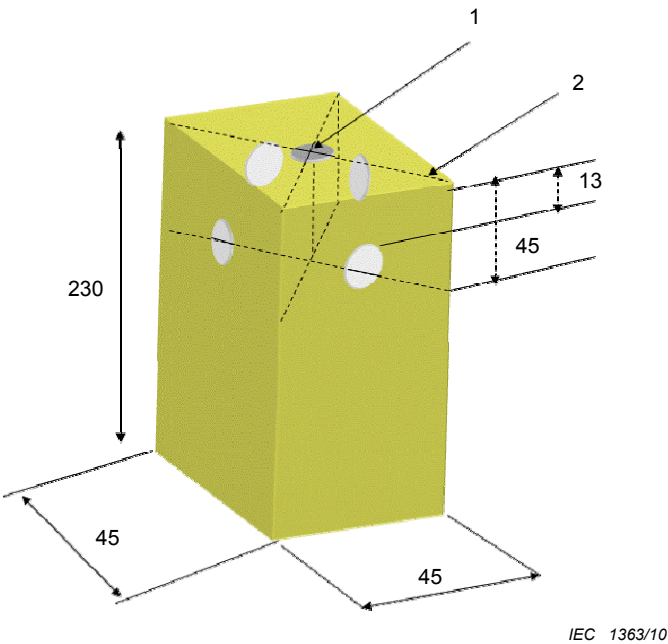
- a) la durée du cycle d'essai si différente de 15 min;
- b) l'altitude équivalente si autre que celle couverte par les conditions atmosphériques normales pour les essais;
- c) le nombre de cycles d'essai;
- d) les détails des examens et essais visuels, mécaniques et électriques exigés à la fin du conditionnement, y compris si un outil spécial peut être exigé pour aider au désaccouplage du connecteur accouplé.

7.7.5 Enceinte d'essai

L'enceinte utilisée doit respecter les indications typiques données ci-dessous. Les caractéristiques essentielles sont les suivantes:

- a) une diffusion dense de la poussière doit être obtenue en 2 s;
- b) un panneau d'observation en verre incorporé dans une porte d'ouverture (avec un dispositif d'essuyage actionné à la main par l'extérieur);
- c) des moyens de maintien des spécimens dans l'enceinte, conformément aux exigences de cette spécification et de la spécification particulière applicable;
- d) il ne doit pas y avoir d'augmentation de la pression de l'air à l'intérieur de l'enceinte au cours de l'essai et en particulier au cours des 2 premières secondes de chaque cycle;
- e) l'enceinte d'essai doit pouvoir être portée et maintenue à une température de $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ avec une humidité relative inférieure à 60 %. Elle doit être ajustable pour produire une concentration de poussière suffisante en vue de déposer $25\text{ g} \pm 5\text{ g}$ dans le dispositif de mesure (Figure 10) sur une période de 5 min;
- f) les matériaux utilisés pour la construction de l'enceinte doivent être tels qu'il n'y ait pas de contamination de la poussière par des matières étrangères;
- g) les détails concernant la poudre utilisée sont les suivants: silice sèche avec grains de $2,5\text{ }\mu\text{m}$ à $50\text{ }\mu\text{m}$ et grains de $50\text{ }\mu\text{m}$ à $150\text{ }\mu\text{m}$ (50 % de chaque taille).

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 cinq injecteurs ($D = 25\text{ mm}$)
- 2 déflecteurs

Figure 10 – Dispositif de mesure

7.8 Affaiblissement de couplage

La mesure de l'affaiblissement de couplage doit être réalisée conformément à la CEI 62153-4-11.

L'affaiblissement de couplage dans la plage de fréquences comprise entre $f = 30\text{ MHz}$ et $1\,000\text{ MHz}$ doit satisfaire aux exigences du type I, II ou III, voir le Tableau 9, conformément aux exigences de performances attendues du câblage.

Tableau 9– Limites de l'affaiblissement de couplage

	30 MHz à 100 MHz	100 MHz à 1 000 MHz
Type I	85	$85 - 20 \cdot \log_{10}(f/100)$
Type II	55	$55 - 20 \cdot \log_{10}(f/100)$
type III	40	$40 - 20 \cdot \log_{10}(f/100)$

7.9 Séquence climatique

7.9.1 Objet

Déterminer le comportement des cordons à paires symétriques, lorsqu'ils sont soumis à une séquence climatique.

Cet essai est normalement réalisé sur le connecteur et le câble avant assemblage. Lorsque le connecteur et /ou le câble n'ont pas été soumis à l'essai de séquence climatique, le cordon à paires symétriques doit être soumis à l'essai.

7.9.2 Procédure

La séquence climatique doit être réalisée conformément à la CEI 60068-2-61.

La catégorie climatique est 40/70/21.

La pression atmosphérique basse n'est pas exigée.

Durée de l'essai à haute température: 16 h.

Durée de l'essai à basse température: 2 h.

Haute température pendant l'essai de chaleur humide: 55 °C.

7.9.3 Exigences

La perte d'insertion doit satisfaire à l'exigence spécifiée.

7.9.4 Informations devant être données dans la spécification particulière

Tout écart par rapport à la méthode d'essai.

8 Exigences relatives à la tête d'essai

8.1 Généralités

Les exigences concernant la tête d'essai dépendent de la catégorie du cordon à paires symétriques à soumettre à l'essai. Dans le cas de cordons à paires symétriques de catégorie 7 ou 7_A comme spécifié dans l'ISO/CEI 11801, les exigences relatives à la tête d'essai dépendent du fait de déterminer si une conception de connecteur pour paires symétriques à compatibilité ascendante remplissant les exigences de la série CEI 60603-7 et de la CEI 61076-3-110 est utilisée, ou si c'est une conception de connecteur remplissant les exigences de la CEI 61076-3-104 qui est utilisée.

La NEXT et l'affaiblissement de réflexion mesurés du cordon à paires symétriques dépendent des propriétés des têtes d'essai utilisées dans le montage d'essai.

8.2 Exigences minimales pour la conception de toutes les têtes d'essai

Les têtes d'essai destinées à l'essai des cordons à paires symétriques de catégorie 7 ou 7_A à compatibilité ascendante doivent également être conformes aux exigences NEXT, FEXT et d'affaiblissement de réflexion de catégorie 6_A de la CEI 60603-7-51, lors d'une qualification conformément à la méthodologie d'essai spécifiée dans la CEI 60512-27-100¹⁾.

Les têtes d'essai prévues pour l'essai des cordons à paires symétriques avec des fiches de catégorie 7 ou 7_A sans compatibilité ascendante doivent satisfaire à toutes les exigences de la CEI 61076-3-104.

¹⁾ A l'étude.

8.3 Exigences supplémentaires de FEXT pour les têtes d'essai compatibles avec les connecteurs à paires symétriques

Lorsqu'elle est mesurée entre 10 MHz et la fréquence supérieure de la catégorie applicable, la tête d'essai doit dépasser la valeur de FEXT lorsqu'elle est accouplée à toutes les fiches d'essai applicables déterminées par l'équation suivante.

$$FEXT_{\text{conn}} \geq 88,1 - 20\log(f), 75 \text{ dB max.}$$

8.4 Exigences supplémentaires relatives à l'affaiblissement de réflexion pour les têtes d'essai compatibles avec les connecteurs à paires symétriques

Lorsqu'elle est mesurée entre 10 MHz et la fréquence supérieure de la catégorie applicable, la tête d'essai doit dépasser la valeur d'affaiblissement de réflexion, lorsqu'elle est accouplée à toutes les fiches d'essai applicables déterminées par l'équation suivante.

$$ReturnLoss_{\text{conn}} \geq 69 - 20\log(f), 35 \text{ dB max.}$$

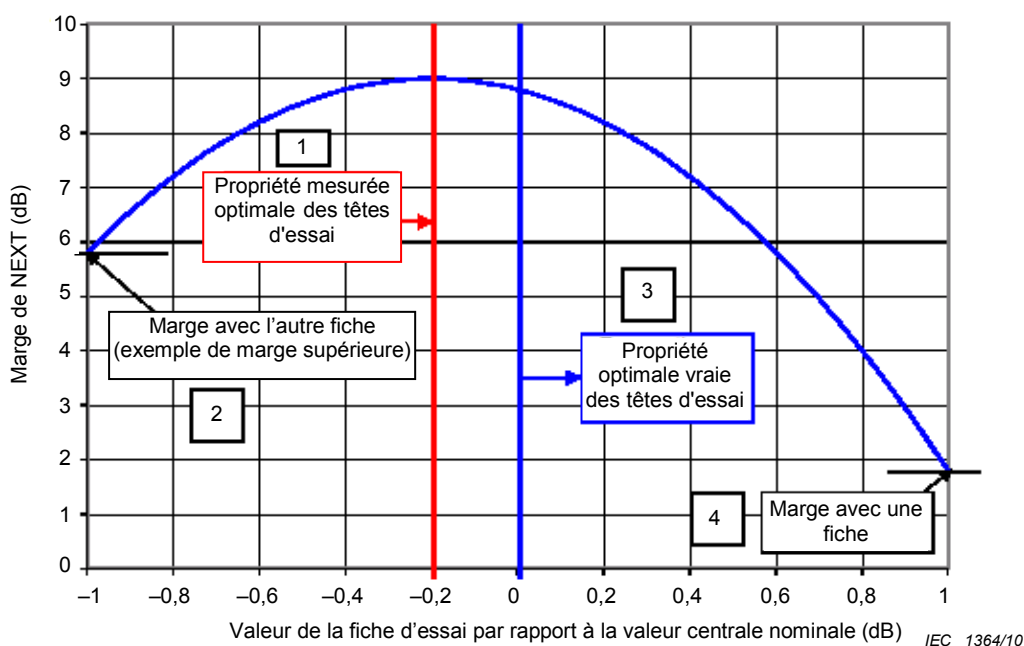
8.5 Exigences de centrage de la perte par NEXT pour les têtes d'essai compatibles avec les connecteurs à paires symétriques

Pour chacune des deux têtes d'essai, la performance NEXT du cas le plus favorable de la tête d'essai du cordon à paires symétriques accouplée doit être centrée pour les combinaisons de paires torsadées 3,6-4,5, 1,2-3,6, et 3,6-7,8, comme le vérifie la procédure suivante.

- 1) Mesurer la NEXT accouplée sur toute la plage de fréquences comprise entre 10 et la fréquence supérieure de la catégorie pour les fiches d'essai virtuelles à basse et haute valeur limite, conformément à la CEI 60512-27-100.
- 2) Déterminer la marge minimale (dB) par rapport aux exigences de NEXT se rapportant au matériel de connexion pour les fiches d'essai virtuelles à basse et haute valeur limite, conformément à la CEI 60512-27-100.
- 3) La différence entre ces marges minimales pour les fiches d'essai virtuelles à basse et haute valeur limite doit être inférieure à 2 dB pour la combinaison de paires raccordées sur les contacts 3,6-4,5, et 4 dB pour la combinaison de paires raccordées sur les contacts 1,2-3,6 et 3,6-7,8.

Il n'existe pas d'exigences de centrage pour les combinaisons de paires torsadées 1,2-4,5, 4,5-7,8, ou 1,2-7,8.

NOTE Cette procédure force le centrage des propriétés de NEXT de la tête d'essai, voir la Figure 11.



Légende

- 1 propriété mesurée optimale des têtes d'essai
- 2 marge avec la fiche d'essai virtuelle à basse valeur limite (exemple de marge supérieure)
- 3 propriété optimale vraie des têtes d'essai
- 4 marge avec la fiche d'essai virtuelle à haute valeur limite

Figure 11 – Centrage des propriétés de NEXT de la tête d'essai avec connecteur à paires symétriques

Afin d'optimiser les propriétés de la tête d'essai, il est souhaitable de choisir une tête d'essai qui présente approximativement des marges égales dans le cas le plus défavorable, lorsqu'elle est accouplée avec des fiches d'essai virtuelles à basse et haute valeur limite. Ce point s'applique uniquement aux combinaisons de paires de fils 3,6-4,5, 1,2-3,6 et 3,6-7,8.

Bibliographie

CEI 60068-2-68, *Essais d'environnement – Partie 2-68: Essais – Essai L: Poussière et sable*

IEC 60512-27-100, *Connectors for electrical equipment – Tests and measurements – Part 27-100: Signal integrity tests up to 500 MHz on IEC 60603-7 series connectors – Tests 27a to 27g²⁾*

²⁾ A l'étude.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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