

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Connectors for electronic equipment – Tests and measurements –
Part 28-100: Signal integrity tests up to 1 000 MHz on IEC 60603-7 and
IEC 61076-3 series connectors – Tests 28a to 28g**

**Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures –
Partie 28-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 1 000 MHz sur les
connecteurs des séries CEI 60603-7 et CEI 61076-3 – Essais 28a à 28g**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Connectors for electronic equipment – Tests and measurements –
Part 28-100: Signal integrity tests up to 1 000 MHz on IEC 60603-7 and
IEC 61076-3 series connectors – Tests 28a to 28g**

**Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures –
Partie 28-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 1 000 MHz sur les
connecteurs des séries CEI 60603-7 et CEI 61076-3 – Essais 28a à 28g**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.220.10

ISBN 978-2-83220-639-3

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and acronyms	8
3.1 Terms and definitions	8
3.2 Acronyms	8
4 Overall test arrangement	9
4.1 Test instrumentation.....	9
4.2 Measurement precautions	9
4.3 Mixed mode S-parameter nomenclature	10
4.4 Coaxial cables and interconnect for network analysers.....	11
4.5 Requirements for switching matrices	11
4.6 Test fixture requirements.....	12
4.7 Requirements for termination performance at calibration plane.....	13
4.8 Reference loads for calibration	13
4.9 Calibration.....	14
4.10 Termination loads for termination of conductor pairs	14
4.10.1 General	14
4.10.2 Verification of termination loads.....	15
4.11 Termination of screens.....	15
4.12 Test specimen and reference planes	15
4.12.1 General.....	15
4.12.2 Interconnections between device under test (DUT) and the calibration plane	16
4.13 Overall test setup requirements.....	18
5 Connector measurement up to 1 000 MHz	18
5.1 General.....	18
5.2 Insertion loss, Test 28a	19
5.2.1 Object.....	19
5.2.2 Connecting hardware insertion loss	19
5.2.3 Test method	19
5.2.4 Test set-up	19
5.2.5 Procedure.....	19
5.2.6 Test report.....	20
5.2.7 Accuracy	20
5.3 Return loss, Test 28b	20
5.3.1 Object.....	20
5.3.2 Connecting hardware return loss	20
5.3.3 Test method	20
5.3.4 Test set-up	21
5.3.5 Procedure.....	21
5.3.6 Test report.....	21
5.3.7 Accuracy	21
5.4 Near-end crosstalk (NEXT), Test 28c	21
5.4.1 Object.....	21
5.4.2 Connecting hardware NEXT.....	21

5.4.3	Test method	21
5.4.4	Test set-up	22
5.4.5	Procedure	22
5.4.6	Test report	23
5.4.7	Accuracy	23
5.5	Far-end crosstalk (FEXT), Test 28d	23
5.5.1	Object	23
5.5.2	Connecting hardware FEXT	23
5.5.3	Test method	23
5.5.4	Test set-up	23
5.5.5	Procedure	24
5.5.6	Test report	24
5.5.7	Accuracy	24
5.6	Transfer impedance (Z_T), Test 28e	25
5.7	Transverse conversion loss (TCL), Test 28f	25
5.7.1	Object	25
5.7.2	Connecting hardware TCL	25
5.7.3	Test method	25
5.7.4	Test set-up	25
5.7.5	Procedure	25
5.7.6	Test report	26
5.7.7	Accuracy	26
5.8	Transverse conversion transfer loss (TCTL), Test 28g	26
5.8.1	Object	26
5.8.2	Connecting hardware TCTL	26
5.8.3	Test method	27
5.8.4	Test set-up	27
5.8.5	Procedure	27
5.8.6	Test report	27
5.8.7	Accuracy	27
5.9	Coupling attenuation	28
Annex A (informative)	Example derivation of mixed mode parameters using the modal decomposition technique	29
Annex B (informative)	Test pins – Dimensions and references	32
Bibliography		33
Figure 1	Diagram of a single ended 4 port device	10
Figure 2	Diagram of a balanced 2 port device	10
Figure 4	Calibration of reference loads	14
Figure 5	Resistor termination networks	15
Figure 6	Definition of reference planes	16
Figure 7	Insertion loss and TCTL measurement	20
Figure 8	NEXT measurement	22
Figure 9	FEXT measurement	24
Figure 10	Return loss and TCL measurement	25
Figure A.1	Voltage and current on balanced DUT	29
Figure A.2	Voltage and current on unbalanced DUT	30

Figure B.1 – Example of pin and fixed connector dimensions	32
--	----

Table 1 – Mixed mode S-parameter nomenclature	11
Table 2 – Switch performance recommendations	12
Table 3 – Test fixture requirements.....	13
Table 4 – Requirements for terminations at calibration plane	13
Table 5 – Interconnection DM return loss requirements.....	18
Table 6 – Overall test setup requirements	18

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60512-28-100:2013

Withdrawing

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CONNECTORS FOR ELECTRONIC EQUIPMENT –
TESTS AND MEASUREMENTS –****Part 28-100: Signal integrity tests up to 1 000 MHz
on IEC 60603-7 and IEC 61076-3 series connectors –
Tests 28a to 28g**

FOREWORD

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

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

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

FDIS	Report on voting
48B/2322/FDIS	48B/2332/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.

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

A list of all parts of IEC 60512 series, under the general title *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60512-28-100:2013

Withdrawn

CONNECTORS FOR ELECTRONIC EQUIPMENT – TESTS AND MEASUREMENTS –

Part 28-100: Signal integrity tests up to 1 000 MHz on IEC 60603-7 and IEC 61076-3 series connectors – Tests 28a to 28g

1 Scope

This part of IEC 60512 specifies the test methods for transmission performance for IEC 60603-7 and IEC 61076-3 series connectors up to 1 000 MHz. It is also suitable for testing lower frequency connectors, however the test methodology specified in the detailed specification for any given connector remains the reference conformance test for that connector.

The test methods provided here are:

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

For the transfer impedance (ZT) test, see IEC 60512-26-100, test 26e.

For the coupling attenuation, see IEC 62153-4-12.

2 Normative references

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

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

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

IEC 60512-26-100:2008, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 26-100: Measurement setup, test and reference arrangement and measurements for connectors according to IEC 60603-7 – Tests 26a to 26g*

IEC 60603-7 (all parts), *Connectors for electronic equipment*

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

IEC 61076-3-104, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-104: Detail specification for 8-way, shielded free and fixed connectors for data transmissions with frequencies up to 1 000 MHz*

IEC 61076-3-110, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-110: Detail specification for shielded, free and fixed connectors for data transmission with frequencies up to 1 000 MHz*

IEC 61156 (all parts), *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications*

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

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

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

3 Terms, definitions and acronyms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60050(581), IEC 61076-1, IEC 60512-1, IEC 60603-7, IEC 61076-3-104 and IEC 61076-3-110 as well as the following, apply.

3.1.1

mixed mode (parameter or measurement)

parameters or measurements containing differential mode, common mode, and intermodal S-matrices

3.1.2

intermodal (parameter or measurement)

a parameter or measurement that either sources on the common mode and measures on the differential mode or, sources on the differential mode and measures on the common mode

3.2 Acronyms

For ease of reference acronyms used in this document are given below.

CM	common mode
DM	differential mode
DUT	device under test
FEXT	far-end crosstalk loss
IEC	International Electrotechnical Commission
LCL	longitudinal conversion loss
LCTL	longitudinal conversion transfer loss
NEXT	near-end crosstalk loss
TCL	transverse conversion loss

TCTL	transverse conversion transfer loss
SE	single ended
Z_T	transfer impedance

4 Overall test arrangement

4.1 Test instrumentation

All test instrumentation shall be capable of performing measurements over the frequency range of 1 MHz to 1 000 MHz.

The test procedures hereby described require the use of a vector network analyser. The analyser should have the capability of full 2-port calibrations. The analyser shall cover the frequency range of 1 MHz to 1 000 MHz at least.

Measurements are to be taken using a mixed mode test set-up, which is often referred to as an unbalanced, modal decomposition or balun-less setup. This allows measurements of balanced devices without use of an RF balun in the signal path.

Such a configuration also allows testing with either a common or differential mode stimulus and responses, ensuring that intermodal parameters can be measured without reconnection.

A 16 port network analyser is required to measure all combinations of a 4 pair device without external switching, however the network analyser shall have a minimum of 2 ports (including one bi-directional port) to enable the data to be collated and calculated.

It should be noted that the use of a 2 port analyser will involve successive repositioning of the measurement port in order to measure any given parameter.

A 4 port network analyser is recommended as a practical minimum number of ports, as this will allow the measurement of the full 16 term mixed mode S-parameter matrix on a given pair combination without switching or reconnection in one direction.

In order to minimise the reconnection of the DUT for each pair combination the use of an RF switching unit is also recommended.

Each conductor of the pair or pair combination under test shall be connected to a separate port of the network analyser, and results are processed either by internal analysis within the network analyser or by an external application.

Reference loads and through connections are needed for the calibration of the set-up. Requirements for the reference loads are given in 4.8. Termination loads are needed for termination of pairs, used and unused, which are not terminated by the network analyser. Requirements for the termination loads are given in 4.7 and 4.10.

4.2 Measurement precautions

To ensure a high degree of reliability for transmission measurements, the following precautions are required.

- Consistent and stable resistor loads shall be used throughout the test sequence.
- Cable and adapter discontinuities, as introduced by physical flexing, sharp bends and restraints shall be avoided before, during and after the tests.
- Consistent test methodology and termination resistors shall be used at all stages of transmission performance qualifications.

The relative spacing of conductors in the pairs shall be preserved throughout the tests to the greatest extent possible.

- d) The balance of the cables shall be maintained to the greatest extent possible by consistent conductor lengths and pair twisting to the point of load.
- e) The sensitivity to set-up variations for these measurements at high frequencies demands attention to details for both the measurement equipment and the procedures.

4.3 Mixed mode S-parameter nomenclature

The test methods specified in this standard are based on a balun-less test setup in which all terminals of a device under test are measured and characterized as single ended (SE) ports, i.e. signals (RF voltages and currents) are defined relative to a common ground. For a device with 4 terminals, a diagram is given in Figure 1.

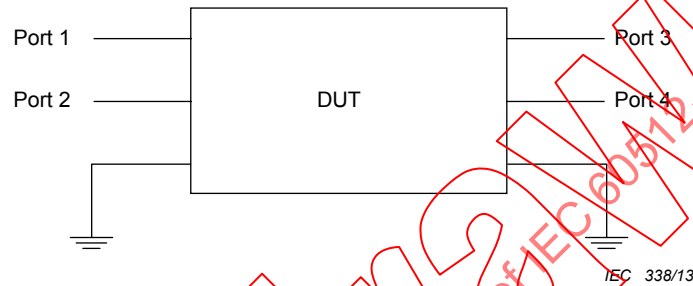


Figure 1 – Diagram of a single ended 4 port device

The 4 port device in Figure 1 is characterized by the 16 term SE S-matrix given in Formula 1, in which the S-parameter S_{ba} expresses the relation between a single ended response on port “b” resulting from a single ended stimulus on port “a”.

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & S_{14} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & S_{24} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & S_{34} \\ S_{41} & S_{42} & S_{43} & S_{44} \end{bmatrix} \quad (1)$$

For a balanced device, each port is considered to consist of a pair of terminals (= a balanced port) as opposed to the SE ports defined above, see Figure 2.

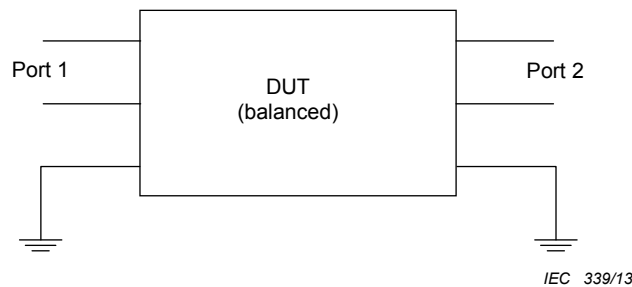


Figure 2 – Diagram of a balanced 2 port device

In order to characterize the balanced device, both the differential mode and the common mode signals on each balanced port shall be considered. The device can be characterized by a mixed mode S-matrix that includes all combinations of modes and ports, e.g. the mixed mode S-parameter S_{DC21} that expresses the relation between a differential mode response on

port 2 resulting from a common mode stimulus on port 1. Using this nomenclature, the full set of mixed mode S-parameters for a 2-port can be presented as in Table 1.

Table 1 – Mixed mode S-parameter nomenclature

		Differential mode stimulus		Common mode stimulus	
		Port 1	Port 2	Port 1	Port 2
Differential mode response	Port 1	S_{DD11}	S_{DD12}	S_{DC11}	S_{DC12}
	Port 2	S_{DD21}	S_{DD22}	S_{DC21}	S_{DC22}
Common mode response	Port 1	S_{CD11}	S_{CD12}	S_{CC11}	S_{CC12}
	Port 2	S_{CD21}	S_{CD22}	S_{CC21}	S_{CC22}

A 4 terminal device can be represented both as a 4 port SE device as in Figure 1 characterized by a single ended S-matrix (Formula 1) and as a 2 port balanced device as in Figure 2 characterized by a mixed mode S-matrix (Table 1). As applying a SE signal to a port is mathematically equivalent to applying superposed differential and common mode signals, the SE and the mixed mode characterizations of the device are interrelated. The conversion from SE to mixed mode S-parameters is given in Annex A. Making use of this conversion, the mixed mode S-parameters may be derived from the measured SE S-matrix.

4.4 Coaxial cables and interconnect for network analysers

Assuming that the characteristic impedance of the network analyser is 50 Ω , coaxial cables used to interconnect the network analyser, switching matrix and the test fixture shall be of 50 Ω characteristic impedance and of low transfer impedance (double screen or more).

These coaxial cables should be as short as possible. (It is recommended that they do not exceed 1 000 mm each.)

The screens of each cable shall be electrically bonded to a common ground plane.

To optimize dynamic range, the total interconnecting cable insertion loss should be less than 3 dB at 1 000 MHz.

4.5 Requirements for switching matrices

Switches (if used) shall be of a minimum of 2x4 configuration, although a switch with a higher number of ports (e.g. 2x8, 1x16) is recommended as this can allow more complete or even total measurement of the DUT without reconnection or moving the DUT. When such switching is used, it shall be constructed such that each port be configurable as either input, output or 50 Ω termination. All inactive ports of the switch shall be terminated with a 50 Ω impedance load.

The switch shall be capable of swapping the ports of the network analyser in a paired fashion to correctly connect to each conductor of the DUT transmission pair.

The switch should be constructed to minimise the different path lengths for each signal path of the pair.

The switch shall comply to the minimum switch performance recommendations given by Table 2.

Table 2 – Switch performance recommendations

Parameter	Frequency MHz	Requirement up to 1 000 MHz
Insertion loss (dB)	$1 \leq f \leq 1\,000$	$\leq 0,5$ dB
Return loss (dB)		$\geq 68-20\log(f)$ dB 40 dB max 24 dB min
Crosstalk (dB)		≥ 95 dB

4.6 Test fixture requirements

For ease of interfacing to test fixtures, a pin and fixed connector interface with dimensions as shown in Figure 3 is recommended. Information concerning examples of fixed connectors that may be used for this interface is given in Annex B.

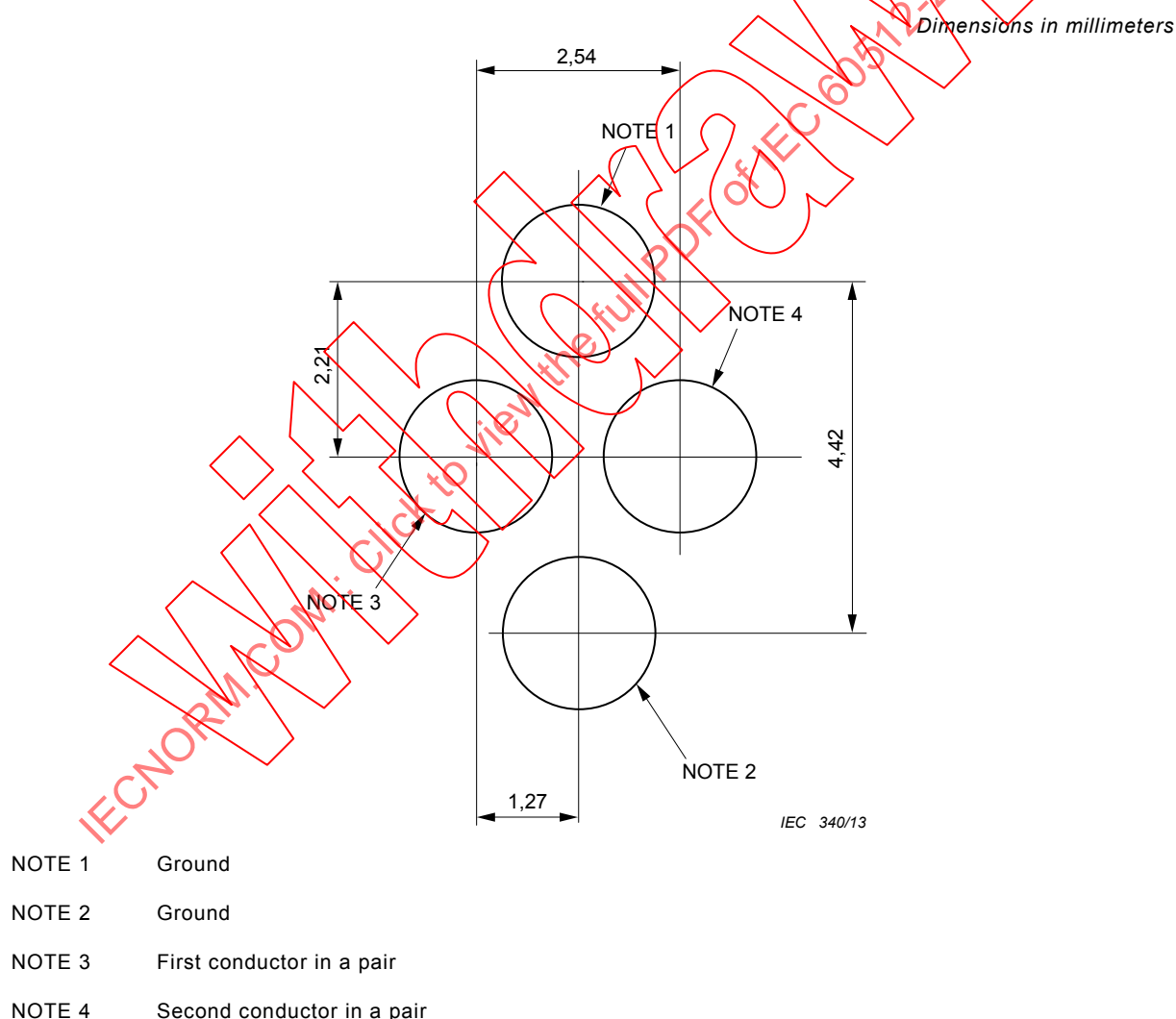


Figure 3 – Test interface pattern

Test fixtures shall meet the requirements of Table 3 when tested using appropriate resistor terminations at the DUT interface fixed connectors of the fixture after the network analyser has been calibrated at the end of the coaxial cables intended to interface to the fixture.

Table 3 – Test fixture requirements

Parameter	Frequency MHz	Requirement up to 1 000 MHz
SE Port (50 Ω) return loss (dB)	$1 \leq f \leq 1\,000$	$\geq 72 - 20 \log(f)$ dB 40 dB max
DM port (100 Ω) return loss (dB)		$\geq 78 - 20 \log(f)$ dB 40 dB max
CM port (100 Ω) return loss (dB)		$\geq 68 - 20 \log(f)$ dB 35 dB max
SE (50 Ω) Port to Port Isolation NEXT and FEXT		$\geq 114 - 20 \log(f)$ dB 75 dB max
DM (100 Ω) Port to Port Isolation NEXT and FEXT pair to pair		$\geq 130 - 20 \log(f)$ dB 94 dB max
DM (100 Ω) insertion loss		< 0,5 dB
TCL LCL		$\geq 100 - 20 \log(f)$ dB 70 dB max
TCTL LCTL		$\geq 90 - 20 \log(f)$ dB 50 dB max

4.7 Requirements for termination performance at calibration plane

Termination performance at the calibration plane shall meet the requirements of Table 4.

Table 4 – Requirements for terminations at calibration plane

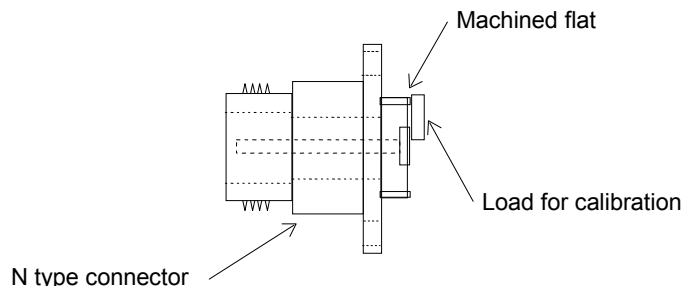
Parameter	Frequency MHz	Requirement up to 1 000 MHz
SE Port (50 Ω) return loss (dB)	$1 \leq f \leq 1\,000$	$\geq 74 - 20 \log(f)$ dB 40 dB max
DM port (100 Ω) return loss (dB)		$\geq 74 - 20 \log(f)$ dB 40 dB max
DM Port to Port residual NEXT		$\geq 130 - 20 \log(f)$ dB 94 dB max

4.8 Reference loads for calibration

To perform a one or two-port calibration of the test equipment, a short circuit, an open circuit and a reference load are required. These devices shall be used to obtain a calibration.

The reference load shall be calibrated against a calibration reference, which shall be a 50 Ω load, traceable to an international reference standard. One 50 Ω reference load shall be calibrated against the calibration reference. The reference load for calibration shall be placed in an N-type connector according to IEC 61169-16, meant for panel mounting, which is machined flat on the back side, see Figure 4.

The load shall be fixed to the flat side of the connector. A network analyser shall be calibrated, 1-port full calibration, with the calibration reference. Thereafter, the return loss of the reference load for calibration shall be measured. The verified return loss shall be >46 dB at frequencies up to 100 MHz and >40 dB at frequencies above 100 MHz and up to the limit for which the measurements are to be carried out.



IEC 341/13

Figure 4 – Calibration of reference loads

4.9 Calibration

Isolation measurements shall be used as part of the calibration.

The calibration shall be equivalent to a minimum of a full 2-port SE calibration for measurements where the response and stimulus ports are the same (S_{xx11} and S_{xx22}), and a minimum of a full 4 port SE calibration for measurements where the response and stimulus ports are different (S_{xx12} and S_{xx21}).

An individual calibration shall be performed for each signal path used for the measurements. If a complete switching matrix and 4-port network analyser test setup is used, a full set of measurements for a 4 pair device (i.e. 16 single-ended ports), will require 28 separate 4-port calibrations, although many of the measurements within each calibration are in common with other calibrations. A software or hardware package may be used to minimise the number of calibration measurements required.

The calibration shall be applied such that the calibration plane shall be at the ends of the fixed connectors of the test fixture.

The calibration may be performed at the test interface using appropriate calibration artefacts, or at the ends of the coaxial test cable using coaxial terminations.

Where calibration is performed at the test interface, open, short and load measurements shall be taken on each SE port concerned, and through and isolation measurements shall be taken on every pair combination of those ports.

Where calibration is performed at the end of the coaxial test cables, open, short and load measurements shall be taken on each port concerned, and through and isolation measurements shall be taken on every pair combination of those ports. In addition, the test fixture shall then be de-embedded from the measurements. The de-embedding techniques shall incorporate a fully populated 16 port S-matrix. It is not acceptable to perform a de-embedded calibration using only reflection terms (S₁₁, S₂₂, S₃₃, S₄₄) or only near end terms (S₁₁, S₂₁, S₁₂, S₂₂).

De-embedding using reduced term S-matrices may be used for post-processing of results.

4.10 Termination loads for termination of conductor pairs

4.10.1 General

50 Ω wire to ground terminations shall be used on all active pairs under test. 50 Ω differential mode to ground terminations shall be used on all inactive pairs and on the opposite ends of active pairs for NEXT and FEXT testing. Inactive pairs for return loss testing shall be terminated with 50 Ω differential mode to ground terminations. See Figure 5.

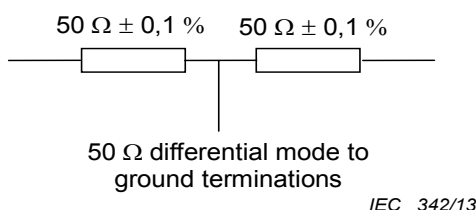


Figure 5 – Resistor termination networks

Small geometry chip resistors shall be used for the construction of resistor terminations. The two $50\ \Omega$ DM terminating resistors shall be matched to within 0,1 % at DC, and 2% at 1 000 MHz (corresponding to a 40dB Return loss requirement at 1 000 MHz). The length of connections to impedance terminating resistors shall be minimized. Use of soldered connections without leads is recommended.

4.10.2 Verification of termination loads

The performance of impedance matching resistor termination networks shall be verified by measuring the return loss of the termination and the residual NEXT between any two resistor termination networks at the calibration plane.

For the return loss measurement, a two port SE calibration is required using a reference load verified according to 4.8.

After calibration, connect the resistor termination network and perform a full two port SE S-matrix measurement. The measured SE S-matrix shall be transformed into the associated mixed mode S-matrix to obtain the S-parameters S_{DD11} and S_{CC11} from which the differential mode return loss RL_{DM} and the common mode return loss RL_{CM} are determined. The return loss of the resistor termination network shall meet the requirements of Table 4.

For the residual NEXT measurement, a four port SE calibration is required. After calibration, connect the resistor termination networks and perform a full four port SE S-matrix measurement. The measured S-matrix shall be transformed into the associated mixed mode S-matrix to obtain the S-parameter S_{DD21} from which the residual NEXT of the terminations, $NEXT_{residual_term}$ is determined. The residual NEXT shall meet the requirements of Table 4.

4.11 Termination of screens

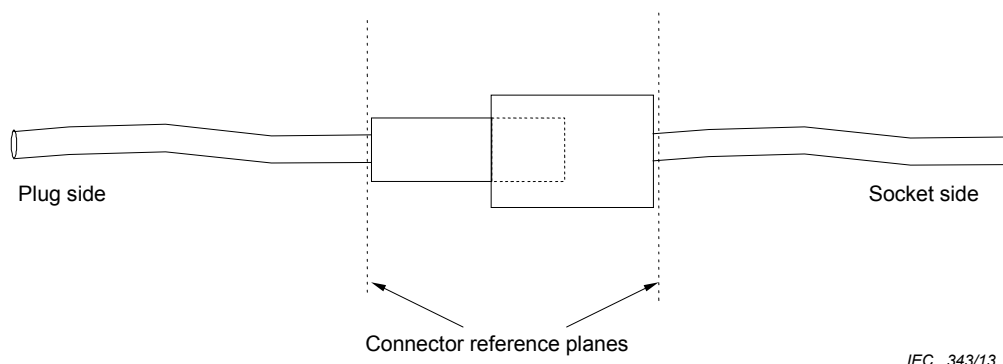
If the connector under test is screened, screened measurement cables shall be applied.

The screen or screens of these cables shall be fixed to the ground plane as close as possible to the calibration plane.

4.12 Test specimen and reference planes

4.12.1 General

The test specimen is a mated pair of relevant connectors. The connector reference plane for the test specimen is the point at which the cable sheath enters the connector (the back end of the connector) or the point at which the internal geometry of the cable is no longer maintained, whichever is farther from the connector, see Figure 6. This definition applies to both ends of the test specimen. The fixed connector shall be terminated in accordance with the manufacturer's instructions and shall be compatible with the measurement test set up and fixtures.



IEC 343/13

Figure 6 – Definition of reference planes

4.12.2 Interconnections between device under test (DUT) and the calibration plane

4.12.2.1 General

Twisted-pair interconnect, printed circuits or other interconnections are used between the connector reference plane of the DUT and the calibration plane. It is necessary to control the characteristics of these interconnections to the best extent possible as they are beyond the calibration plane. These interconnections should be as short as practical and their CM and DM impedances shall be managed to minimize their effects on measurement. Refer to Annex B for additional information about test pins which may be used to facilitate impedance management.

The return loss performance of the interconnections shall meet the requirements of Table 5. The insertion loss performance of the interconnections is assumed to be less than 0,1 dB over the frequency range from 1 MHz to 1 000 MHz.

It is recommended that all DUTs, including test free connectors, have fixed connectors with 2,54 mm spacing applied to the ends of their interconnect to facilitate a consistent interfacing with the test fixture.

4.12.2.2 Twisted-pair interconnect

4.12.2.2.1 General

When used, twisted-pair interconnect shall have 100 Ω nominal differential characteristic impedance. The twisted pairs should not exhibit gaps between the conductor insulation. The twisted-pair interconnect may be obtained as an individual twisted-pair interconnect, or it may be part of a cable.

The interconnect shall comply with the return loss requirements of 4.12.1.2.

DM to ground terminations are required, and the interconnect should be placed in an impedance managing system. The maximum length of the twisted-pair leads at each end of the DUT shall be 51 mm, however it is recommended to be as short as possible.

4.12.2.2.2 Individual twisted-pair interconnect

Individual twisted-pair interconnect may be obtained from discrete twisted-pair stock or removed from sheathed cable.

Prior to attachment to the DUT, the return loss of the pair shall be tested. For this test, a 100 mm length of individual twisted-pair shall be used. The twisted-pair shall be terminated with a 50 Ω differential mode to ground resistor termination network as described in 4.10. The

resistor termination network shall be attached directly to the conductors of the pair in such a way as to minimize the disturbance of the pair. Potential disturbances include gaps between the conductor insulation in the pair, melting insulation, and excess solder.

Return loss shall be tested according to 4.12.1.2.

The twisted-pair leads are then trimmed for attachment to the DUT and the test fixture.

4.12.2.2.3 Interconnect as part of cables

Interconnect may also be obtained from a section of twisted-pair cables where the four twisted-pair interconnects are maintained in the cable sheath. This method will most often be used with free connectors cut from the ends of assembled balanced cords, but can also be used with fixed connectors.

Prior to attachment to the DUT, the return loss of each of the cable pairs within the cable shall be tested. For this test, a 100 mm length of cable shall be used. Each pair of the cable shall be terminated as described for the individual twisted-pair interconnect in 4.12.1.1.1. For the inactive pairs, i.e. pairs not under test, the termination shall be applied to both ends.

Return loss shall be tested according to 4.12.1.2.

The cable shall then be terminated to the DUT per manufacturer's instructions and trimmed for attachment to the test fixture.

When this method is used with free connectors cut from assembled cords, it shall be sufficient if the return loss of the cord cable is compliant to the category 7_A requirements of IEC 61156-6, or if the return loss of the assembled cord is compliant to the balanced cord category 7_A requirements of ISO/IEC 11801.

4.12.2.3 Interconnection DM return loss requirements

The return loss of the interconnection shall be tested using the mixed mode approach as described in 4.10.1 for the verification of resistor termination networks. The interconnection shall be tested for differential mode return loss only and shall meet the requirements in Table 5.

Table 5 – Interconnection DM return loss requirements

Frequency MHz	DM return loss dB
$1 \leq f < 80$	40 dB
$80 \leq f \leq 1\,000$	$78 - 20\log(f)$ dB 20 dB min

Twisted-pair interconnects shall be prepared for test as described in 4.12.1.1.1 and 4.12.1.1.2. When testing other interconnections, equivalent differential mode to ground terminations shall be applied.

4.13 Overall test setup requirements

The requirements of the overall test setup shall meet the requirements of Table 6 when tested using terminations according to 4.10.

Table 6 – Overall test setup requirements

Parameter	Frequency MHz	Requirement up to 1 000 MHz
SE port (50 Ω) return loss, (dB)	$1 < f < 1\,000$	$> 65 - 20\log(f)$ 40 dB max 10 dB min
DM port (100 Ω) return loss, (dB)		$> 68 - 20\log(f)$ 40 dB max 10 dB min
CM port (100 Ω) return loss, (dB)		$> 60 - 20\log(f)$ 35 dB max 10 dB min
SE (50 Ω) port-to-port (pair-to-pair) isolation: NEXT and FEXT		$113 - 20\log(f)$ 75 dB max.
SE (50 Ω) port-to-port (within a pair) isolation: NEXT and FEXT		$> 74 - 20\log(f)$ 75 dB max.
DM (100 Ω) port-to-port isolation: NEXT and FEXT		$130 - 20\log(f)$ 94 dB max
DM (100 Ω) insertion loss		< 1 dB
TCL, LCL		$100 - 20\log(f)$ 70 dB max
TCTL, LCTL		$> 90 - 20\log(f)$ 50 dB max

5 Connector measurement up to 1 000 MHz

5.1 General

The measurements made in this clause are of a mated free connector and fixed connector. Compliance to this standard for a particular interface does not ensure interoperability with

other interfaces qualified to this standard e.g. IEC 61076-3-104 is not interoperable with IEC 61076-3-110.

It is assumed that the performance variation of all free connectors of a given interface can be ignored. Consequently, it is not necessary to qualify the free connectors used for the connecting hardware performance measurements.

5.2 Insertion loss, Test 28a

5.2.1 Object

The object of this test is to measure the insertion loss of a connecting hardware pair. Insertion loss is defined as the additional attenuation that is caused by a connecting hardware pair inserted in a communication cable.

5.2.2 Connecting hardware insertion loss

Connecting hardware shall be tested for insertion loss in one direction using at least one free connector.

5.2.3 Test method

Insertion loss is evaluated from the mixed mode parameter S_{DD21} for each conductor pair. The mixed mode S-parameters are derived by transformation of the SE S-matrix.

5.2.4 Test set-up

The test set-up consists of a network analyser and two test fixtures as described in Clause 4. An illustration of the test set-up, which also shows the termination principles, is shown in Figure 7. Resistor termination networks in accordance with 4.10 shall be applied for all inactive pairs. Interconnects (if used) shall be prepared and controlled per 4.12.1.

5.2.5 Procedure

5.2.5.1 Calibration

A full four port SE calibration shall be performed at the calibration planes in accordance with 4.9. Reference loads used for calibration shall be in accordance with 4.8.

5.2.5.2 Measurement

The DUT shall be arranged in a test set-up according to 5.2.4 and Figure 7, including proper termination of the active and inactive pairs. A full SE S-matrix measurement shall be performed. The measured SE S-matrix shall be transformed into the associated mixed mode S-matrix to obtain the S-parameter S_{DD21} from which insertion loss is determined.

Test all conductor pairs and record the results.

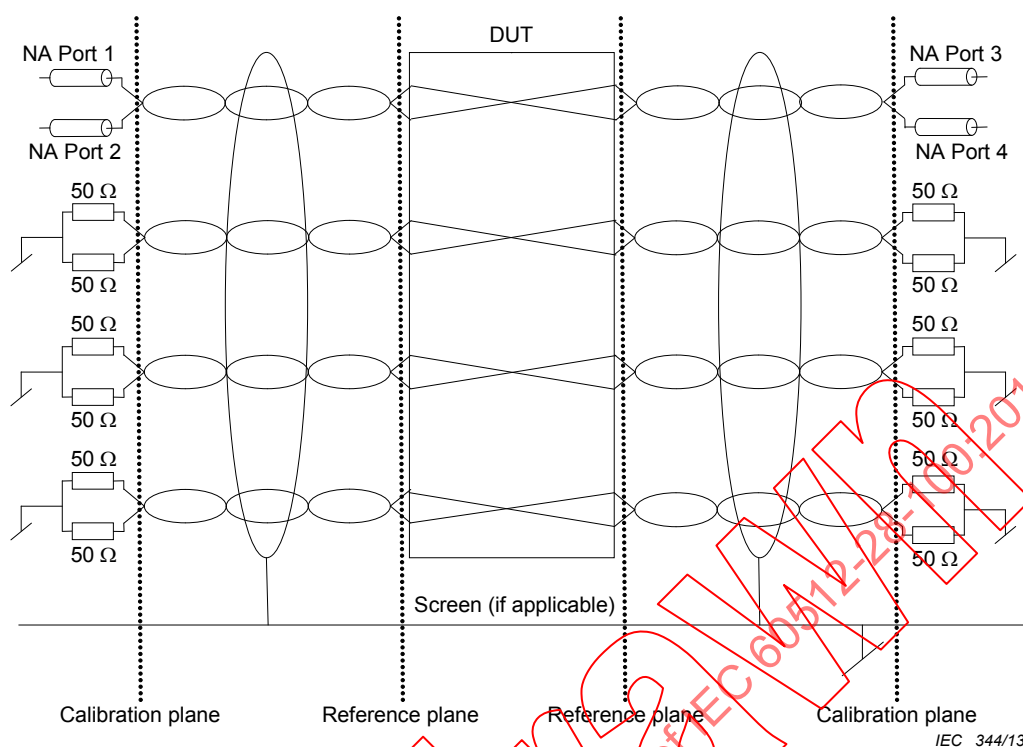


Figure 7 – Insertion loss and TCTL measurement

5.2.6 Test report

The test results shall be reported in graphical or table format with the specification limits 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 test results exceed the test limits.

5.2.7 Accuracy

The accuracy shall be within $\pm 0,05$ dB.

5.3 Return loss, Test 28b

5.3.1 Object

The object of this test is to measure the return loss of a connecting hardware pair at the two reference planes.

5.3.2 Connecting hardware return loss

Connecting hardware shall be tested for return loss in both directions using at least one free connector.

5.3.3 Test method

Return loss is evaluated from the mixed mode parameters S_{DD11} and S_{DD22} for all conductor pairs. The mixed mode S-parameters are derived by transformation of the measured SE S-matrix.

NOTE As a connector is a low-loss device, the return loss of the two sides is nearly equal.

5.3.4 Test set-up

The test set-up consists of a network analyser and two test fixtures as described in Clause 4. An illustration of the test set-up, which also shows the termination principles, is shown in Figure 10. Resistor termination networks in accordance with 4.10 shall be applied for all inactive pairs. Interconnects (if used) shall be prepared and controlled per 4.12.1.

Return loss may be measured in a test set-up using only one fixture and a two port SE calibration and measurement. In this case, the return loss is measured in only one direction at a time.

5.3.5 Procedure

5.3.5.1 Calibration

A full four port SE calibration shall be performed at the calibration planes in accordance with 4.9. Reference loads used for calibration shall be in accordance with 4.8.

5.3.5.2 Measurement

The DUT shall be arranged in a test set-up according to 5.2.4 and Figure 7, including proper termination of the active and inactive pairs. A full SE S-matrix measurement shall be performed. The measured SE S-matrix shall be transformed into the associated mixed mode S-matrix to obtain the S-parameters S_{DD11} and S_{DD22} from which the return loss is determined.

Test all conductor pairs in both directions and record the results.

5.3.6 Test report

The test results shall be reported in graphical or table format with the specification limits 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 test results exceed the test limits.

5.3.7 Accuracy

The return loss of the load for calibration is verified to be greater than 46 dB up to 100 MHz and greater than 40 dB at higher frequencies. The uncertainty of the connection between the connector under test and the test fixture is expected to deteriorate the return loss of the set-up (effectively the directional bridge implemented by the test set-up) by 6 dB. The accuracy of the return loss measurements is then equivalent to measurements performed by a directional bridge with a directivity of 40 dB and 34 dB.

5.4 Near-end crosstalk (NEXT), Test 28c

5.4.1 Object

The object of this test procedure is to measure the magnitude of the electric and magnetic coupling between the near ends of a disturbing and disturbed pair of a connecting hardware pair combination.

5.4.2 Connecting hardware NEXT

Connecting hardware shall be tested for NEXT in both directions using at least one free connector.

5.4.3 Test method

NEXT is evaluated from the mixed mode parameter S_{DD21} for all conductor pair combinations. The mixed mode S-parameters are derived by transformation of the measured SE S-matrix.

5.4.4 Test set-up

The test set-up consists of a network analyser and a test fixture as described in Clause 4. An illustration of the test set-up, which also shows the termination principles, is shown in Figure 8. Resistor termination networks in accordance with 4.10 shall be applied for all inactive pairs and for the ends of active pairs not being connected to the network analyser ports. Interconnects (if used) shall be prepared and controlled per 4.12.1.

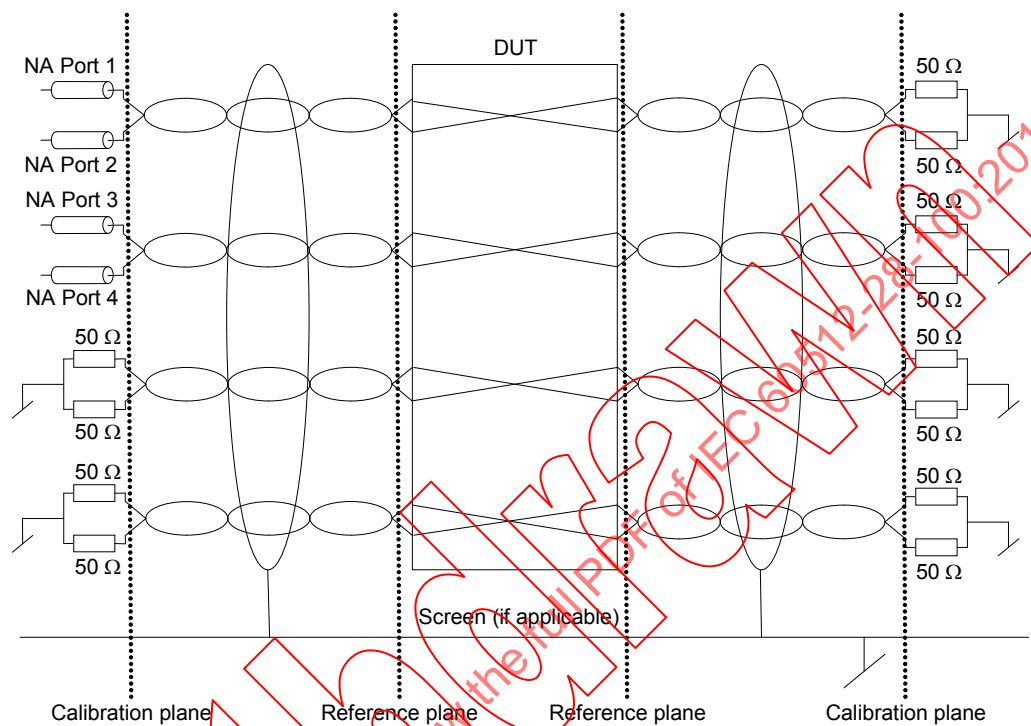


Figure 8 – NEXT measurement

5.4.5 Procedure

5.4.5.1 Calibration

A full four port SE calibration shall be performed at the calibration planes in accordance with 4.9. Reference loads used for calibration shall be in accordance with 4.8.

5.4.5.2 Establishment of noise floor

The noise floor of the set-up shall be measured. The level of the noise floor is determined by white noise, which may be reduced by increasing the test power and by reducing the bandwidth of the network analyser, and by residual crosstalk within the test fixture.

The noise floor shall be measured by terminating the test ports of the test fixture with resistor termination networks and performing a full SE S-matrix measurement. The measured SE S-matrix is transformed into the associated mixed mode S-matrix to obtain the S-parameter S_{DD21} from which the noise floor is established. The noise floor shall be established for all possible conductor pair combinations.

The noise floor shall be 20 dB lower than any specified limit for the crosstalk. If the measured value is closer to the noise floor than 20 dB, this shall be reported.

For high crosstalk values, it may be necessary to screen the terminating resistors.

5.4.5.3 Measurement

The DUT shall be arranged in a test set-up according to 5.4.4 and Figure 8, including proper termination of the active and inactive pairs. A full SE S-matrix measurement shall be performed. The measured SE S-matrix shall be transformed into the associated mixed mode S-matrix to obtain the S-parameter S_{DD21} from which NEXT is determined.

The test has to be performed from both ends of the connecting hardware. Test all conductor pair combinations and record the results.

5.4.5.4 Determining pass and fail

The NEXT of the connecting hardware shall satisfy the requirements of the relevant detail specification for all pair combinations and in both directions.

5.4.6 Test report

The test results shall be reported in graphical or table format with the specification limits 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 test results exceed the test limits.

5.4.7 Accuracy

The accuracy shall be better than ± 1 dB at measurements up to 60 dB and ± 2 dB at measurements up to 85 dB.

5.5 Far-end crosstalk (FEXT), Test 28d

5.5.1 Object

The object of this test procedure is to measure the magnitude of the electric and magnetic coupling between the near end of a disturbing pair and the far end of disturbed pair of a connecting hardware pair combination.

5.5.2 Connecting hardware FEXT

Connecting hardware shall be tested for FEXT in both directions using at least one free connector.

5.5.3 Test method

FEXT is evaluated from the mixed mode parameter S_{DD21} for all conductor pair combinations. The mixed mode S-parameters are derived by transformation of the measured SE S-matrix.

5.5.4 Test set-up

The test set-up consists of a network analyser and two test fixtures as described in Clause 4. An illustration of the test set-up, which also shows the termination principles, is shown in Figure 9. Resistor termination networks in accordance with 4.10 shall be applied for all inactive pairs and for the ends of active pairs not being connected to the network analyser ports. Interconnects (if used) shall be prepared and controlled per 4.12.1.

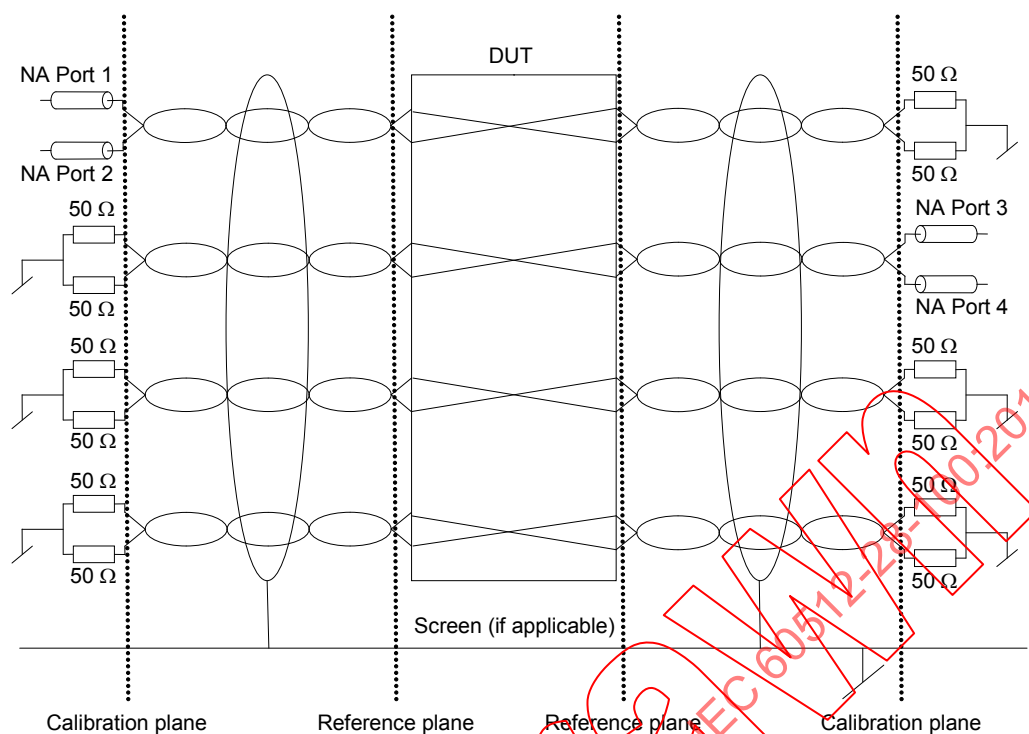


Figure 9 – FEXT measurement

5.5.5 Procedure

5.5.5.1 Calibration

A full four port SE calibration shall be performed at the calibration planes in accordance with 4.9. Reference loads used for calibration shall be in accordance with 4.8.

5.5.5.2 Establishment of noise floor

The noise floor of the set up is established as outlined in 5.4.5.2.

5.5.5.3 Measurement

The DUT shall be arranged in a test set-up according to 5.5.4 and Figure 9, including proper termination of the active and inactive pairs. A full SE S-matrix measurement shall be performed. The measured SE S-matrix shall be transformed into the associated mixed mode S-matrix to obtain the S-parameter S_{DD21} from which FEXT is determined.

Test all conductor pair combinations and record the results.

5.5.6 Test report

The test results shall be reported in graphical or table format with the specification limits 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 test results exceed the test limits.

5.5.7 Accuracy

The accuracy shall be better than ± 1 dB at measurements up to 60 dB and ± 2 dB at measurements up to 85 dB.

5.6 Transfer impedance (Z_T), Test 28e

Refer to test 26e of IEC 60512-26-100.

5.7 Transverse conversion loss (TCL), Test 28f

5.7.1 Object

The object of this test is to measure the mode conversion (differential to common mode) of a signal in the conductor pairs of the DUT. This is also called unbalance attenuation or Transverse Conversion Loss, TCL.

5.7.2 Connecting hardware TCL

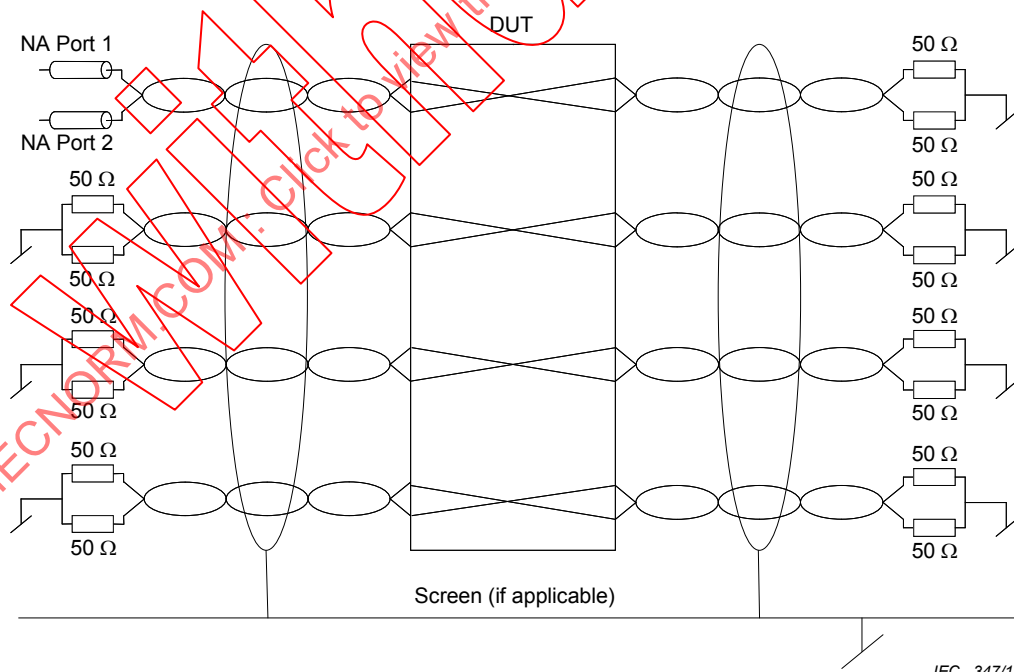
Connecting hardware shall be tested for TCL from both directions using at least one free connector.

5.7.3 Test method

TCL is evaluated from the mixed mode parameter S_{CD11} for all conductor pairs. The mixed mode S-parameters are derived by transformation of the measured SE S-matrix.

5.7.4 Test set-up

The test set-up consists of a network analyser and a test fixture as described in Clause 4. An illustration of the test set-up, which also shows the termination principles, is shown in Figure 10. Resistor termination networks in accordance with 4.10 shall be applied for all inactive pairs and for the ends of active pairs not being connected to the network analyser ports. Interconnects (if used) shall be prepared and controlled per 4.12.1.



IEC 347/13

Figure 10 – Return loss and TCL measurement

5.7.5 Procedure

5.7.5.1 Calibration

A full two port SE calibration shall be performed at the calibration plane in accordance with 4.9. Reference loads used for calibration shall be in accordance with 4.8.

5.7.5.2 Noise floor

The noise floor of the set-up shall be measured. The level of the noise floor is determined by white noise, which may be reduced by increasing the test power and by reducing the bandwidth of the network analyser, and by residual intermodal crosstalk within the test fixture.

The noise floor, a_{noise} , shall be measured by terminating the test ports of the test fixture with resistor termination networks and performing a full SE S-matrix measurement. The measured SE S-matrix is transformed into the associated mixed mode S-matrix to obtain the S-parameter S_{CD11} from which the noise floor is calculated as

$$a_{\text{noise}} = -20 \log |S_{CD11}| \quad (2)$$

The noise floor shall be established for all conductor pairs.

The noise floor shall be 20 dB lower than any specified limit for balance. If the measured value is closer to the noise floor than 10 dB, this shall be reported.

5.7.5.3 Measurement

The DUT shall be arranged in a test set-up according to 5.7.4 and Figure 10, including proper termination of the active and inactive pairs. A full SE S-matrix measurement shall be performed. The measured SE S-matrix shall be transformed into the associated mixed mode S-matrix to obtain the S-parameter S_{CD11} from which TCL is calculated as

$$TCL = -20 \log |S_{CD11}| \quad (3)$$

The test has to be performed from the free connector end of the connecting hardware. Test all conductor pairs and record the results.

5.7.6 Test report

The test results shall be reported in graphical or table format with the specification limits 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 test results exceed the test limits.

5.7.7 Accuracy

The accuracy shall be better than ± 1 dB at the specification limit.

5.8 Transverse conversion transfer loss (TCTL), Test 28g

5.8.1 Object

The object of this test is to measure the mode conversion (differential to common mode) of a signal in the conductor pairs of the DUT at the far end. This is also called far end unbalance attenuation or Transverse Conversion Transfer Loss, TCTL.

5.8.2 Connecting hardware TCTL

Connecting hardware shall be tested for TCTL from both directions using at least one free connector.

5.8.3 Test method

TCTL is evaluated from the mixed mode parameter S_{CD21} for all conductor pairs. The mixed mode S-parameters are derived by transformation of the measured SE S-matrix.

5.8.4 Test set-up

The test set-up consists of a network analyser and two test fixtures as described in Clause 4. An illustration of the test set-up, which also shows the termination principles, is shown in Figure 7. Resistor termination networks in accordance with 4.10 shall be applied for all inactive pairs. Interconnects (if used) shall be prepared and controlled per 4.12.1.

5.8.5 Procedure

5.8.5.1 Calibration

A full four port SE calibration shall be performed at the calibration planes in accordance with 4.9. Reference loads used for calibration shall be in accordance with 4.8.

5.8.5.2 Noise floor

The noise floor of the test set-up shall be measured using the same approach as outlined in 5.7.5.2 adapted to the four port test set-up used for TCTL.

The noise floor a_{noise} is calculated from S_{CD21} as:

$$a_{\text{noise}} = -20 \log |S_{CD21}| \quad (4)$$

The same requirements as described in 5.7.5.2 for TCL measurements apply.

5.8.5.3 Measurement

The DUT shall be arranged in a test set-up according to 5.8.4 and Figure 7, including proper termination of the active and inactive pairs. A full SE S-matrix measurement shall be performed. The measured (four port) SE S-matrix shall be transformed into the associated (two port) mixed mode S-matrix to obtain the S-parameter S_{CD21} from which TCTL is calculated as:

$$\text{TCTL} = -20 \log |S_{CD21}| \quad (5)$$

The test has to be performed from the free connector end of the connecting hardware. Test all conductor pairs and record the results.

5.8.6 Test report

The test results shall be reported in graphical or table format with the specification limits 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 test results exceed the test limits.

5.8.7 Accuracy

The accuracy shall be better than ± 1 dB at the specification limit.

5.9 Coupling attenuation

Coupling attenuation measurements, when required by the detail specification, apply only to shielded connectors.

Coupling attenuation shall be performed per IEC 62153-4-12, over the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60512-28-100:2013

Withdrawn

Annex A (informative)

Example derivation of mixed mode parameters using the modal decomposition technique

It is not a requirement of this standard to require that a full derivation is produced, and any method of extracting the required S-Parameters is acceptable. This may be achieved by the use of network analyser hardware functions, specific mathematical software, or by circuit simulation tools.

The following informative annex presents a summary of how to derive mixed mode parameters from 4-port measurements of S-parameters.

Where V is the voltage and I is the current, see Figure A.1:

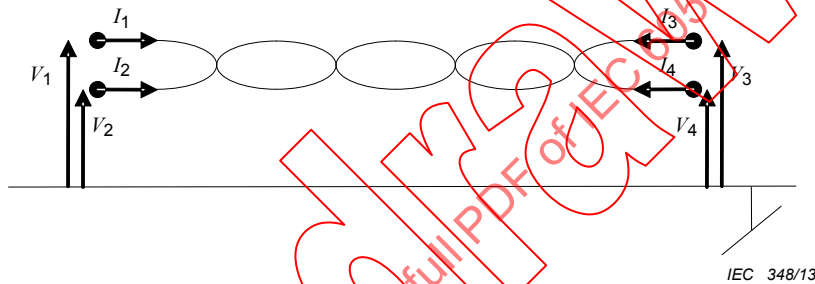


Figure A.1 – Voltage and current on balanced DUT

An impedance matrix (Z) of the DUT can be calculated based on Formula A.1.

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} & Z_{14} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} & Z_{24} \\ Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} & Z_{34} \\ Z_{41} & Z_{42} & Z_{43} & Z_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} \quad (\text{A.1})$$

The modal domain impedance matrix $[Z^m]$ is then calculated from Formula A.2 below, using the conversion matrices given in Formula A.3 and Formula A.4.

$$Z^m = P_e^{-1} Z Q_e \quad (\text{A.2})$$

$$P_e^{-1} = \begin{bmatrix} P^{-1} & 0 \\ 0 & P^{-1} \end{bmatrix} \quad (\text{A.3})$$

$$Q_e = \begin{bmatrix} Q & 0 \\ 0 & Q \end{bmatrix} \quad (\text{A.4})$$

In the case of a 1 pair DUT, the size of the conversion matrices becomes 4x4 with the values given in Formula A.5 and Formula A.6

$$P = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & 1 \\ -\frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \quad (\text{A.5})$$

$$Q = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ -1 & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad (\text{A.6})$$

The conversion matrices replace the Balun transformers and are referred to as mathematical baluns, producing Formula A.7 and Formula A.8.

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} = P_e \begin{bmatrix} V_{D1} \\ V_{C1} \\ V_{D2} \\ V_{C2} \end{bmatrix} \quad (\text{A.7})$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} = Q_e \begin{bmatrix} I_{D1} \\ I_{C1} \\ I_{D2} \\ I_{C2} \end{bmatrix} \quad (\text{A.8})$$

Substituting Formula A.7 and Formula A.8 into Formula A.1 we obtain Formula A.9 which is equivalent to a set of hybrid transformers attached at each end of the cable pair as described in Figure A.2.

$$\begin{bmatrix} V_{D1} \\ V_{C1} \\ V_{D2} \\ V_{C2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11}^m & Z_{12}^m & Z_{13}^m & Z_{14}^m \\ Z_{21}^m & Z_{22}^m & Z_{23}^m & Z_{24}^m \\ Z_{31}^m & Z_{32}^m & Z_{33}^m & Z_{34}^m \\ Z_{41}^m & Z_{42}^m & Z_{43}^m & Z_{44}^m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{D1} \\ I_{C1} \\ I_{D2} \\ I_{C2} \end{bmatrix} \quad (\text{A.9})$$

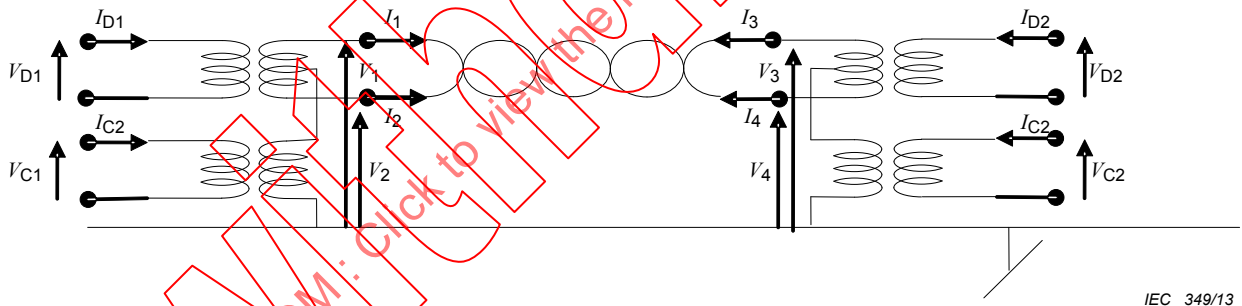


Figure A.2 – Voltage and current on unbalanced DUT

For the measurements concerned in this standard, S-parameters are measured and converted into Z-Parameters. The Z-parameter matrix of a 2n-port circuits can derived using Formula A.10.

$$Z = R_z^{\frac{1}{2}} [E + S] [E - S]^{-1} R_z^{\frac{1}{2}} \quad (\text{A.10})$$

Where E is a 2n x 2n unit matrix and $R_z^{\frac{1}{2}}$ is given by Formula A.11.

$$R_z^{\frac{1}{2}} = \begin{bmatrix} \sqrt{r_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sqrt{r_2} & & \vdots \\ \vdots & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \sqrt{r_{2n}} \end{bmatrix} \quad (\text{A.11})$$

Where r_x is the impedance of the measurement port, typically 50 Ω , giving Formula A.12.

$$R_m^{\frac{1}{2}} = \begin{bmatrix} \sqrt{50} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sqrt{50} & 0 & \vdots \\ \vdots & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \sqrt{50} \end{bmatrix} \quad (\text{A.12})$$

The S-parameters in the modal domain are then calculated using Formula A.13, giving Formula A.14.

$$S^m = R_m^{-\frac{1}{2}} [Z^m - R_m] [Z^m + R_m]^{-1} R_m^{\frac{1}{2}} \quad (\text{A.13})$$

$$R_m^{\frac{1}{2}} = \begin{bmatrix} \sqrt{r_{m1}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sqrt{r_{m2}} & 0 & \vdots \\ \vdots & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \sqrt{r_{m2n}} \end{bmatrix} \quad (\text{A.14})$$

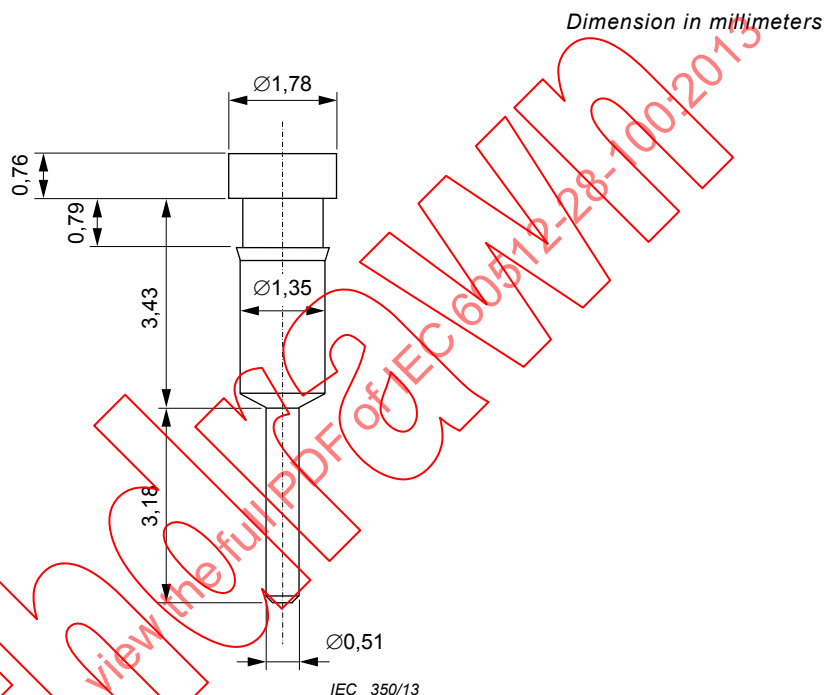
By this method it is possible to convert unbalance network analyser measurements into mixed mode S-matrices which contain both balanced and unbalanced parameters, as in Formula A.15.

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & S_{14} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & S_{24} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & S_{34} \\ S_{41} & S_{42} & S_{43} & S_{44} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} S_{DD11} & S_{DC11} & S_{DD12} & S_{DC12} \\ S_{CD11} & S_{CC11} & S_{CD12} & S_{CC12} \\ S_{DD21} & S_{DC21} & S_{DD22} & S_{DC22} \\ S_{CD21} & S_{CC21} & S_{CD22} & S_{CC22} \end{bmatrix} \quad (\text{A.15})$$

Annex B (informative)

Test pins – Dimensions and references

This annex contains dimensions and references of commonly used test interface pins (see Figure B.1). Use of such items is not required by this standard but may allow increased compatibility of sample prepared for test with other test laboratories.



Key

General tolerance:

Linear = 0,127 mm

Diameter = 0,05 mm

Angular = 2°

Figure B.1 – Example of pin and fixed connector dimensions

Example of fixed connector description:

Mill-Max 1001-0-15-15-30-27-04-0

Material: Brass alloy

Contact: 30 = Standard 4 finger contact

Contact material: Beryllium copper

Shell plating: 15 = 8,5 µm (10 µ") gold over nickel

Contact plating: 27 = 25,4 µm (30 µ") gold over nickel

Press-in 1,45 mm (0,057 in) mounting hole

Bibliography

Modal decomposition (Non-Balun) measurement technique: Error analysis and application to UTP/STP characterisation to 500MHz – Koichi Yanagawa and Jon Cross, Proc. International Wire and Cable Symposium, 1995, p.126-133

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

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60512-28-100:2013

Without watermark

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	37
1 Domaine d'application	39
2 Références normatives	39
3 Termes, définitions et acronymes	40
3.1 Termes et définitions	40
3.2 Acronymes	40
4 Dispositif d'essai global	41
4.1 Instrumentation d'essai	41
4.2 Précautions de mesure	42
4.3 Nomenclature des paramètres S en mode mixte	42
4.4 Câbles coaxiaux et interconnexion pour analyseurs de réseau	43
4.5 Exigences pour les matrices de commutation	44
4.6 Exigences du dispositif d'essai	44
4.7 Exigences pour les performances des bornes sur le plan d'étalonnage	46
4.8 Charges de référence pour l'étalonnage	46
4.9 Etalonnage	47
4.10 Charges de sortie pour la terminaison des paires de conducteurs	48
4.10.1 Généralités	48
4.10.2 Vérification des charges de sortie	48
4.11 Sortie des écrans	48
4.12 Epreuve et plans de référence	49
4.12.1 Généralités	49
4.12.2 Interconnexions entre le dispositif en essai (DUT) et le plan d'étalonnage	49
4.13 Exigences du montage d'essai global	51
5 Mesure des connecteurs jusqu'à 1 000 MHz	51
5.1 Généralités	51
5.2 Perte d'insertion, essai 28a	52
5.2.1 Objet	52
5.2.2 Perte d'insertion d'un matériel de connexion	52
5.2.3 Méthode d'essai	52
5.2.4 Montage d'essai	52
5.2.5 Procédure	52
5.2.6 Rapport d'essai	53
5.2.7 Précision	53
5.3 Affaiblissement de réflexion, essai 28b	53
5.3.1 Objet	53
5.3.2 Affaiblissement de réflexion d'un matériel de connexion	53
5.3.3 Méthode d'essai	53
5.3.4 Montage d'essai	54
5.3.5 Procédure	54
5.3.6 Rapport d'essai	54
5.3.7 Précision	54
5.4 Paradiaphonie (NEXT), Essai 28c	54
5.4.1 Objet	54
5.4.2 Paradiaphonie d'un matériel de connexion	54

5.4.3	Méthode d'essai	55
5.4.4	Montage d'essai	55
5.4.5	Procédure.....	55
5.4.6	Rapport d'essai	56
5.4.7	Précision	56
5.5	Télédiaphonie (FEXT), essai 28d.....	56
5.5.1	Objet	56
5.5.2	Télédiaphonie d'un matériel de connexion	56
5.5.3	Méthode d'essai	56
5.5.4	Montage d'essai	57
5.5.5	Procédure.....	57
5.5.6	Rapport d'essai	58
5.5.7	Précision	58
5.6	Impédance de transfert (Z_T), essai 28e.....	58
5.7	Perte de conversion transverse (TCL), essai 28f	58
5.7.1	Objet	58
5.7.2	Perte de conversion transverse (TCL) d'un matériel de connexion	58
5.7.3	Méthode d'essai	58
5.7.4	Montage d'essai	58
5.7.5	Procédure.....	59
5.7.6	Rapport d'essai	60
5.7.7	Précision	60
5.8	Perte de transfert de conversion transverse (TCTL), essai 28g.....	60
5.8.1	Objet	60
5.8.2	Perte de transfert de conversion transverse d'un matériel de connexion.....	60
5.8.3	Méthode d'essai	60
5.8.4	Montage d'essai.....	60
5.8.5	Procédure.....	60
5.8.6	Rapport d'essai	61
5.8.7	Précision	61
5.9	Affaiblissement de couplage.....	61
Annexe A (informative) Exemple – Dérivation des paramètres en mode mixte en utilisant la technique de décomposition modale		62
Annexe B (informative) Broches d'essai – Dimensions et références.....		65
Bibliographie.....		66
Figure 1 – Schéma d'un dispositif à 4 accès simples.....		42
Figure 2 – Schéma d'un dispositif à 2 accès équilibré		43
Figure 3 – Configuration d'une interface d'essai.....		45
Figure 4 – Etalonnage des charges de référence		47
Figure 5 – Réseaux de charges résistives.....		48
Figure 6 – Définition des plans de référence		49
Figure 7 – Perte d'insertion et mesures de perte de transfert de conversion transverse (TCTL).....		53
Figure 8 – Mesure de la paradiaphonie		55
Figure 9 – Mesure de la télédiaphonie		57

Figure 10 – Affaiblissement de réflexion et mesures de perte de conversion transverse (TCL)	59
Figure A.1 – Tension et courant sur un DUT équilibré	62
Figure A.2 – Tension et courant sur un DUT déséquilibré	63
Figure B.1 – Dimensions d'un exemple de broche et d'embase	65
Tableau 1 – Nomenclature des paramètres S en mode mixte	43
Tableau 2 – Recommandations de performances de commutation	44
Tableau 3 – Exigences sur le dispositif d'essai	46
Tableau 4 – Exigences pour les bornes sur le plan d'étalonnage	46
Tableau 5 – Exigences sur l'affaiblissement de réflexion DM d'une interconnexion	51
Tableau 6 – Exigences du montage d'essai global	51

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60512-28-100:2013

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONNECTEURS POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –
ESSAIS ET MESURES –****Partie 28-100: Essais d'intégrité des signaux
jusqu'à 1 000 MHz sur les connecteurs des
séries CEI 60603-7 et CEI 61076-3 – Essais 28a à 28g**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60512-28-100 a été établie par le sous-comité 48B: Connecteurs, du comité d'études 48 de la CEI: Composants électromécaniques et structures mécaniques pour équipements électroniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
48B/2322/FDIS	48B/2332/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60512, présentées sous le titre général *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures*, peut être consultée 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.

CONNECTEURS POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES – ESSAIS ET MESURES –

Partie 28-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 1 000 MHz sur les connecteurs des séries CEI 60603-7 et CEI 61076-3 –

Essais 28a à 28g

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60512 spécifie les méthodes d'essais pour les performances des transmissions pour des connecteurs conformes aux séries CEI 60603-7 et CEI 61076-3 jusqu'à 1 000 MHz. Elle s'applique également aux essais de connecteurs de plus basses fréquences, mais la méthodologie d'essai spécifiée dans la spécification particulière pour tout connecteur donné reste l'essai de conformité de référence pour le connecteur en question.

Les méthodes d'essai spécifiées ici sont:

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

Pour l'essai d'impédance de transfert (ZT), voir la CEI 60512-26-100, essai 26e.

Pour l'affaiblissement de couplage, voir la CEI 62153-4-12.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-581, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 581: Composants électromécaniques pour équipements électroniques*

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

CEI 60512-26-100:2008, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 26-100: Montage de mesure, dispositifs d'essai et de référence et mesures pour les connecteurs conformes à la CEI 60603-7 – Essais 26a à 26g*

CEI 60603-7 (toutes les parties) *Connecteurs pour équipements électroniques*

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

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 1 000 MHz* (disponible en anglais seulement)

CEI 61076-3-110, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3-110: Spécification particulière pour les fiches et les embases blindées pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 1 000 MHz*

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

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 seulement)

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

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

ISO/IEC 11801, *Technologies de l'information – Câblage générique des locaux d'utilisateurs* (disponible en anglais seulement)

3 Termes, définitions et acronymes

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions des CEI 60050(581), CEI 61076-1, CEI 60512-1, CEI 60603-7, CEI 61076-3-104 et CEI 61076-3-110, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1.1

mode mixte (paramètre ou mesure)

paramètres ou mesures contenant un mode différentiel, un mode commun et des matrices S intermodales

3.1.2

intermodal (paramètre ou mesure)

paramètre ou mesure dont la source est sur le mode commun et la mesure se fait sur le mode différentiel ou dont la source est sur le mode différentiel et la mesure se fait sur le mode commun

3.2 Acronymes

Les acronymes utilisés dans le présent document sont définis ci-dessous.

CM	common mode (mode commun)
DM	differential mode (mode différentiel)
DUT	device under test (dispositif en essai)
FEXT	far-end crosstalk loss (télédiaphonie)

CEI	Commission Electrotechnique Internationale
LCL	longitudinal conversion loss (perte de conversion longitudinale)
LCTL	longitudinal conversion transfer loss (perte de transfert de conversion longitudinale)
NEXT	near-end crosstalk loss (paradiaphonie)
TCL	transverse conversion loss (perte de conversion transverse)
TCTL	transverse conversion transfer loss (perte de transfert de conversion transverse)
SE	single ended (une extrémité)
Z_T	transfer impedance (impédance de transfert)

4 Dispositif d'essai global

4.1 Instrumentation d'essai

Tous les instruments d'essai doivent être capables d'effectuer les mesures sur la gamme de fréquences comprises entre 1 MHz et 1 000 MHz.

Les procédures d'essais décrites exigent l'utilisation d'un analyseur vectoriel de réseau. Il convient que l'analyseur présente une capacité d'étalonnage complet sur 2 accès. L'analyseur doit au minimum couvrir la gamme de fréquences comprises entre 1 MHz et 1 000 MHz.

Les mesures doivent être effectuées à l'aide d'un montage d'essai en mode mixte, que l'on appelle souvent montage sans symétriseur, à décomposition modale ou déséquilibré. Ceci permet de mesurer des dispositifs équilibrés sans placer de symétriseur RF sur le chemin du signal.

Une telle configuration permet également d'effectuer les essais avec un stimulus et des réponses en mode commun ou différentiel, garantissant ainsi que les paramètres intermodaux peuvent être mesurés sans reconnexion.

Un analyseur de réseau à 16 accès est nécessaire pour mesurer toutes les combinaisons d'un dispositif à 4 paires sans commutation externe. Toutefois l'analyseur de réseau doit avoir au minimum 2 accès (y compris un accès bidirectionnel) pour permettre aux données d'être assemblées et calculées.

Il convient noter que l'utilisation d'un analyseur à 2 accès impliquera le repositionnement successif de l'accès de mesure afin de mesurer n'importe quel paramètre donné.

Il est recommandé d'utiliser un analyseur de réseau à 4 accès car il offre un nombre minimal pratique d'accès. Ce nombre permettra en effet de mesurer les 16 termes de la matrice des paramètres S en mode mixte sur une combinaison de paires donnée sans commutation ni reconnexion dans une direction.

Afin de réduire au minimum la reconnexion du DUT pour chaque combinaison de paires, il est également recommandé d'utiliser une unité de commutation RF.

Chaque conducteur de la paire ou de la combinaison de paires en essai doit être connecté à un accès distinct de l'analyseur de réseau, et les résultats sont traités par une analyse interne dans l'analyseur de réseau ou par une application externe.

Des connexions traversantes et des charges de référence sont nécessaires pour l'étalonnage du montage d'essai. Les exigences concernant les charges de référence sont données en 4.8. Des charges de sortie sont nécessaires pour la terminaison des paires, utilisées et non utilisées, qui ne sont pas raccordées à l'analyseur de réseau. Les exigences concernant les charges de sorties sont données en 4.7 et en 4.10.

4.2 Précautions de mesure

Pour assurer un haut degré de fiabilité pour les mesures de transmission, les précautions suivantes sont exigées.

- Des charges résistives stables et cohérentes doivent être utilisées tout au long de la série d'essais.
- Avant, pendant et après les essais, les discontinuités dans les câbles et les adaptateurs, qui peuvent être causées par des flexions physiques, des coudes en équerre et des forces de contrainte, doivent être évitées.
- Une méthodologie d'essai et des résistances de sortie cohérentes doivent être utilisées à toutes les étapes des qualifications de performances de transmission.
L'espacement relatif entre conducteurs dans les paires doit être préservé tout au long des essais au maximum de ce qui est possible.
- La symétrie des câbles doit être maintenue autant que possible par des longueurs de conducteurs cohérentes et une paire de torsadage au point de charge.
- La sensibilité aux variations de montage pour ces mesures à hautes fréquences nécessite de prêter attention aux détails tant en ce qui concerne l'équipement de mesure que les procédures.

4.3 Nomenclature des paramètres S en mode mixte

Les méthodes d'essai spécifiées dans la présente norme sont basées sur un montage d'essai sans symétriseur dans lequel toutes les bornes d'un dispositif en essai sont mesurées et caractérisées comme des accès asymétriques (SE), c'est-à-dire les signaux (tensions et courants RF) sont définis par rapport à une terre commune. La Figure 1 donne le schéma d'un dispositif équipé de 4 bornes.

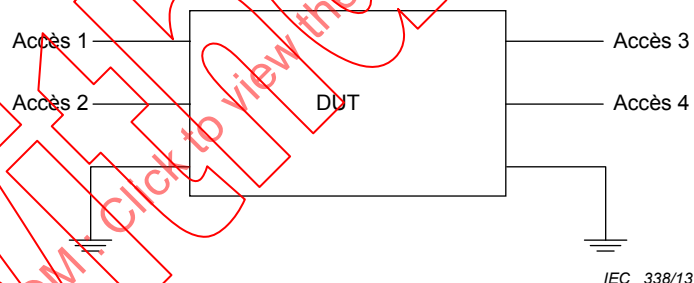


Figure 1 – Schéma d'un dispositif à 4 accès simples

Le dispositif à 4 accès de la Figure 1 est caractérisé par les 16 éléments de la matrice S asymétrique donnée dans la formule 1, dans laquelle le paramètre S_{ba} représente la relation entre une réponse asymétrique sur l'accès "b" résultant d'un stimulus asymétrique sur l'accès "a".

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & S_{14} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & S_{24} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & S_{34} \\ S_{41} & S_{42} & S_{43} & S_{44} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Pour un dispositif équilibré, chaque accès est considéré comme étant constitué d'une paire de bornes (= un accès équilibré) par opposition aux accès asymétriques définis ci-dessus, voir Figure 2.

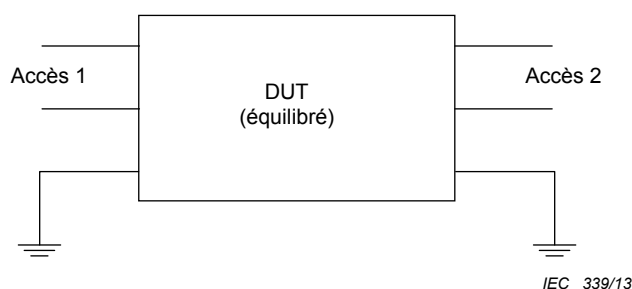


Figure 2 – Schéma d'un dispositif à 2 accès équilibré

Afin de caractériser le dispositif équilibré, les signaux en mode différentiel et en mode commun sur chaque accès équilibré doivent être considérés. Le dispositif peut être caractérisé par une matrice S en mode mixte qui inclut toutes les combinaisons de modes et d'accès, par exemple le paramètre S_{DC21} , en mode mixte qui exprime la relation entre une réponse en mode différentiel sur l'accès 2 résultant d'un stimulus en mode commun sur l'accès 1. En utilisant cette nomenclature, l'ensemble complet des paramètres S en mode mixte pour 2 accès peut être présenté comme indiqué dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Nomenclature des paramètres S en mode mixte

		Stimulus en mode différentiel		Stimulus en mode commun	
		Accès 1	Accès 2	Accès 1	Accès 2
Réponse en mode différentiel	Accès 1	S_{DD11}	S_{DD12}	S_{DC11}	S_{DC12}
	Accès 2	S_{DD21}	S_{DD22}	S_{DC21}	S_{DC22}
Réponse en mode commun	Accès 1	S_{CD11}	S_{CD12}	S_{CC11}	S_{CC12}
	Accès 2	S_{CD21}	S_{CD22}	S_{CC21}	S_{CC22}

Un dispositif à 4 bornes peut être représenté à la fois comme un dispositif asymétrique à 4 accès comme sur la Figure 1 caractérisée par une matrice S asymétrique (formule 1) et comme un dispositif équilibré à 2 accès comme sur la Figure 2, caractérisé par une matrice S en mode mixte (Tableau 1). Puisque l'application d'un signal asymétrique à 1 accès est équivalente mathématiquement à appliquer des signaux en mode différentiel et en mode commun superposés, les caractérisations en mode mixte et asymétrique du dispositif sont liées. La conversion des paramètres S asymétriques en paramètres S en mode mixte est présentée en Annexe A. En utilisant cette conversion, les paramètres S en mode mixte peuvent être dérivés de la matrice S asymétrique mesurée.

4.4 Câbles coaxiaux et interconnexion pour analyseurs de réseau

En supposant que l'impédance caractéristique de l'analyseur de réseau soit 50Ω , les câbles coaxiaux utilisés pour interconnecter l'analyseur de réseau, la matrice de commutation et le dispositif d'essai doivent présenter une impédance caractéristique de 50Ω et une basse impédance de transfert (double écrantage ou plus).

Il convient que ces câbles coaxiaux soient les plus courts possibles. (Il est recommandé qu'ils ne dépassent pas 1 000 mm chacun.)

Les écrans de chaque câble doivent être reliés électriquement à un plan de terre commun.

Pour optimiser la plage dynamique, il convient que la perte d'insertion totale des câbles d'interconnexion soit inférieure à 3 dB à 1 000 MHz.

4.5 Exigences pour les matrices de commutation

Les commutateurs (le cas échéant) doivent présenter une configuration minimale de 2x4, bien qu'un commutateur présentant un plus grand nombre d'accès (par exemple 2x8, 1x16) soit recommandé pour permettre une mesure plus complète, voire totale, du DUT sans reconnexion ou déplacement du DUT. Quand une telle commutation est utilisée, elle doit être construite de telle sorte que chaque accès puisse être configuré en entrée, en sortie ou en charge de 50 Ω . Tous les accès inactifs du commutateur doivent être raccordés à une charge de 50 Ω .

Le commutateur doit être capable de permuter les accès de l'analyseur de réseau par paire pour se connecter correctement à chaque conducteur de la paire de transmission du DUT.

Il convient que le commutateur soit construit pour réduire au minimum les différentes longueurs de chemin pour chaque chemin de signal de la paire.

Le commutateur doit satisfaire aux recommandations de performances minimales de commutation données dans le Tableau 2.

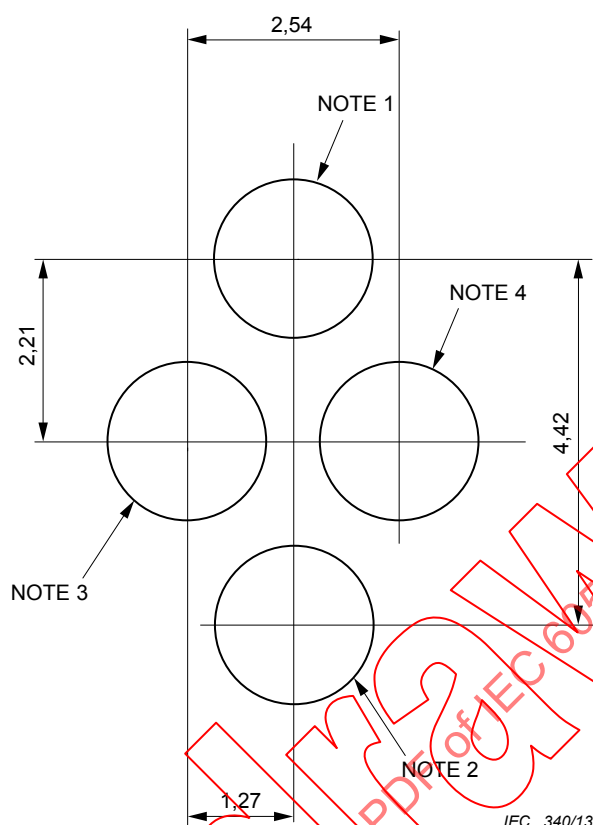
Tableau 2 – Recommandations de performances de commutation

Paramètre	Fréquences MHz	Exigences jusqu'à 1 000 MHz
Perte d'insertion (dB)	$1 \leq f \leq 1\,000$	$\leq 0,5$ dB
Affaiblissement de réflexion (dB)		$\geq 68 - 20 \log(f)$ dB 40 dB max 24 dB min
Diaphonie (dB)		≥ 95 dB

4.6 Exigences du dispositif d'essai

Pour faciliter le raccordement des dispositifs d'essai, une interface entre broches et embases, dont les dimensions sont données dans la Figure 3, est recommandée. Les informations sur des exemples d'embases qui peuvent être utilisées pour cette interface sont données à l'Annexe B.

Dimensions en millimètres



NOTE 1 Terre

NOTE 2 Terre

NOTE 3 Premier conducteur d'une paire

NOTE 4 Deuxième conducteur d'une paire

Figure 3 – Configuration d'une interface d'essai

Les dispositifs d'essai doivent satisfaire aux exigences du Tableau 3 lorsqu'ils sont soumis à des essais en utilisant des charges résistives appropriées au niveau des embases de l'interface du DUT du dispositif après que l'analyseur de réseau a été étalonné à l'extrémité des câbles coaxiaux destinés au raccordement du dispositif.

Tableau 3 – Exigences sur le dispositif d'essai

Paramètre	Fréquences MHz	Exigences jusqu'à 1 000 MHz
Affaiblissement de réflexion de l'accès SE (50 Ω), (dB)	$1 \leq f \leq 1\,000$	$\geq 72 - 20 \log(f)$ dB 40 dB max
Affaiblissement de réflexion de l'accès DM (100 Ω), (dB)		$\geq 78 - 20 \log(f)$ dB, 40 dB max
Affaiblissement de réflexion de l'accès CM (100 Ω), (dB)		$\geq 68 - 20 \log(f)$ dB, 35 dB max
Isolation entre accès SE (50 Ω), NEXT et FEXT		$\geq 114 - 20 \log(f)$ dB, 75 dB max
Isolation entre accès DM (100 Ω), NEXT et FEXT paire à paire		$\geq 130 - 20 \log(f)$ dB 94 dB max
Pertes d'insertion DM (100 Ω)		< 0,5 dB
TCL LCL		$\geq 100 - 20 \log(f)$ dB, 70 dB max
TCTL LCTL		$\geq 90 - 20 \log(f)$ dB, 50 dB max

4.7 Exigences pour les performances des bornes sur le plan d'étalonnage

Les performances des bornes sur le plan d'étalonnage doivent satisfaire aux exigences du Tableau 4.

Tableau 4 – Exigences pour les bornes sur le plan d'étalonnage

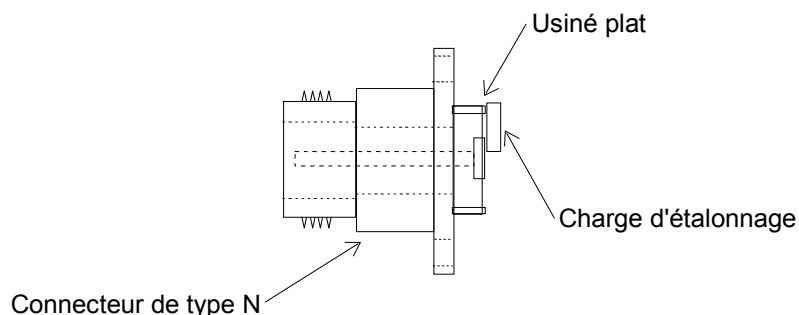
Paramètre	Fréquences MHz	Exigences jusqu'à 1 00 MHz
Affaiblissement de réflexion de l'accès SE (50 Ω), (dB)	$1 \leq f \leq 1\,000$	$\geq 74 - 20 \log(f)$ dB, 40 dB max
Affaiblissement de réflexion de l'accès DM (100 Ω), (dB)		$\geq 74 - 20 \log(f)$ dB, 40 dB max
NEXT résiduelle entre accès DM		$\geq 130 - 20 \log(f)$ dB 94 dB max

4.8 Charges de référence pour l'étalonnage

Pour réaliser un étalonnage sur un ou deux accès de l'équipement d'essai, un court-circuit, un circuit ouvert et une charge de référence sont nécessaires. Ces dispositifs doivent être utilisés pour obtenir un étalonnage.

La charge de référence doit être étalonnée par rapport à une référence d'étalonnage, qui doit être une charge de 50 Ω, que l'on retrouve dans une Norme internationale de référence. Une charge de référence de 50 Ω doit être étalonnée par rapport à la référence d'étalonnage. La charge de référence pour l'étalonnage doit être placée dans un connecteur de type N, selon la CEI 61169-16, conçu pour le montage sur panneau, qui est usiné plat sur son côté arrière, voir Figure 4.

La charge doit être fixée sur le côté plat du connecteur. Un analyseur de réseau doit être étalonné par étalonnage complet sur un accès avec la référence d'étalonnage. Ensuite, l'affaiblissement de réflexion de la charge de référence destinée à l'étalonnage doit être mesuré. L'affaiblissement de réflexion ainsi vérifié doit être supérieur à 46 dB pour les fréquences inférieures ou égales à 100 MHz et supérieur à 40 dB pour les fréquences supérieures à 100 MHz et jusqu'à la limite pour laquelle les mesures doivent être réalisées.



IEC 341/13

Figure 4 – Etalonnage des charges de référence

4.9 Etalonnage

Des mesures d'isolation doivent être utilisées dans le cadre de l'étalonnage.

L'étalonnage doit être équivalent à un minimum d'un étalonnage asymétrique complet à 2 accès pour des mesures où les accès de réponse et de stimulus sont identiques (S_{xx11} et S_{xx22}), et à un minimum d'un étalonnage asymétrique complet à 4 accès pour des mesures où les accès de réponse et de stimulus sont différents (S_{xx12} et S_{xx21}).

Un étalonnage individuel doit être effectué pour chaque chemin de signal utilisé pour les mesures. Si un montage d'essai à matrice de commutation complète et à analyseur de réseau à 4 accès est utilisé, un ensemble complet de mesures pour un dispositif à 4 paires (c'est-à-dire 16 accès asymétriques), nécessitera 28 étalonnages distincts à 4 accès, bien que plusieurs des mesures dans chaque étalonnage soient communes à d'autres étalonnages. Un outil logiciel ou matériel peut être utilisé pour réduire au minimum le nombre de mesures d'étalonnage nécessaires.

L'étalonnage doit être appliqué de telle sorte que le plan d'étalonnage doit être aux extrémités des embases du dispositif d'essai.

L'étalonnage peut être effectué au niveau de l'interface d'essai en utilisant des artefacts d'étalonnage appropriés, ou aux extrémités du câble d'essai coaxial utilisant des bornes coaxiales.

Lorsque l'étalonnage est effectué au niveau de l'interface d'essai, des mesures de circuit-ouvert, de court-circuit et de charge doivent être réalisées sur chaque accès d'extrémité concerné. Des mesures d'isolation traversantes doivent être réalisées sur chaque combinaison de paires de ces accès.

Lorsque l'étalonnage est effectué au niveau de l'extrémité des câbles d'essai coaxiaux, des mesures de circuit-ouvert, de court-circuit et de charge doivent être réalisées sur chaque accès concerné. Des mesures d'isolation traversantes doivent être réalisées sur chaque combinaison de paires de ces accès. En outre, le dispositif d'essai doit alors être désaccouplé des mesures. Les techniques de désaccouplage doivent intégrer une matrice S à 16 accès entièrement peuplée. Il n'est pas acceptable d'effectuer un étalonnage désaccouplé en utilisant seulement des termes de réflexion (S_{11} , S_{22} , S_{33} , S_{44}) ou seulement des termes d'extrémité proche (S_{11} , S_{21} , S_{12} , S_{22}).

Un désaccouplage utilisant des matrices S à termes réduits peut être utilisé pour le post-traitement des résultats.

4.10 Charges de sortie pour la terminaison des paires de conducteurs

4.10.1 Généralités

Des charges entre fil et terre de $50\ \Omega$ doivent être utilisées sur toutes les paires actives en essai. Des charges entre mode différentiel et terre de $50\ \Omega$ doivent être utilisées sur toutes les paires inactives et sur les extrémités opposées des paires actives pour les essais de paradiaphonie et de télédiaphonie. Les paires inactives pour l'essai d'affaiblissement de réflexion doivent être connectées à des charges entre mode différentiel et terre de $50\ \Omega$. Voir Figure 5.

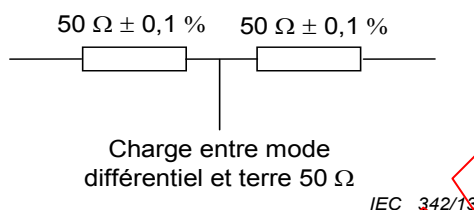


Figure 5 – Réseaux de charges résistives

Des résistances chipses de petite géométrie doivent être utilisées pour la construction des charges résistives. Les deux résistances de charge DM de $50\ \Omega$ doivent être adaptées sur DC à 0,1 % près et à 2 % près à 1 000 MHz (correspondant au 40 dB des exigences d'affaiblissement de réflexion à 1 000 MHz). La longueur des connexions à l'impédance des résistances de terminaison doit être réduite au minimum. Il est recommandé d'utiliser des connexions brasées sans fils.

4.10.2 Vérification des charges de sortie

Les performances des réseaux de charges résistives d'adaptation d'impédance doivent être vérifiées en mesurant l'affaiblissement de réflexion de la sortie et la paradiaphonie résiduelle entre deux réseaux quelconques de charges résistives au niveau du plan d'étalonnage.

Pour la mesure de l'affaiblissement de réflexion, il est nécessaire de procéder à un étalonnage asymétrique à 2 accès en utilisant une charge de référence vérifiée selon 4.8.

Après l'étalonnage, connecter le réseau de charges résistives et effectuer une mesure de la matrice S asymétrique complète à 2 accès. La matrice S asymétrique mesurée doit être transformée en la matrice S en mode mixte associée pour obtenir les paramètres S, S_{DD11} et S_{CC11} , à partir desquels l'affaiblissement de réflexion en mode différentiel RL_{DM} et l'affaiblissement de réflexion en mode commun RL_{CM} sont déterminés. L'affaiblissement de réflexion du réseau de charges résistives doit satisfaire aux exigences du Tableau 4.

Pour la mesure de la paradiaphonie résiduelle, un étalonnage asymétrique à 4 accès est nécessaire. Après l'étalonnage, connecter les réseaux de charges résistives et effectuer une mesure de la matrice S asymétrique complète à 4 accès. La matrice S mesurée doit être transformée en la matrice S en mode mixte associée pour obtenir le paramètre S, S_{DD21} , à partir duquel la paradiaphonie résiduelle des bornes, $NEXT_{residual_term}$, est déterminée. La paradiaphonie résiduelle doit satisfaire aux exigences du Tableau 4.

4.11 Sortie des écrans

Si le connecteur en essai est écranté, des câbles de mesure écrantés doivent être utilisés.

Le ou les écran(s) de ces câbles doit/doivent être fixé(s) au plan de terre, aussi près que possible du plan d'étalonnage.

4.12 Epreuve et plans de référence

4.12.1 Généralités

L'éprouvette est une paire de connecteurs adaptés accouplés. Le plan de référence d'un connecteur pour l'éprouvette est soit le point auquel la gaine de câble entre dans le connecteur (extrémité arrière du connecteur), soit le point à partir duquel la géométrie interne du câble n'est plus maintenue, selon ce qui est le plus éloigné du connecteur (voir Figure 6). Cette définition s'applique aux deux extrémités de l'éprouvette. L'embase doit être terminée selon les instructions du fabricant et doit être compatible avec les dispositifs et les montages d'essai de mesure.

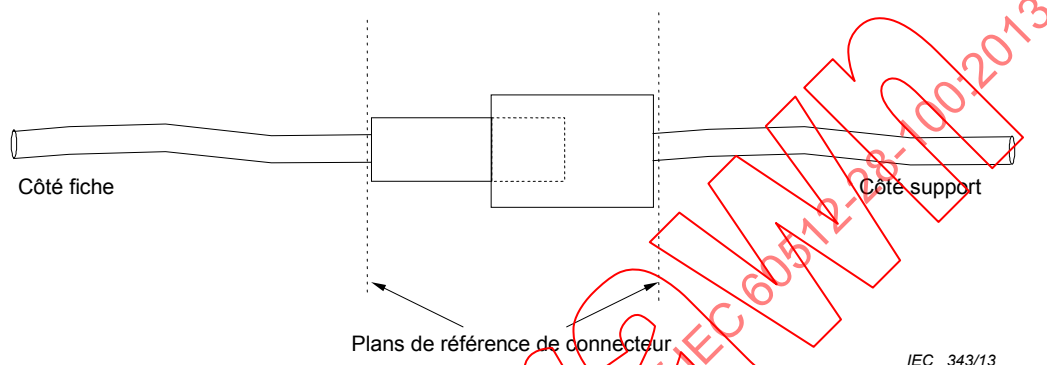


Figure 6 – Définition des plans de référence

4.12.2 Interconnexions entre le dispositif en essai (DUT) et le plan d'étalonnage

4.12.2.1 Généralités

Des interconnexions torsadées, des circuits imprimés ou d'autres interconnexions sont utilisées entre le plan de référence du connecteur du DUT et le plan d'étalonnage. Il est nécessaire de contrôler les caractéristiques de ces interconnexions le mieux possible puisqu'elles dépassent le plan d'étalonnage. Il convient que ces interconnexions soient aussi courtes que possible et leurs impédances CM et DM doivent être gérées pour réduire au minimum leurs effets sur la mesure. Se référer à l'Annexe B pour plus d'informations sur les broches d'essai qui peuvent être utilisées pour faciliter la gestion de l'impédance.

Les performances de l'affaiblissement de réflexion des interconnexions doivent satisfaire aux exigences du Tableau 5. On suppose que les performances des pertes d'insertion des interconnexions sont inférieures à 0,1 dB sur la gamme de fréquences comprises entre 1 MHz et 1 000 MHz.

Il est recommandé que tous les dispositifs en essai, y compris les fiches d'essai, soient équipés d'embases espacées de 2,54 mm appliqués aux extrémités de leur interconnexion pour faciliter un raccordement cohérent au dispositif d'essai.

4.12.2.2 Interconnexion torsadée

4.12.2.2.1 Généralités

Lorsque des interconnexions torsadées sont utilisées, elles doivent présenter une impédance caractéristique différentielle nominale de 100 Ω . Il convient qu'il n'y ait pas d'espace entre les paires torsadées et l'isolation de conducteur. L'interconnexion torsadée peut être obtenue comme une interconnexion torsadée individuelle, ou elle peut faire partie d'un câble.

L'interconnexion doit satisfaire aux exigences d'affaiblissement de réflexion de 4.12.1.2.

Des bornes CM sont nécessaires, et il convient de placer l'interconnexion dans un système de gestion de l'impédance. La longueur maximale des fils torsadés à chaque extrémité du DUT doit être 51 mm. Il est toutefois recommandé qu'elle soit aussi petite que possible.

4.12.2.2 Interconnexion torsadée individuelle

Une interconnexion torsadée individuelle peut être obtenue à partir d'échantillon de paires torsadées discrètes ou provenir d'un câble gainé.

Avant le raccordement au DUT, l'affaiblissement de réflexion de la paire doit être soumis à un essai. Pour cet essai, une longueur de 100 mm de paire torsadée individuelle doit être utilisée. La paire torsadée doit être terminée sur un réseau de charges résistives entre terre et mode différentiel de 50 Ω , comme cela est décrit en 4.10. Le réseau de charges résistives doit être fixé directement aux conducteurs de la paire de façon à réduire au minimum la perturbation de la paire. Les perturbations potentielles incluent des espaces entre l'isolation du conducteur dans la paire, la fonte de l'isolation et l'excès de brasure.

L'affaiblissement de réflexion doit être soumis à un essai conformément à 4.12.1.2.

Les fils torsadés sont alors coupés pour être attachés au DUT et au dispositif d'essai.

4.12.2.3 Interconnexion faisant partie de câbles

Une interconnexion peut également être obtenue à partir d'une section de câbles torsadés où les quatre interconnexions torsadées sont maintenues dans la gaine de câble. Cette méthode sera le plus souvent utilisée avec des fiches coupées à partir des extrémités des cordons équilibrés assemblés, mais elle peut également être utilisée avec des embases.

Avant le raccordement au DUT, l'affaiblissement de réflexion de la paire de câbles à l'intérieur du câble doit être soumis à un essai. Pour cet essai, une longueur de 100 mm de câble doit être utilisée. Chaque paire de câbles doit être terminée comme cela est décrit pour l'interconnexion torsadée individuelle en 4.12.1.1.1. Pour les paires inactives, c'est-à-dire les paires non soumises à l'essai, la charge doit être appliquée aux deux extrémités.

L'affaiblissement de réflexion doit être soumis à un essai conformément au paragraphe 4.12.1.2.

Le câble doit être terminé sur le DUT selon les instructions du fabricant et coupé pour être attaché au dispositif d'essai.

Quand cette méthode est utilisée avec des fiches coupées à partir de cordons assemblés, elle doit être suffisante si l'affaiblissement de réflexion du câble est conforme aux exigences de la catégorie 7_A de la CEI 61156-6, ou si l'affaiblissement de réflexion du cordon assemblé est conforme aux exigences de la catégorie de cordons équilibrés 7_A de la Norme ISO/CEI 11801.

4.12.2.3 Exigences sur l'affaiblissement de réflexion DM d'une interconnexion

L'affaiblissement de réflexion de l'interconnexion doit être soumis à un essai en utilisant l'approche du mode mixte comme cela est décrit en 4.10.1 pour la vérification des réseaux de charges résistives. L'interconnexion doit être soumise à un essai pour l'affaiblissement de réflexion en mode différentiel seulement et elle doit satisfaire aux exigences du Tableau 5.

Tableau 5 – Exigences sur l'affaiblissement de réflexion DM d'une interconnexion

Fréquence MHz	Affaiblissement de réflexion DM dB
$1 \leq f < 80$	40 dB
$80 \leq f \leq 1\,000$	$78 - 20\log(f)$ dB 20 dB min

Les interconnexions torsadées doivent être préparées pour l'essai conformément aux 4.12.1.1.1 et 4.12.1.1.2. Pour l'essai d'autres interconnexions, un mode différentiel équivalent pour les bornes de terre doit être appliqué.

4.13 Exigences du montage d'essai global

Les exigences du montage d'essai global doivent satisfaire aux exigences du Tableau 6 lorsque l'essai utilise des bornes conformément à 4.10.

Tableau 6 – Exigences du montage d'essai global

Paramètre	Fréquences MHz	Exigences jusqu'à 1 000 MHz
Affaiblissement de réflexion de l'accès SE (50 Ω), (dB)	$1 < f < 1\,000$	$> 65 - 20\log(f)$ 40 dB max 10 dB min
Affaiblissement de réflexion de l'accès DM (100 Ω), (dB)		$> 68 - 20\log(f)$ 40 dB max 10 dB min
Affaiblissement de réflexion de l'accès CM (100 Ω), (dB)		$> 60 - 20\log(f)$ 35 dB max 10 dB min
Isolation entre accès SE (50 Ω) (paire à paire), NEXT et FEXT		$113 - 20\log(f)$ 75 dB max.
Isolation entre accès SE (50 Ω) (dans une paire), NEXT et FEXT		$> 74 - 20\log(f)$, 75 dB max.
Isolation entre accès SM (100 Ω), NEXT et FEXT		$130 - 20\log(f)$ 94 dB max
Pertes d'insertion DM (100 Ω)		< 1 dB
TCL, LCL		$100 - 20\log(f)$ 70 dB max
TCTL, LCTL		$> 90 - 20\log(f)$ 50 dB max

5 Mesure des connecteurs jusqu'à 1 000 MHz

5.1 Généralités

Les mesures faites dans cet Article portent sur une fiche et une embase accouplées. La conformité à la présente Norme pour une interface particulière n'assure pas l'interopérabilité

avec d'autres interfaces qualifiées selon la présente Norme, par exemple la CEI 61076-3-104 n'est pas interopérable avec la CEI 61076-3-110.

On suppose que la variation des performances de toutes les fiches d'une interface donnée peut être ignorée. En conséquence, il n'est pas nécessaire de qualifier les fiches utilisées pour les mesures des performances des matériels de connexion.

5.2 Perte d'insertion, essai 28a

5.2.1 Objet

Cet essai est destiné à mesurer la perte d'insertion d'une paire de matériels de connexion. La perte d'insertion est définie comme l'affaiblissement supplémentaire causé par une paire de matériel de connexion insérée dans un câble de communication.

5.2.2 Perte d'insertion d'un matériel de connexion

Un matériel de connexion doit être soumis à un essai de perte d'insertion dans une direction en utilisant au moins une fiche.

5.2.3 Méthode d'essai

La perte d'insertion est évaluée à partir du paramètre S_{DD21} en mode mixte pour chaque paire de conducteurs. Les paramètres S en mode mixte sont dérivés par la transformée de la matrice S asymétrique.

5.2.4 Montage d'essai

Le montage d'essai se compose d'un analyseur de réseau et de deux dispositifs d'essai comme décrit à l'Article 4. Une illustration du montage d'essai qui montre également les principes de terminaisons est représentée sur la Figure 7. Des réseaux de charges résistives conformes au paragraphe 4.10 doivent être appliqués pour toutes les paires inactives. Une interconnexion (le cas échéant) doit être préparée et contrôlée selon 4.12.1.

5.2.5 Procédure

5.2.5.1 Étalonnage

Un étalonnage asymétrique complet à 4 accès doit être effectué au niveau des plans d'étalonnage selon 4.9. Les charges de référence utilisées pour l'étalonnage doivent être conformes à 4.8.

5.2.5.2 Mesure

Le DUT doit être arrangé dans un montage d'essai conformément à 5.2.4 et à la Figure 7, y compris une terminaison appropriée des paires actives et inactives. Une mesure de la matrice S asymétrique complète doit être réalisée. La matrice S asymétrique mesurée doit être transformée en la matrice S en mode mixte associée pour obtenir le paramètre S , S_{DD21} , à partir duquel la perte d'insertion est déterminée.

Soumettre toutes les paires de conducteurs aux essais et consigner les résultats.

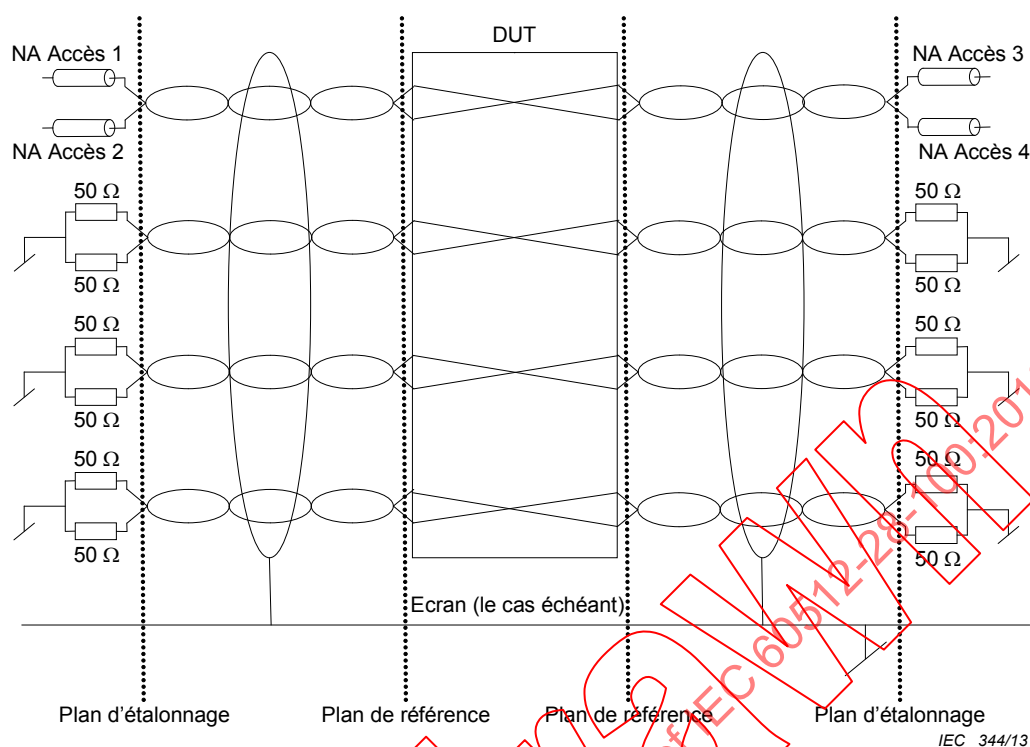


Figure 7 – Perte d'insertion et mesures de perte de transfert de conversion transverse (TCTL)

5.2.6 Rapport d'essai

Les résultats des essais doivent être consignés sous forme de graphiques ou de tableau avec les limites de spécification représentées 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 des essais dépassent les limites d'essai.

5.2.7 Précision

La précision doit être dans les limites de $\pm 0,05$ dB.

5.3 Affaiblissement de réflexion, essai 28b

5.3.1 Objet

Cet essai est destiné à mesurer l'affaiblissement de réflexion d'une paire de matériel de connexion au niveau des deux plans de référence.

5.3.2 Affaiblissement de réflexion d'un matériel de connexion

Un matériel de connexion doit être soumis à un essai d'affaiblissement de réflexion dans les deux directions en utilisant au moins une fiche.

5.3.3 Méthode d'essai

L'affaiblissement de réflexion est évalué à partir des paramètres S_{DD11} et S_{DD22} en mode mixte pour toutes les paires de conducteurs. Les paramètres S en mode mixte sont dérivés par la transformée de la matrice S asymétrique mesurée.

NOTE Etant donné qu'un connecteur est un dispositif à faible perte, l'affaiblissement de réflexion des deux côtés est pratiquement égal.

5.3.4 Montage d'essai

Le montage d'essai se compose d'un analyseur de réseau et de deux dispositifs d'essai comme décrit à l'Article 4. Une illustration du montage d'essai qui montre également les principes de terminaisons est représentée sur la Figure 7. Des réseaux de charges résistives conformes à 4.10 doivent être appliqués pour toutes les paires inactives. Une interconnexion (le cas échéant) doit être préparée et contrôlée selon 4.12.1.

L'affaiblissement de réflexion peut être mesuré dans un montage d'essai utilisant un seul dispositif, et une mesure et un étalonnage asymétrique à 2 accès. Dans ce cas, l'affaiblissement de réflexion est mesuré dans une seule direction à la fois.

5.3.5 Procédure

5.3.5.1 Etalonnage

Un étalonnage asymétrique complet à 4 accès doit être effectué au niveau des plans d'étalonnage selon 4.9. Les charges de référence utilisées pour l'étalonnage doivent être conformes à 4.8.

5.3.5.2 Mesure

Le DUT doit être arrangé dans un montage d'essai conformément au paragraphe 5.2.4 et à la Figure 7, y compris une terminaison appropriée des paires actives et inactives. Une mesure de la matrice S asymétrique complète doit être réalisée. La matrice S asymétrique mesurée doit être transformée en la matrice S en mode mixte associée pour obtenir les paramètres S, S_{DD11} et S_{DD22} , à partir desquels l'affaiblissement de réflexion est déterminé.

Soumettre toutes les paires de conducteurs dans les deux directions aux essais et consigner les résultats.

5.3.6 Rapport d'essai

Les résultats des essais doivent être consignés sous forme de graphiques ou de tableau avec les limites de spécification représentées 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 des essais dépassent les limites d'essai.

5.3.7 Précision

Il est vérifié que l'affaiblissement de réflexion de la charge d'étalonnage est supérieur à 46 dB jusqu'à 100 MHz et à 40 dB à des fréquences plus élevées. L'incertitude de la connexion entre le connecteur en essai et le dispositif d'essai est supposée détériorer l'affaiblissement de réflexion du montage (en fait le pont directionnel mis en œuvre par le montage d'essai) de 6 dB. La précision des mesures de l'affaiblissement de réflexion est alors équivalente à celle des mesures réalisées par un pont directionnel avec une directivité de 40 dB et 34 dB.

5.4 Paradiaphonie (NEXT), Essai 28c

5.4.1 Objet

Cette procédure d'essai a pour objet la mesure de l'amplitude du couplage électrique et magnétique entre les extrémités proches d'une paire perturbatrice et d'une paire perturbée d'une combinaison de paires de matériels de connexion.

5.4.2 Paradiaphonie d'un matériel de connexion

Un matériel de connexion doit être soumis à un essai de paradiaphonie dans les deux directions en utilisant au moins une fiche.