

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 31.220.10

ISBN 978-2-88912-823-5

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 Scope and object.....	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions, acronyms and symbols	9
3.1 Terms and definitions	9
3.1.1 Test Free Connector (TFC).....	9
3.2 Acronyms	9
3.3 Symbols	10
4 Overall test arrangement	10
4.1 Test instrumentation.....	10
4.2 Coaxial cables and interconnect for network analysers	11
4.3 Measurement precautions	11
4.4 Balun requirements	11
4.5 Interfacing	12
4.6 Reference components for calibration	13
4.6.1 Reference loads for calibration	13
4.6.2 Reference cables for calibration	14
4.7 Termination loads for termination of conductor pairs	14
4.7.1 General	14
4.7.2 Resistor terminations.....	14
4.7.3 Balun terminations.....	15
4.7.4 Termination types	15
4.8 Termination of screens	15
4.9 Test specimen and reference planes	15
4.9.1 General	15
4.9.2 Interconnections between device under test (DUT) and the calibration plane	16
5 Connector measurement up to 500 MHz	17
5.1 General	17
5.2 Insertion loss, Test 27a	17
5.2.1 Object	17
5.2.2 Free connector for insertion loss.....	17
5.2.3 Test method	17
5.2.4 Test set-up	17
5.2.5 Procedure.....	18
5.2.6 Test report.....	18
5.2.7 Accuracy	19
5.3 Return loss, Test 27b	19
5.3.1 Object	19
5.3.2 Free connector for return loss.....	19
5.3.3 Test method	19
5.3.4 Test set-up	19
5.3.5 Procedure.....	19
5.3.6 Test report.....	19
5.3.7 Accuracy	19
5.4 Near-end crosstalk (NEXT), Test 27c	20

5.4.1	Object	20
5.4.2	Free connector for NEXT	20
5.4.3	Test method	20
5.4.4	Test set-up	20
5.4.5	Procedure.....	21
5.4.6	Test report.....	24
5.4.7	Accuracy	24
5.5	Far-end crosstalk (FEXT), Test 27d.....	24
5.5.1	Object	24
5.5.2	Free connector for FEXT	24
5.5.3	Test method	24
5.5.4	Test set-up	24
5.5.5	Procedure.....	25
5.5.6	Test report.....	25
5.5.7	Accuracy	26
5.6	Transfer impedance (Zt)	26
5.7	Transverse conversion loss (TCL), Test 27f	26
5.7.1	Object	26
5.7.2	Free connector for TCL.....	26
5.7.3	Test method	26
5.7.4	Test set-up	26
5.7.5	Procedure.....	27
5.7.6	Test report.....	30
5.7.7	Accuracy	30
5.8	Transverse conversion transfer loss (TCTL), Test 27g.....	30
5.8.1	Object	30
5.8.2	Free connector for TCTL	30
5.8.3	Test method	30
5.8.4	Test set-up.....	30
5.8.5	Procedure.....	31
5.8.6	Test report.....	32
5.8.7	Accuracy	32
5.9	Coupling attenuation	32
6	Construction and qualification of TFCs for NEXT, FEXT and return loss measurements.....	32
6.1	General.....	32
6.1.1	Introductory remarks.....	32
6.1.2	Delay measurements	33
6.2	TFC near-end crosstalk (NEXT).....	36
6.2.1	General	36
6.2.2	Procedure for mating a TFC to the direct fixture	36
6.2.3	TFC NEXT loss measurement.....	37
6.2.4	TFC NEXT loss requirements	38
6.3	TFC far-end crosstalk (FEXT).....	39
6.3.1	TFC FEXT loss measurement.....	39
6.3.2	TFC FEXT loss requirements.....	39
6.4	TFC return loss	40
6.4.1	General	40
6.4.2	TFC return loss reverse direction qualification procedure	40

6.4.3	Test plug return loss forward direction qualification procedure	40
6.4.4	TFC return loss requirements	46
6.5	Test fixtures for TFC testing	47
6.5.1	Requirements for TFC direct fixtures	47
Annex A (informative)	Impedance controlled measurement fixture	49
Annex B (normative)	Termination of balun	63
Bibliography		65
Figure 1	– 180° hybrid used as a balun	11
Figure 2	– Measurement configurations for test balun qualification	13
Figure 3	– Calibration of reference loads	14
Figure 4	– Resistor termination networks	14
Figure 5	– Definition of reference planes	16
Figure 6	– Measuring set-up	18
Figure 7	– Example for NEXT measurements	21
Figure 8	– Example for FEXT measurements for DM and CM terminations	25
Figure 9	– Example of TCL measurement	27
Figure 10	– Coaxial lead attenuation calibration	28
Figure 11	– Back-to-back balun insertion loss measurement	28
Figure 12	– Configuration for balun CM insertion loss calibration	29
Figure 13	– Schematic for balun CM insertion loss calibration	29
Figure 14	– Example of TCTL measurement	31
Figure 15	– Calibration and interface planes and port extensions	33
Figure 16	– Examples of direct fixture short, open, load, and through artefacts	35
Figure 17	– Modular free connector placed into the free connector clamp	36
Figure 18	– Guiding the free connector into position	37
Figure 19	– TFC direct fixture	37
Figure 20	– Illustration of TFC NEXT measurement in the forward direction	38
Figure 21	– Example of suitable return loss de-embedding reference socket	42
Figure 22	– Flow chart for determination of reference fixed connector S-parameters	43
Figure 23	– Representation of a mated connection by two cascaded networks	43
Figure 24	– Return loss de-embedding reference plug terminated with LOAD resistors	44
Figure 25	– Return loss test plug calibration and interface planes	44
Figure 26	– Flow chart of determination of return loss test plug properties	46
Figure 27	– Direct fixture mating dimensions A	47
Figure 28	– Direct fixture mating dimensions B	48
Figure 29	– Direct fixture mating dimension C	48
Figure A.1	– Test head assembly with baluns attached	49
Figure A.2	– Test balun interface pattern	50
Figure A.4	– Test head assembly showing shielding between baluns	51
Figure A.5	– Balun test 2 fixture assembly	52
Figure A.6	– Free connector direct fixture, DPMF-2 view 1	53
Figure A.7	– Free connector direct fixture, DPMF-2 view 2	53
Figure A.8	– Exploded assembly of the direct fixture	54

Figure A.9 – PCB based free connector	55
Figure A.10 – TP6A PCB based free connector assembly with adapter	55
Figure A.11 – An example of a connecting hardware measurement configuration.....	56
Figure A.12 – Test fixture interface	57
Figure A.13 – Open calibration standard applied to test interface.....	57
Figure A.14 – Short calibration standard applied to test interface.....	58
Figure A.15 – Load calibration standard applied to test interface	58
Figure A.16 – Back-to-back through standard applied to test interface	59
Figure A.17 – TFC attached to the test interface	59
Figure A.18 – Direct fixture mounted to the test head interface	60
Figure A.19 – Calibration plane.....	60
Figure A.20 – Through calibration	61
Figure A.21 – Test setup for twisted-pair return 2 loss measurement	61
Figure A.22 – Method to minimize distance between planes.....	62
Figure B.1 – Balanced attenuator for balun centre tap grounded.....	63
Figure B.2 – Balanced attenuator for balun centre tap open.....	64
Table 1 – Test balun performance characteristics	12
Table 2 – Interconnection return loss	17
Table 3 – Uncertainty band of return loss measurement at frequencies below 100 MHz.....	20
Table 4 – Uncertainty band of return loss measurement at frequencies above 100 MHz.....	20
Table 5a – Free connector TFC NEXT loss limit vectors for connectors specified up to 100 MHz	23
Table 5b – Free connector TFC NEXT loss limit vectors for connectors specified from 1-250 MHz and from 1 MHz to 500 MHz.....	23
Table 6 – connecting hardware NEXT loss for Case 1 and Case 4	24
Table 7 – TFC NEXT loss ranges.....	39
Table 8 – TFC FEXT loss ranges	40
Table 9 – De-embedding return loss reference fixed connector assembly standard vectors.....	42
Table 10 – Return loss requirements for TFCs	47
Table 11 – Direct fixture performance	48

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CONNECTORS FOR ELECTRONIC EQUIPMENT – TESTS AND MEASUREMENTS –

Part 27-100: Signal integrity tests up to 500 MHz on 60603-7 series connectors – Tests 27a to 27g

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 60512-27-100 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
4B/2262/FDIS	48B/2275/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 electrical 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.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60512-27-100:2011

CONNECTORS FOR ELECTRONIC EQUIPMENT – TESTS AND MEASUREMENTS –

Part 27-100: Signal integrity tests up to 500 MHz on 60603-7 series connectors – Tests 27a to 27g

1 Scope and object

This part of IEC 60512 specifies the test methods for transmission performance for IEC 60603-7 series connectors up to 500 MHz. It is also suitable for testing lower frequency connectors if they meet the requirements of the detail specifications and of this standard.

The test methods provided here are:

- insertion loss, test 27a;
- return loss, test 27b;
- near-end crosstalk (NEXT) test 27c;
- far-end crosstalk (FEXT), test 27d;
- transverse conversion loss (TCL), test 27f;
- transverse conversion transfer loss (TCTL), test 27g;

For the transfer impedance (Z_t) 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 60512-1-100, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1-100: General - Applicable publications*

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

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

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

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

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

IEC 61169-16, *Radio-frequency connectors – Part 16: Sectional specification – 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*

3 Terms, definitions, acronyms and symbols

NOTE It should be noted that this document, although having a close relationship with corresponding documents, which use different terminology to that used in those documents.

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 as well as the following, apply.

3.1.1 Test Free Connector (TFC)

free connector, which is constructed such that it is a test artefact, is known as a Test Free Connector (TFC)

3.2 Acronyms

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

ACRF	Attenuation to crosstalk ratio, far-end
CM	Common mode
CMR	Common mode rejection
DM	Differential mode
DMCM	Differential mode plus common mode
DUT	Device under test
EIA	Electronic Industries Alliance
ELTCTL	Equal level transverse conversion transfer loss
FEXT	Far-end crosstalk
F/UTP	Foil (surrounding) unscreened twisted-pairs
ICEA	Insulated Cable Engineers Association
IDC	Insulation displacement connection
IPC	Insulation piercing connection
NEXT	Near-end crosstalk
OSB	Output signal balance
PSAACRF	Power sum attenuation to alien crosstalk ratio, far-end
PSACRF	Power sum attenuation to crosstalk ratio, far-end
PSANEXT	Power sum alien near-end crosstalk
PSFEXT	Power sum far-end crosstalk

PSNEXT	Power sum near-end crosstalk
RL	Return Loss
TCTL	Transverse conversion transfer loss
TFC	Test free connector
TIA	Telecommunications Industry Association
U/UTP	Unshielded twisted-pair
Zt	Transfer impedance

3.3 Symbols

A	terminal of balun
a	insertion loss; equation coefficient
B	terminal of balun
b	equation coefficient
C	terminal of balun
D	terminal of balun
f	frequency
J	fixed connector; socket
k	equation coefficient
P	free connector
R_x	resistor
S_{xy}	normalized S-parameter
T_{xy}	T-parameter
TD	time delay
Zt	transfer impedance
Ω	Ohms
%	percent
°	degree

4 Overall test arrangement

4.1 Test instrumentation

All test instrumentation shall be qualified for use over the frequency range of 1 MHz to 500 MHz.

These test procedures 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 500 MHz at least.

When used, at least two test baluns are required in order to perform measurements with balanced symmetrical signals. The requirements for the baluns are given in 4.4.

Optionally; multi-port network analyzers for balun-less test set-up may be used.

Reference loads and cables are needed for the calibration of the set-up. Requirements for the reference loads, and cables are given in 4.6.1 and 4.6.2 respectively.

Termination loads are needed for termination of pairs, used and unused, which are not terminated by the test baluns. Requirements for the termination loads are given in 4.7.

An absorbing clamp and ferrite absorbers are needed for the coupling attenuation measurements. The requirements for these items are given in IEC 62153-4-12.

4.2 Coaxial cables and interconnect for network analysers

Lengths of coaxial cables used to connect the network analyser to the baluns shall be as short as possible. (It is recommended that they do not exceed 600 mm each.)

The baluns shall be electrically bonded to a common ground plane. For crosstalk measurements, a test fixture may be used, in order to reduce residual crosstalk (see Annex A).

Balanced interconnect and associated connecting hardware used to connect between the test equipment and the connector under test shall meet the requirements given in 4.9.2.

4.3 Measurement precautions

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

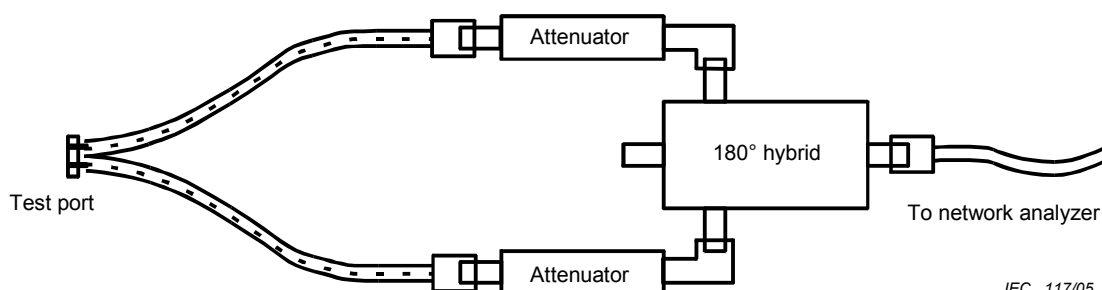
- Any measurement that is to be used in a de-embedding or re-embedding process, whether vector or matrix, shall have its phase adjusted to the free connector phase reference plane. Methods to do this are provided.
- Consistent and stable balun and resistor loads shall be used for each pair throughout 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 terminations (baluns or 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.

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

4.4 Balun requirements

The baluns may be balun transformers or 180° hybrids with attenuators to improve matching if needed. Figure 1 shows such an arrangement.



IEC 117/05

Figure 1 – Optional 180° hybrid used as a balun

The specifications for the baluns apply for the whole frequency range for which they are used. Baluns shall be RFI shielded and shall comply with the specifications listed in Table 1.

Table 1 – Test balun performance characteristics

Parameter	Frequency (MHz)	Value
Impedance, primary ^a	$1 \leq f \leq 500$	50 Ω unbalanced
Impedance, secondary	$1 \leq f \leq 500$	100 Ω balanced
Insertion loss	$1 \leq f \leq 500$	2,0 dB maximum
Return loss, bi-directional ^b	$1 \leq f < 15$	12 dB minimum
	$15 \leq f \leq 500$	20 dB minimum
Return loss, CM ^b	$1 \leq f < 15$	15 dB minimum
	$15 \leq f < 400$	20 dB minimum
	$400 \leq f \leq 500$	15 dB minimum
Power rating	$1 \leq f \leq 500$	0,1 watt minimum
Longitudinal balance ^b	$1 \leq f < 100$	60 dB minimum
	$100 \leq f \leq 500$	50 dB minimum
Output signal balance ^b	$1 \leq f \leq 500$	50 dB minimum
CM rejection ^b	$1 \leq f \leq 500$	50 dB minimum

^a Primary impedance may differ, if necessary, to accommodate analyzer outputs other than 50 Ω .

^b Measured per ITU-T (formerly CCITT) Recommendation G.117 with the network analyzer calibrated using a 50 Ω load.

4.5 Interfacing

For ease of interfacing to test fixtures, a pin and socket interface with dimensions as shown in informative Clause A.2 is recommended.

Figure 2 depicts the proper test configurations for qualifying test baluns to the requirements of this Standard.

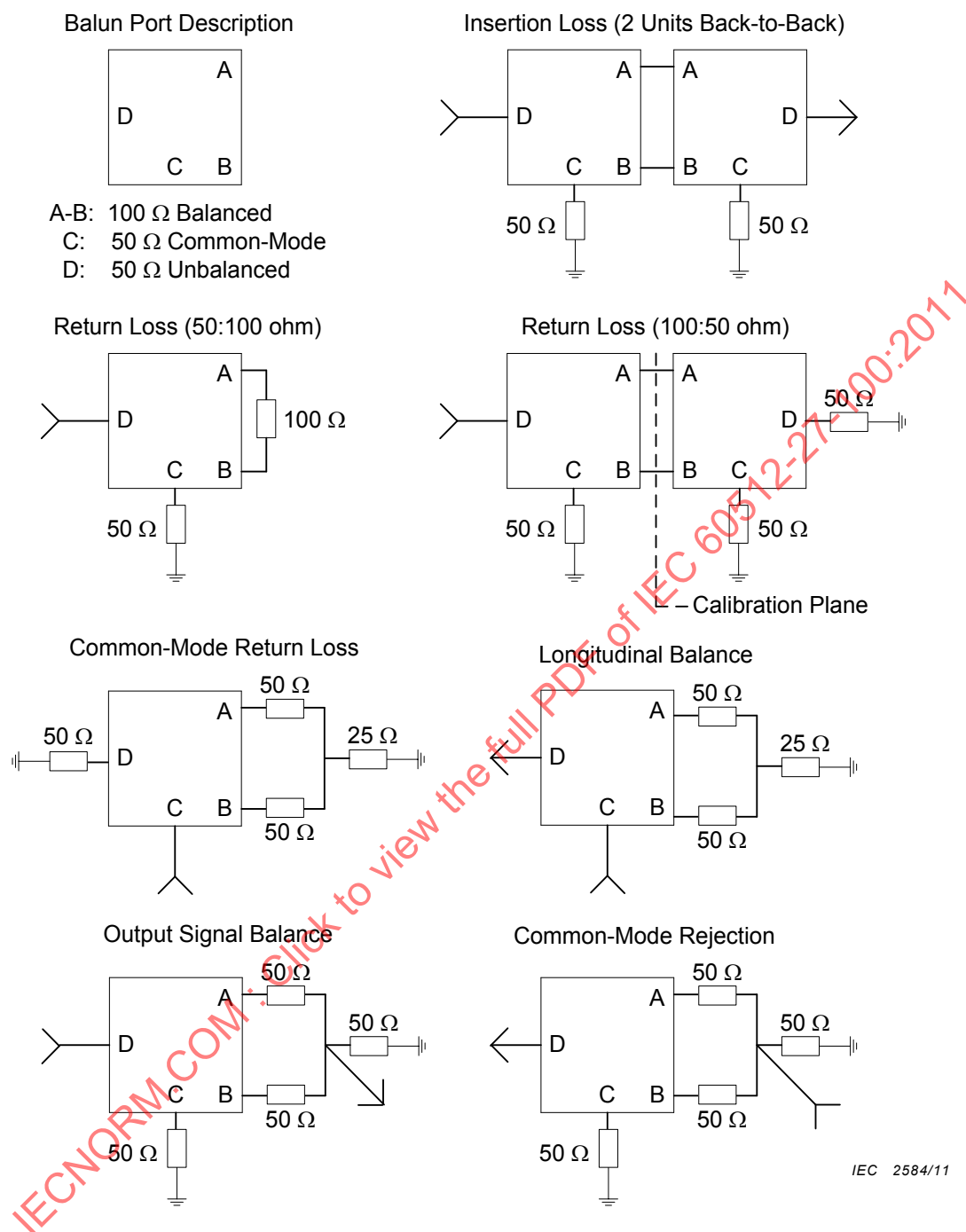


Figure 2 – Measurement configurations for test balun qualification

4.6 Reference components for calibration

4.6.1 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. Two 100 Ω reference loads in parallel shall be calibrated against the calibration reference. The reference loads for calibration shall be placed in an N-type connector according to IEC 60169-16, meant for panel mounting,

which is machined flat on the back side (see Figure 3). The loads shall be fixed to the flat side of the connector, distributed evenly around the centre conductor. A network analyser shall be calibrated, 1-port full calibration, with the calibration reference. Thereafter, the return loss of the reference loads 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.

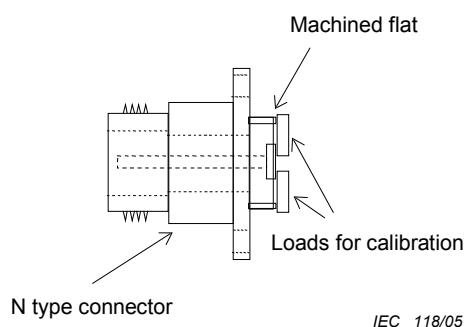


Figure 3 – Calibration of reference loads

4.6.2 Reference cables for calibration

As a minimum, the reference cable that is used to perform the calibration of the test set-up shall satisfy the requirement of the same performance according to the IEC 61156 series as the performance of the connector. The reference cable shall be a length of horizontal cable for which the sheath is preserved. One of the pairs of the reference cable is used for the calibrations. The total length of the reference cable shall be according to the length of the measurement cables as outlined in the calibration procedures for the various tests. Both ends of the reference cable shall be well prepared, so that the twisting is maintained up to the test ports.

4.7 Termination loads for termination of conductor pairs

4.7.1 General

DM plus CM (DMCM) terminations, as shown in Figure 4 on the left, shall be used on all active pairs under test, except when measuring return loss, where DM only resistor terminations are recommended. DMCM resistor terminations shall be used on all inactive pairs and on the opposite ends of active pairs for NEXT loss and FEXT loss testing. Inactive pairs for return loss testing may be terminated with DM or DMCM resistor terminations. Balun terminations may be used on the far-end of all inactive pairs provided that their DM and CM return loss performance characteristics meet the minimum performance of the specified resistor networks.

4.7.2 Resistor terminations

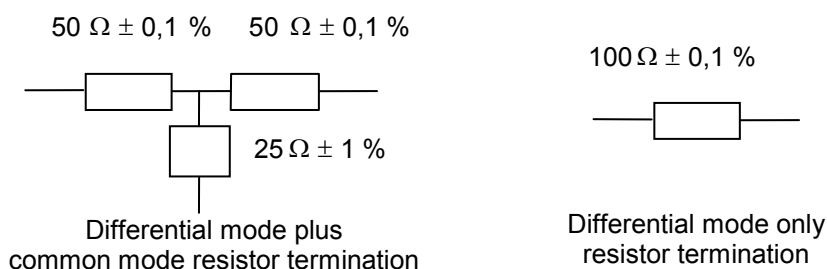


Figure 4 – Resistor termination networks

Small geometry chip resistors shall be used for the construction of resistor terminations. The two 50 Ω DM terminating resistors shall be matched to within 0,1 % at DC. The length of connections to impedance terminating resistors shall be minimized. Lead lengths of 2 mm or less are recommended.

4.7.3 Balun terminations

Baluns used for termination shall comply with the requirements of 4.4. The CM termination resistor applied to the CM port of the balun shall be 50 $\Omega \pm 1$ %.

4.7.4 Termination types

The performance of impedance matching resistor termination networks shall be verified by measuring the return loss of the termination at the calibration plane. For this measurement, a one port calibration is required using a traceable reference load. As described in 4.6.

The DM return loss of the load termination shall exceed $20-20\log(f/500)$. Calculations that result in return loss limit values greater than 40 dB shall revert to a requirement of 40 dB minimum. The CM return loss shall exceed 15 dB. The residual NEXT loss between any two impedance termination networks shall exceed the requirements of equation (1). Calculations that result in residual NEXT loss limit values greater than 90 dB shall revert to a requirement of 90 dB minimum.

$$NEXT_{\text{residual_term}} \geq 120 - 20 \cdot \log(f) \text{ dB.} \quad (1)$$

4.8 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 measurement baluns.

4.9 Test specimen and reference planes

4.9.1 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 5). 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.

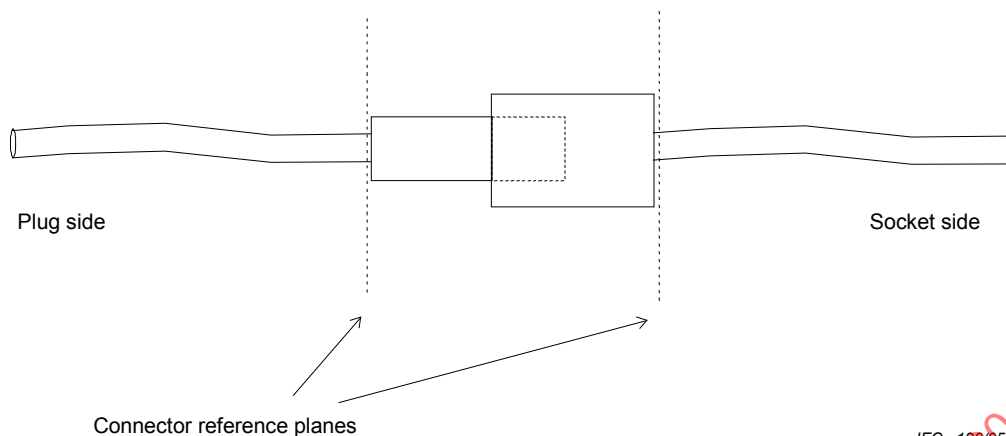


Figure 5 – Definition of reference planes

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

4.9.2.1 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 A for additional information about test fixtures which may be used to facilitate impedance management. The return loss performance of the interconnections shall meet the requirements of Table 2. The insertion loss performance of the interconnections is assumed to be less than 0,1 dB over the frequency range from 1 MHz to 500 MHz.

It is recommended that all DUTs, including TFCs, have sockets with 2,5 mm spacing applied to the ends of their interconnects to facilitate a consistent interfacing with the baluns.

4.9.2.2 Impedance matching interconnect

When used, twisted-pair interconnect shall have 100 Ω nominal DM characteristic impedance. The twisted-pairs should not exhibit gaps between the conductors insulation. Interconnect shall be qualified for DM return loss. There are two different methods to obtain interconnect it may be obtained as individual twisted-pairs, or it may be part of a cable. If CM terminations are required, the interconnect shall be placed in an impedance managing system, as described in Annex A. The maximum length of the twisted-pair leads at each end of the DUT shall be 51 mm.

4.9.2.2.1 Individual twisted-pair interconnect

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 each pair shall be tested. For this test, 100 mm lengths of twisted-pair shall be used. The interconnect shall be terminated across each pair with a precision 0,1% (e.g. a component known as a 0603 size or similar) chip resistor or similar chip resistor as described in 4.6.1. The resistor 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. When tested, the test leads shall be attached to the balun or DM test port using a test fixture yielding CM impedance stabilization. The twisted-pair leads are then trimmed for attachment to the device and the test fixtures. See Annex A for an appropriate test fixture. It is recommended to use the same load for both calibration and termination of the test lead during measurement.

4.9.2.2.2 Interconnect as part of cables

Interconnect may also be obtained from a section of twisted-pair cable where the four twisted-pair interconnect are maintained in the cable sheath. This method will most often be used with TFCs, cut from the ends of assembled cords, but can also be used with fixed connectors. Prior to attachment to the DUT, the return loss of the cable pairs (within the cable) shall be tested. For this test, a 100 mm length of cable shall be selected. Each twisted-pair of the cable end shall be DM terminated across each pair with precision 0,1 % (0603 size or similar) DM chip resistors as described in 4.6. The cable shall then be terminated to the DUT per manufacturer's instructions and trimmed for attachment to the measurement system. TFCs cut from assembled cords may be used if the return loss requirements of the cord cable, and of the assembled cord, are met, and the return loss requirements of TFCs per this standard in Table 10 are met.

4.9.2.3 Interconnection return loss requirements

The interconnection shall meet the requirements in Table 2 relative to the calibration resistor specified in 4.6.

Table 2 – Interconnection return loss

Frequency MHz	Return loss dB
$1 \leq f < 80$	40 dB
$80 \leq f \leq 500$	$78 - 20\log(f)$ dB

5 Connector measurement up to 500 MHz

5.1 General

The measurements described in this clause apply to a mated combination of a free connector and a fixed connector. Free connectors, or TFCs, for use in these tests, shall meet all the requirements of Clause 6.

5.2 Insertion loss, Test 27a

5.2.1 Object

The object of this test is to measure the insertion loss, which is defined as the additional attenuation that is caused by a pair of mated connectors inserted in a communication cable.

5.2.2 Free connector for insertion loss

It is not necessary to qualify the free connector for insertion loss testing of the fixed connector.

5.2.3 Test method

Insertion loss (IL) is evaluated by measuring the scattering parameters, S_{21} , of each pair.

5.2.4 Test set-up

The test set-up consists of a network analyser and two baluns as defined in 4.4.

It is not necessary to terminate the pairs which are not under test.

5.2.5 Procedure

5.2.5.1 Calibration

A full 2-port calibration shall be performed at the calibration planes.

5.2.5.2 Measurement

The test specimen shall be terminated with measurement cables at both ends. The length of measurement cables shall be equal to the length of the reference cables used for reflection calibrations. The measurement cables shall be the cable types for which the connector is intended. An S_{21} measurement shall be performed. CM termination is required on the pair under test at least at one end. See Figure 6.

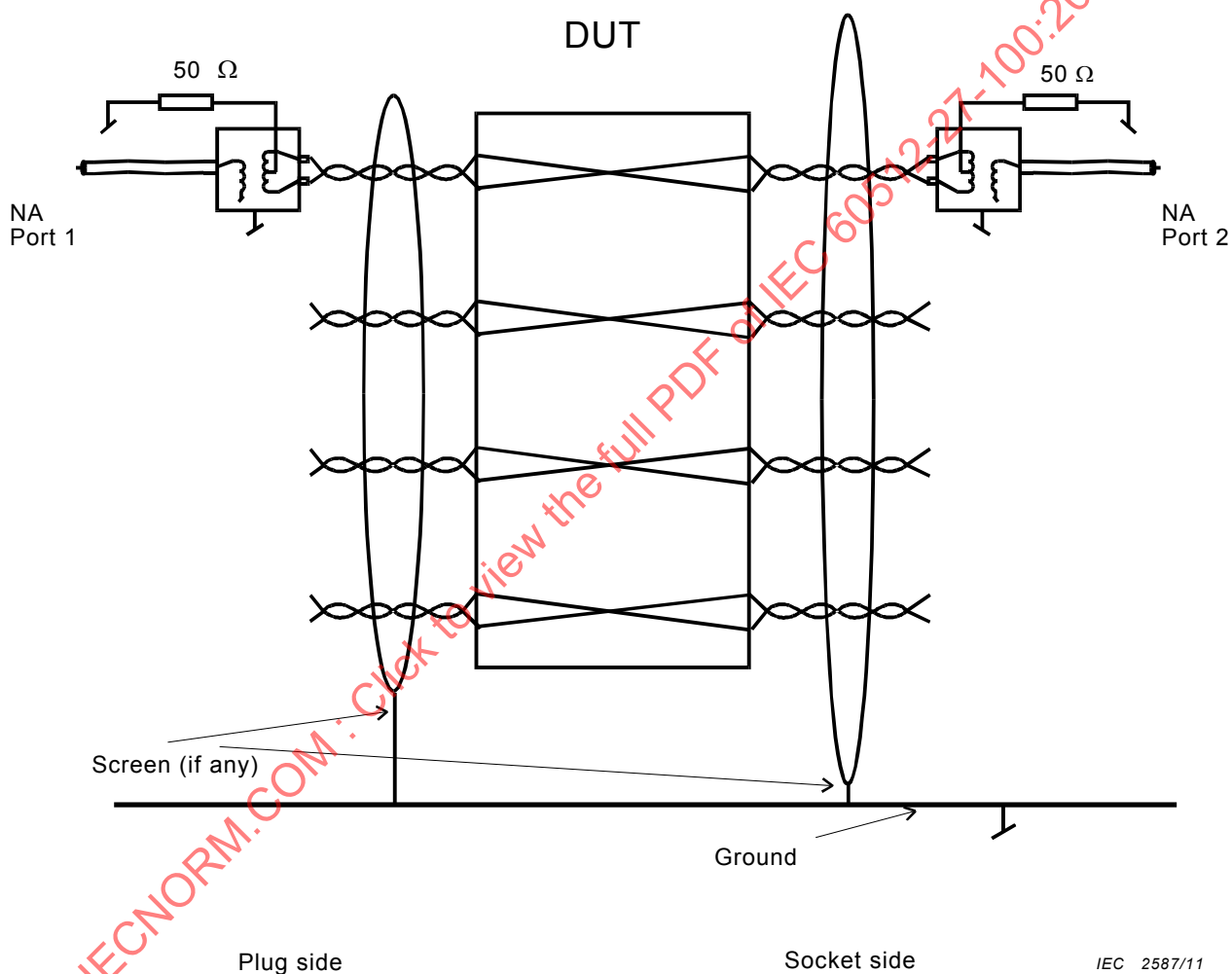


Figure 6 – Measuring set-up

Fixed connectors shall be measured with at least one free connector in at least one direction. There are no insertion loss requirements for free connectors. For improved accuracy, the insertion loss of the interconnections at each end of the mated connection may be subtracted from the measurement of the DUT.

5.2.6 Test report

The measured 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 measured results exceed the test limits.

5.2.7 Accuracy

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

5.3 Return loss, Test 27b

5.3.1 Object

The object of this test is to measure the return loss (RL) of a mated connector pair at the two reference planes.

5.3.2 Free connector for return loss

Connecting hardware shall be tested in both directions for return loss using at least one free connector. This free connector shall satisfy the requirements of 6.4.4.

5.3.3 Test method

Return loss is measured by measuring the scattering parameters, S_{11} and S_{22} , of each pair.

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 is as described in Clause 4. DM only termination resistors are recommended and shall satisfy the requirements of 4.7.4. When possible, it is recommended to use the same resistor terminations as were used for instrument calibration as the far-end terminations. Interconnect (if used) shall be prepared and controlled per 4.9.2 and shall satisfy the requirements of 4.9.2.3.

5.3.5 Procedure

5.3.5.1 Calibration

A full one port, open, short, and load, calibration, shall be performed at the reference plane, as a minimum. A full two-port calibration is also acceptable. The calibration load shall meet the requirements of 4.7.4.

5.3.5.2 Measurement

S_{11} and S_{22} measurements shall be carried out for each of the pairs.

5.3.6 Test report

The measured 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 each pair shall be reported. It shall be explicitly noted if the measured 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 baluns 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. The accuracy (uncertainty band) is given in Tables 3 and 4.

Table 3 – Uncertainty band of return loss measurement at frequencies below 100 MHz

Measured RL	10	12	15	18	20	22	25	28	30
Lower uncertainty limit	–0,3	–0,3	–0,5	–0,7	–0,8	–1,0	–1,4	–1,9	–2,4
Higher uncertainty limit	+0,3	+0,4	+0,5	+0,7	+0,9	+1,2	+1,7	+2,5	+3,3

Table 4 – Uncertainty band of return loss measurement at frequencies above 100 MHz

Measured RL	10	12	15	18	20	22	25	28	30
Lower uncertainty limit	–0,5	–0,7	–0,9	–1,3	–1,6	–1,9	–2,6	–3,5	–4,2
Higher uncertainty limit	+0,6	+0,7	+1,0	+1,3	+1,9	+2,5	+3,8	+6,0	+8,7

EXAMPLE Let the measured RL be 20 dB. The true RL then lies in the band of 18,4 dB to 21,9 dB at frequencies above 100 MHz.

5.4 Near-end crosstalk (NEXT), Test 27c

5.4.1 Object

The object of this test procedure is to measure the magnitude of the electric and magnetic coupling between disturbing and disturbed pairs of a mated connector pair.

5.4.2 Free connector for NEXT

Connecting hardware shall be tested in both directions for NEXT loss using at least one free connector. This free connector shall satisfy the requirements of Clause 6. Modular connector performance on all pair combinations shall be qualified with the TFC and with the full set of TFC NEXT loss limit vectors specified in Table 5 a or b as appropriate.

5.4.3 Test method

NEXT is evaluated by measuring the scattering parameters, S_{21} , of the possible pair combinations at each end of the mated connector, while the other ends of the pairs are terminated.

5.4.4 Test set-up

The test set-up consists of two baluns and a network analyser. An illustration of the set-up, which also shows the termination principles, is shown in Figure 7.

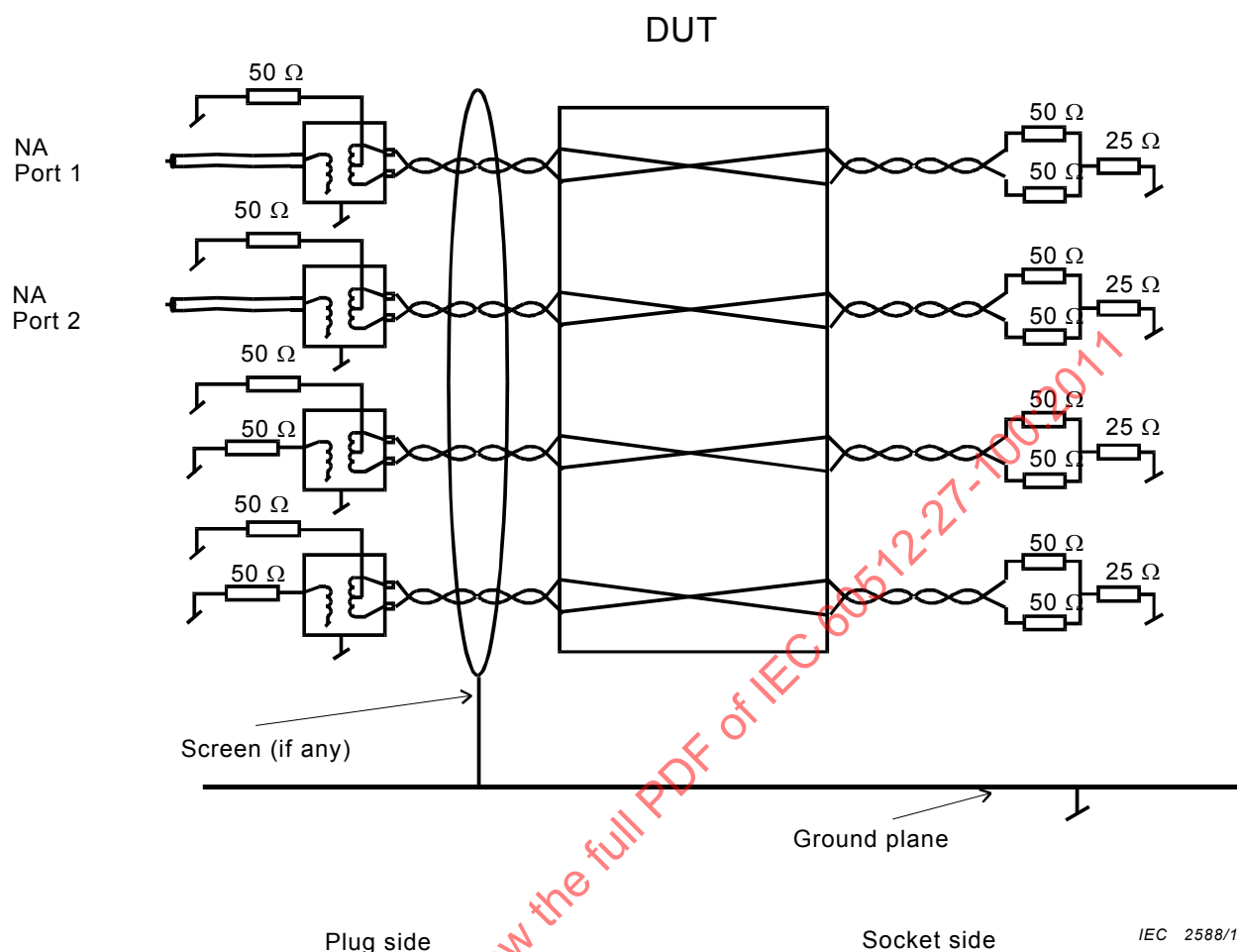


Figure 7 – Example for NEXT measurements

5.4.5 Procedure

5.4.5.1 Calibration

A full 2-port calibration shall be performed at the calibration planes.

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 between the test baluns. The noise floor shall be measured by terminating the baluns with resistors and performing an S_{21} measurement. 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.

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

5.4.5.3 Measurement

Connect the disturbing pair of the connector under test (DUT) to the signal source and the disturbed pair to the receiver port. The DUT shall be tested with DM and CM terminations. The measurements have to be performed from both ends of the mated connector. The measurements from the free connector end shall be used in the calculations in 5.4.5.4 below, for full qualification in the forward direction. The measurements from the fixed connector end shall be used in 5.4.5.5 below, for full qualification in the reverse direction. Test all possible pair combinations and record the results.

NOTE There are 6 different combinations of NEXT in a 4-pair connector from each side, which gives a total of 12 measurements. Because of reciprocity, only 6 unique non-reciprocal combinations from each side need to be tested.

5.4.5.4 Connecting hardware NEXT loss measurement and calculation of free connector vector responses in the forward direction

- a) Measure the NEXT loss vector (magnitude and phase) for the fixed connector mated to the TFC in the forward direction (launch signal into the TFC).
- b) Correct the phase to the interface between the free connector and the fixed connector using the delay procedures in 6.1.2.
- c) Subtract the corrected TFC NEXT loss forward vectors obtained using Clause 6 from the corrected mated NEXT loss vectors obtained in steps a and b. This will yield de-embedded fixed connector vectors. This is an intermediate result not used for compliance verification; these fixed connector vectors are used in step d.
- d) Add the free connector NEXT loss limit vectors in Table 5 for each pair combination to the de-embedded fixed connector vectors obtained in step c for each pair combination. This yields 14 “re-embedded” connecting hardware NEXT loss responses.
- e) Pass-fail qualification is determined by comparing the results in step d to the corresponding connecting hardware requirements.

5.4.5.5 Connecting hardware NEXT loss measurement and calculation of free connector vector responses, reverse direction

- a) Determine the delay of the fixed connector by measuring the TFC delay, mating the TFC to the fixed connector, and measuring the delay of the assembly. Subtract the TFC delay from the delay of the assembly to get the fixed connector delay.
- b) Measure the NEXT loss vector (magnitude and phase) for the fixed connector mated to the TFC, in the reverse direction (launch signal into the fixed connector).
- c) Correct the phase to the interface plane using the results obtained in step a.
- d) Subtract the corrected TFC NEXT loss reverse vectors obtained using Clause 6 from the corrected mated NEXT loss vectors obtained in steps b and c. This will yield de-embedded fixed connector vectors.
- e) Add the free connector NEXT loss limit vectors in Table 5 a or b as appropriate, to the de-embedded fixed connector vectors obtained in step d. This yields 14 “re-embedded” connecting hardware NEXT loss responses.
- f) Pass-fail qualification is determined by comparing the results in step e to the corresponding connecting hardware requirements.

5.4.5.6 Determining the free connector NEXT loss limit vectors

The free connector NEXT loss limit vectors are determined by combining the magnitude values with the phase values as shown in Table 5a or 5b as appropriate.

Table 5a – Free connector TFC NEXT loss limit vectors for connectors specified up to 100 MHz

Case #	Pair combination	Limit	Free connector NEXT loss limit magnitude dB	Free connector NEXT loss limit phase degrees ^{1), 2)}
Case 1	3,6-4,5	Low	75,8-20log(f)	TFC NEXT loss phase
Case 2	3,6-4,5	Central	n/a	n/a
Case 3	3,6-4,5	Central	n/a	n/a
Case 4	3,6-4,5	High	79,5-20log(f)	TFC NEXT loss phase
Case 5	1,2-3,6	Low	82-20log(f)	TFC NEXT loss phase
Case 6	1,2-3,6	High	90-20log(f)	TFC NEXT loss phase
Case 7	3,6-7,8	Low	82 -20log(f)	TFC NEXT loss phase
Case 8	3,6-7,8	High	90 -20log(f)	TFC NEXT loss phase
Case 9	1,2-4,5	Low	90 -20log(f)	90° or -90°
Case 10	1,2-4,5	High	n/a	n/a
Case 11	4,5-7,8	Low	90 -20log(f)	90° or -90°
Case 12	4,5-7,8	High	n/a	n/a
Case 13	1,2-7,8	Low	100 -20log(f)	90° or -90°
Case 14	1,2-7,8	High	n/a	n/a

1) TFC NEXT loss phase is determined by following the procedure in Clause 6.

2) The reference plane for measuring TFC NEXT loss phase and mated NEXT loss shall be the TFC phase reference plane as described in Clause 6.

Table 5b – Free connector TFC NEXT loss limit vectors for connectors specified from 1 MHz to 250 MHz and from 1 MHz to 500 MHz

Case #	Pair combination	Limit	Limit free connector NEXT loss magnitude dB	Limit free connector NEXT loss phase degrees ^{1), 2)}
Case 1	3,6-4,5	Low	78,1-20log(f)	Measured TFC phase
Case 2	3,6-4,5	Central	78,6-20log(f)	Measured TFC phase
Case 3	3,6-4,5	Central	79,0-20log(f)	Measured TFC phase
Case 4	3,6-4,5	High	79,5-20log(f)	Measured TFC phase
Case 5	1,2-3,6	Low	86,5-20log(f)	Measured TFC phase
Case 6	1,2-3,6	High	89,5-20log(f)	Measured TFC phase
Case 7	3,6-7,8	Low	86,5-20log(f)	Measured TFC phase
Case 8	3,6-7,8	High	89,5-20log(f)	Measured TFC phase
Case 9	1,2-4,5	Low	97-20log(f)	+90
Case 10	1,2-4,5	High	110-20log(f)	-90
Case 11	4,5-7,8	Low	97-20log(f)	+90
Case 12	4,5-7,8	High	110-20log(f)	-90
Case 13	1,2-7,8	Low	106-20log(f)	Measured TFC phase
Case 14	1,2-7,8	High	106-20log(f)	Measured TFC phase minus 180°

1) TFC NEXT loss phase is determined by following the procedure in Clause 6.

2) The reference plane for measuring TFC NEXT loss phase and mated NEXT loss shall be the interface plane as described in Clause 6.

5.4.5.7 Determining pass and fail

The response with all free connector limit vectors shall meet the requirements of the detail specification. In addition, connecting hardware NEXT loss for all pair combinations, with the exception of case 1 and case 4 of connectors specified from 1 MHz to 250 MHz, or from 1 MHz to 500 MHz, shall satisfy the requirements of the detail specification. Connecting hardware NEXT loss for those cases shall meet the values determined using equations specified in Table 6.

Table 6 – Connecting hardware NEXT loss for Case 1 and Case 4

Frequency MHz	NEXT loss dB
$1 \leq f \leq 250$	$92,5-20\log f$
$250 < f \leq 500$	$44,54-30\log(f/250)$

5.4.6 Test report

The results measured 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 measured results exceed the test limits.

5.4.7 Accuracy

The accuracy (uncertainty band) 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 27d

5.5.1 Object

The object of this test procedure is to measure the magnitude of the electric and magnetic coupling between disturber and disturbed pairs of mated connectors.

5.5.2 Free connector for FEXT

Connecting hardware FEXT loss is determined by measurement of connecting hardware using at least one TFC qualified per Clause 6. Measure connecting hardware FEXT loss with interconnects prepared and controlled per 4.9.2.

5.5.3 Test method

Far-end crosstalk is evaluated by measuring the scattering parameters, S_{21} , of the possible conductor pair combinations at one end of the mated connector, to the other end.

5.5.4 Test set-up

The test set-up consists of two baluns and a network analyser as defined in Clause 4. An illustration of the set-up, which also shows the termination principles, is shown in Figure 8.

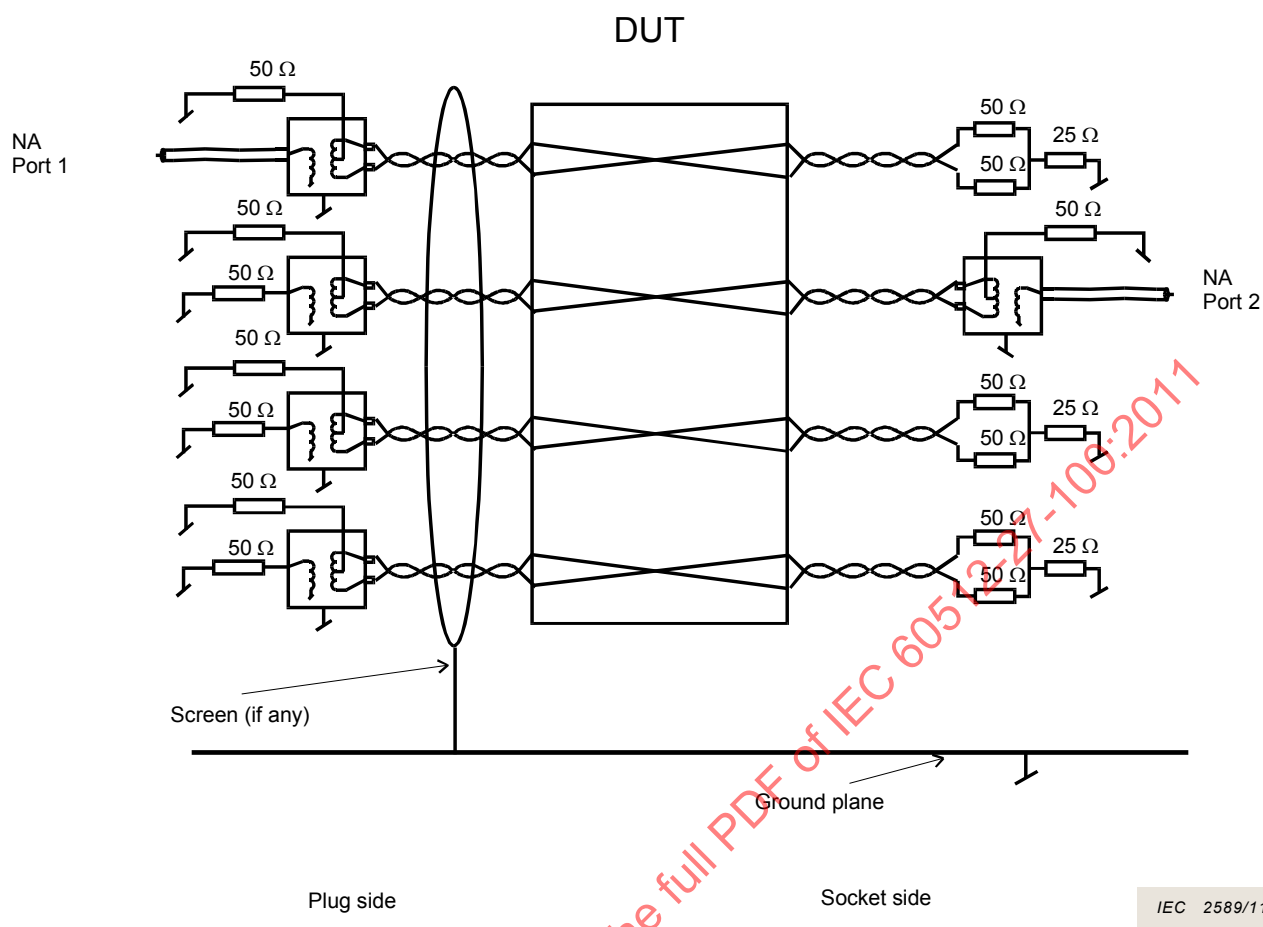


Figure 8 – Example for FEXT measurements for DM and CM terminations

5.5.5 Procedure

5.5.5.1 Calibration

Calibration is performed as shown in 5.2.5.1.

5.5.5.2 Establishment of noise floor

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

5.5.5.3 Measurement

Connect the disturbing pair of the DUT to the signal source and the disturbed pair to the receiver port. Test all possible pair combinations and record the results.

NOTE There are 12 different combinations for far-end crosstalk in a 4-pair connector, which gives a total of 12 measurements.

5.5.6 Test report

The measured 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 measured 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)

The test methods of IEC 60512-26-100, Test 26e also apply to testing connectors with frequency ranges up to 500 MHz.

5.7 Transverse conversion loss (TCL), Test 27f

5.7.1 Object

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

5.7.2 Free connector for TCL

Connecting hardware TCL loss is determined by measurement of connecting hardware using a TFC qualified per Clause 6. Measure connecting hardware TCL loss with interconnects prepared and controlled per 4.9.2.

5.7.3 Test method

The balance is evaluated by measuring that part of the DM signal, launched in one of the conductor pairs, which is converted to CM by the DUT at the same conductor pair at the opposite side.

5.7.4 Test set-up

The test set-up consists of a network analyser and a balun with a DM- and CM test port. An illustration of the set-up, which also shows the termination principles, is shown in Figure 9. The DUT pair under test should be connected to the DM balun output terminals. All unused pairs, near end and far end, shall be DMCM terminated. The near-end and far-end terminating resistor networks should be bonded and connected to the measurement ground plane. The DUT should be positioned 50 mm from the ground plane on the near-end. The near-end interconnects connecting the DUT to the balun and terminations should not be longer than 51 mm and they should be oriented orthogonal to each other to minimize coupling.

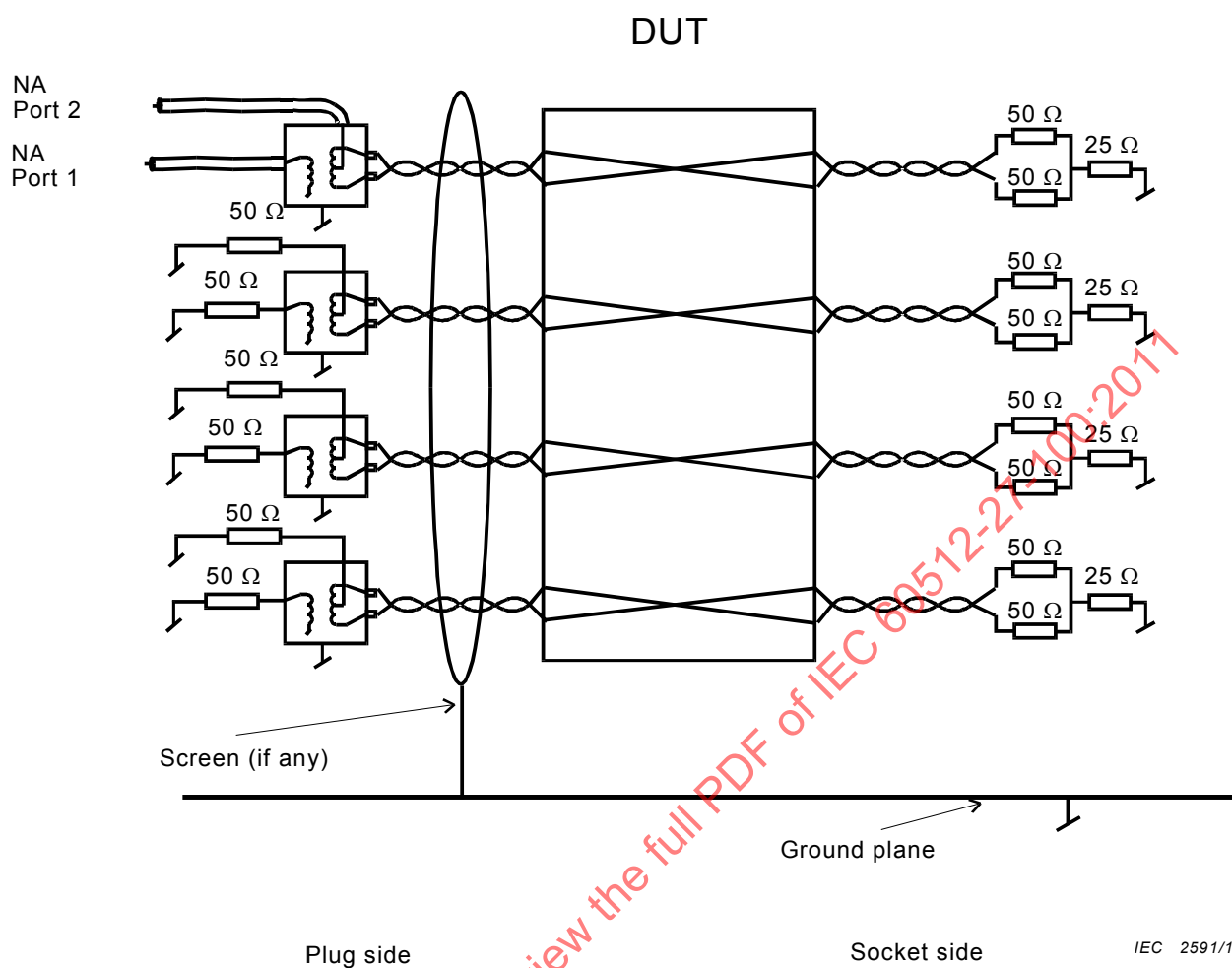


Figure 9 – Example of TCL measurement

5.7.5 Procedure

5.7.5.1 Calibration

TCL calibration is performed in three steps.

STEP 1: The coaxial interconnect attached to the network analyzer is calibrated out by performing short, open, load, and through measurements at the point of termination to the balun. An example of the test lead through connection is shown in Figure 10.



Figure 10 – Coaxial lead attenuation calibration

STEP 2: The attenuation of the DM signals of the test balun is measured by connecting two identical baluns back-to-back with minimal lead length an example of which is shown in Figure 11. Note that the baluns are positioned so as to maintain polarity and they are bonded (firmly attached, e.g. clamped) to a ground plane. The measured insertion loss is divided by 2 to approximate the insertion loss of one balun for a DM signal.

The calculated insertion loss is recorded as $a_{bal,DM}$.



Figure 11 – Back-to-back balun insertion loss measurement

STEP 3: The attenuation of the CM signals of the test balun is measured by connecting the balanced port and ground reference terminals of two baluns together, and the network analyzer ports to the CM sockets, as shown in Figures 12 and 13. A short length of bare wire may be used to connect each of the individual balun terminals. It is important to connect also the ground references. The baluns shall be firmly clamped to the ground plane. Also, the outer screen of the coaxial test lead shall be properly bonded to the ground plane as shown in Figures 12 and 13. Divide by 2 to obtain the CM insertion loss of one balun. The resulting insertion loss is recorded as $a_{bal,CM}$.



Figure 12 – Configuration for balun CM insertion loss calibration

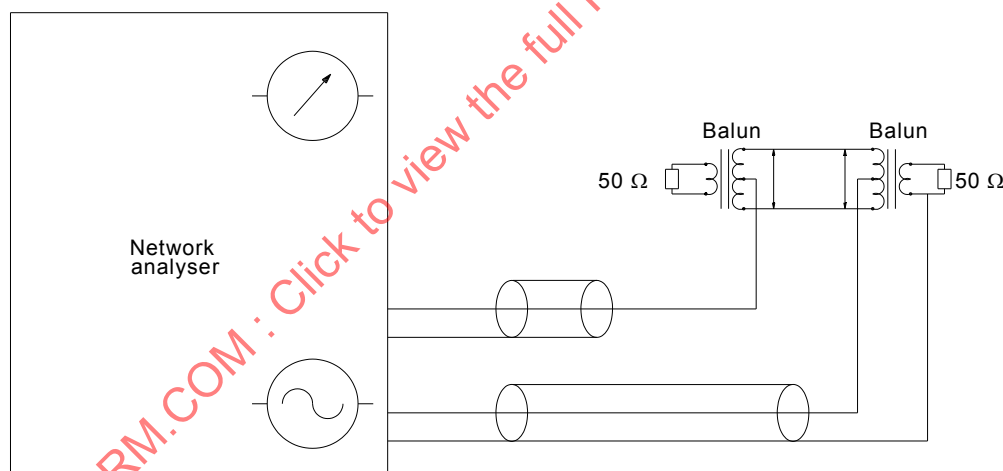


Figure 13 – Schematic for balun CM insertion loss calibration

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 the longitudinal balance (see Table 1) of the test balun.

The noise floor, $a_{\text{noise},m}$ shall be measured by terminating the DM output of the balun with a 100 Ω resistor and perform a S_{21} measurement between the DM and the CM test port of the balun. a_{noise} is calculated as

$$a_{\text{noise},m} = -20 \log |S_{21}| \quad (2)$$

$$a_{\text{noise}} = a_{\text{noise,m}} - a_{\text{bal,DM}} - a_{\text{bal,CM}} \quad (3)$$

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

Connect the measured pair of the DUT to the DM output of the test balun. Terminate the DUT according to 5.7.4. Perform a S_{21} measurement between the DM and the CM test port of the balun. The balance, TCL , is calculated as

$$a_{\text{meas}} = -20 \log |S_{21}| \quad (4)$$

$$TCL = a_{\text{meas}} - a_{\text{bal,DM}} - a_{\text{bal,CM}} \quad (5)$$

5.7.6 Test report

The measured 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 measured 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 27g

5.8.1 Object

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

5.8.2 Free connector for TCTL

Connecting hardware TCTL loss is determined by measurement of connecting hardware using a TFC qualified per Clause 6. Measure connecting hardware TCTL loss with interconnects prepared and controlled per 4.9.2.

5.8.3 Test method

The balance is evaluated by measuring that part of the DM signal, launched in one of the conductor pairs, which is converted to CM by the DUT at the same conductor pair at the opposite side.

5.8.4 Test set-up

The test set-up consists of a network analyser and two baluns with DM and CM test ports. An illustration of the set-up, which also shows the termination principles, is shown in Figure 14. All unused pairs shall be DMCM terminated. The ground terminals of the termination shall be connected securely to the same ground plane.

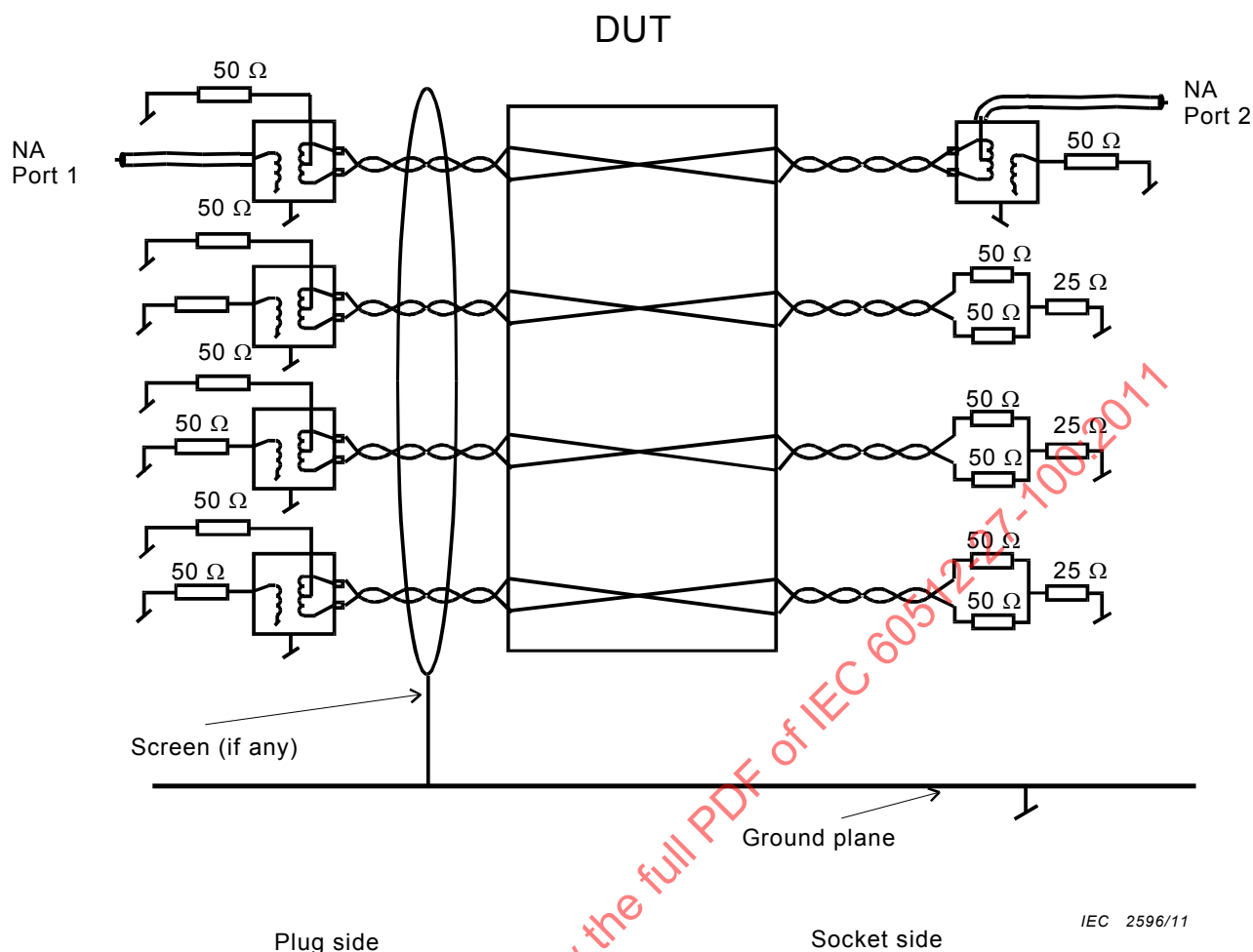


Figure 14 – Example of TCTL measurement

5.8.5 Procedure

5.8.5.1 Calibration

The calibration of the test hardware for TCTL measurements shall follow the procedure outlined in 5.7.5.1 for both baluns being used in the measurement and the both the CM and DM calibration values should be recorded for both baluns, a total of four calibration values. The calibration values should be recorded as -

$$a_{bal,DM.1}, a_{bal,DM.2}, a_{bal,CM.1}, \text{ and } a_{bal,CM.2}.$$

NOTE $a_{bal,DM} = a_{bal,DM1} = a_{bal,DM2}$ and $a_{bal,CM} = a_{bal,CM1} = a_{bal,CM2}$

It is possible to calibrate each balun uniquely, however the method given here is based on the assumption that they are equal.

5.8.5.2 Noise floor

The same principles as described in 5.7.5.2 for TCL measurements apply. The noise floor TCTLnoise,m shall be measured by connecting the DM ports of the baluns together as close as possible and performing an S21 measurement between the DM port of the balun used for signal launch and the CM port of the balun used for measurement. TCTLnoise is calculated as

$$TCTL_{noise,m} = -20\log|S_{21}|$$

$$TCTL_{noise} = TCTL_{noise,m} - IL_{bal,DM} + IL_{bal,CM}$$

Other (equivalent and valid) methods of measuring the noise floor are permitted.

5.8.5.3 Measurement

Connect the measured pair of the DUT to the DM output of the test balun. Terminate the DUT according to 5.7.4. Perform a S_{21} measurement between the DM and the CM test port of the balun. The balance, $TCTL$, is calculated as

$$a_{meas} = -20 \log |S_{21}| \quad (6)$$

$$TCTL = a_{meas} - a_{bal,DM} - a_{bal,CM} \quad (7)$$

Make sure to use the correct mode attenuation of the correct balun in both cases.

5.8.6 Test report

The measured 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 measured 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 100 MHz to 500 MHz.

6 Construction and qualification of TFCs for NEXT, FEXT and return loss measurements

6.1 General

6.1.1 Introductory remarks

Due to variations that are inherent in terminating cables to modular free connectors, the TFC used to qualify modular outlet performance shall be carefully controlled.

This clause describes the construction, qualification, and requirements for TFCs for verifying connecting hardware performance.

For the purposes of this Standard, a modular TFC consists of an assembly that meets the dimensional requirements of IEC 60603-7 with suitable connections from the electrical contacts. The modular TFC for the qualification of fixed connectors qualified to 500 MHz can be PCB based, an example of which is shown in Figures A.9 and A.10, or wire terminated using a suitable free connector or free connector assembly.

NOTE The direct fixture, as referenced in 6.5, is compatible with free connectors having a contact area $\geq 2,60$ mm as defined by dimension H2 of IEC 60603-7, 3.2.2.

TFCs shall be qualified for all requirements of 6.2 (NEXT loss), 6.3 (FEXT loss) and 6.4 (return loss).

NEXT loss and FEXT loss of TFCs shall be measured using the direct fixture or equivalent described in 6.5.1. Use the delay procedure specified in 6.1.2 to correct the phase of the TFC measurement when it is measured with the direct fixture.

The test free connector shall be qualified relative to the phase reference plane at the tip of the free connector where it connects to the fixed connector contacts. The calibration planes should be as close as possible to the interface plane as shown in Figure 15. Refer to 4.9.1 for requirements of the interconnections between each appropriate calibration plane and the TFC. Alternatively, the direct fixture can be calibrated at the tips of the coaxial probes (examples of which are shown in Figure 16) using suitable calibration artefacts.

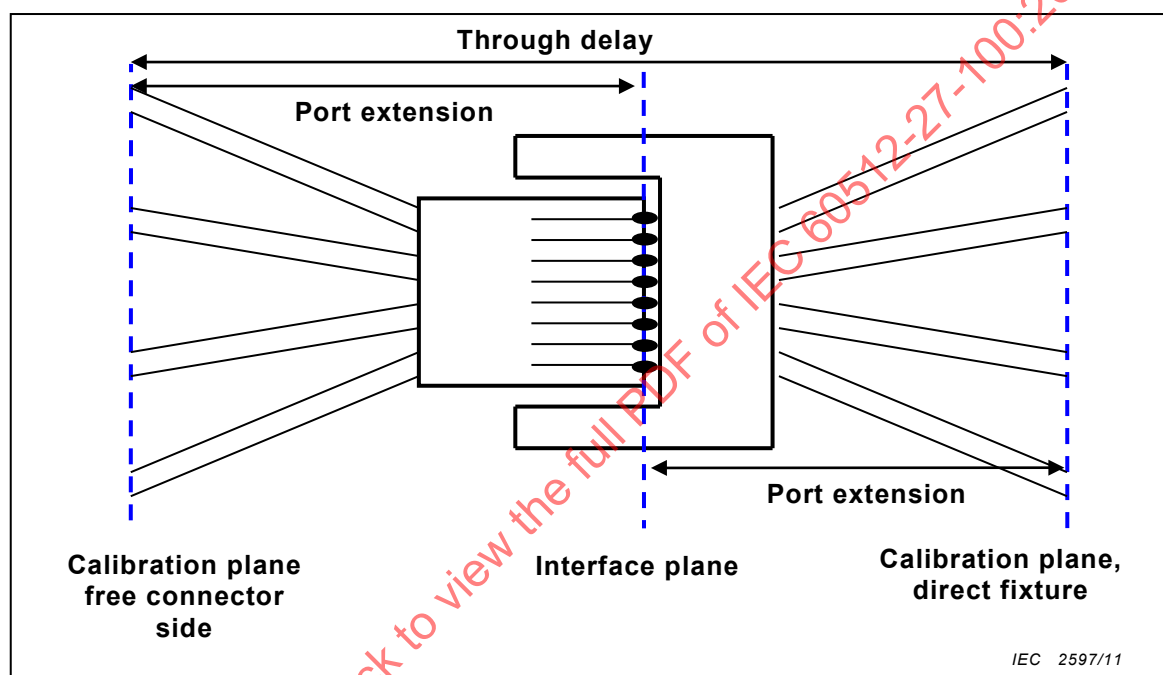


Figure 15 – Calibration and interface planes and port extensions

6.1.2 Delay measurements

6.1.2.1 General

Use these measurement procedures for all test free connector measurements, and for fixed connector and direct fixture measurements to be used in de-embedding calculations.

The port extension values calculated according to equation (8) are applied to each port (for each pair) to align measurement reference planes to the interface plane where contact is made with the fixed connector.

For all measurements subsequently used in vector or matrix calculations and/or where phase requirements are specified, the appropriate port extensions shall be applied after calibration to adjust the measurement to the interface plane. This may be done by applying the port extensions directly to the network analyzer or by adjusting the phase after measurement using equation (8).

$$\begin{aligned}
 \text{phase}_{(\text{testplugphase_ref_plane})} (\text{deg}) &= \text{phase}_{(\text{calibration_plane})} (\text{deg}) \dots \\
 &\dots + 360 \cdot \text{frequency (Hz)} \cdot \text{delay (sec)}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

The settings of the network analyzer shall be sufficient to achieve a maximum of +/-5 ps of random variation. Recommended settings are as follows:

- a) Measurement function is *S11* delay.
- b) Averaging 4x or higher.
- c) Intermediate frequency bandwidth (IFBW) 300 Hz or less.
- d) Frequency range from 100 MHz to 500 MHz with at least 100 data points.
- e) Output power level in the range of –5 dBm to 0 dBm for phase critical measurements.

6.1.2.2 TFC delay and port extension – shorting fixed connector method

The procedure is as follows:

- a) With the TFC connected to the test baluns, measure the *S11* time delay determined with an open circuit at the interface plane for each pair.
- b) Place a short on the TFC. This short shall connect the contacts of the pair under test at the interface plane and be no further than 3 mm from the point of contact with the fixed connector. Measure the *S11* delay for each pair shorted in this manner.
- c) The delay value for each pair is calculated by averaging the open and short delay measurements over the frequency range of 100 MHz to 500 MHz using linear spacing and a minimum of 100 frequency points. These measurements represent round-trip time delays. The one-way delay is ½ of the round trip *S11* delay.

6.1.2.2.1 Calculation of port extension

The one-way measured delays (open and short) shall be used to calculate the port extension for each pair as determined by equation (9). It is recognized that there is an inherent error in the delay measurements due to the finite length of the short. To correct this error, a correction factor $TD_{shortingjack}$ described in 6.1.1.2 shall be applied to each port extension.

$$PortExtension = average\left(\frac{TD_{open} + TD_{short} - TD_{shortingjack}}{4}\right) \quad (9)$$

6.1.2.2.2 Free connector delay correction

A recommended procedure for establishing a suitable short delay correction factor is as follows:

- a) Select a free connector that can be used for this procedure and is then discarded. Three or more free connectors are recommended.
- b) Mount the free connector rigidly onto a pyramid or other suitable impedance management fixture.
- c) Measure the *S11* round trip delay of the free connector mated to the shorting fixed connector on all pairs and record these values as $Delay_{round\ trip\ free\ connector}$.
- d) Without removing the free connector from the pyramid, trim the plastic ribs separating the contacts, and solder a wire across all 8 contacts where they make contact with a mating fixed connector.
- e) Measure the *S11* round trip delay of the free connector on each pair and record these values as $Delay_{round\ trip\ free\ connector}$.
- f) Subtract 5 ps for pairs 1,2; 4,5; and 7,8 and 14 ps for pair 3,6 from $Delay_{round\ trip\ free\ connector}$ to account for the delay of the short spanning the free connector contacts. Record these values as $Delay_{adjusted\ round\ trip\ free\ connector}$.
- g) Determine the difference in round trip delay for each pair of the shorting fixed connector as follows:

$$TD_{shortingjack} = Delay_{roundtripplugg} - Delay_{adjustedroundtripplugg} \quad (10)$$

NOTE 1 The delay measurements are dependent on the proximity to ground planes. The positioning of the interconnections (e.g. wire pairs) should remain fixed during all measurements.

NOTE 2 The measurement accuracy of this method is approximately 20 ps in a round trip measurement, corresponding to a one-way distance of approximately 2 mm.

6.1.2.3 Direct fixture delay measurements

The procedure for measuring the delay of the direct fixture is as follows:

- Insert a short artefact into the direct fixture and measure the S11 delay for each pair of the direct fixture.
- Subtract 14 ps for pair 3,6 and 5 ps for the other three pairs (1,2 and 4,5 and 7,8) from the measured short delay to account for the delay of the short spanning the coaxial probes.
- Remove the short artefact, insert an open artefact into the direct fixture and measure the S11 delay for each pair of the direct fixture.
- The delay value for each pair is calculated by averaging the open and short delay measurements over the frequency range of 100 MHz to 500 MHz using linear spacing and a minimum of 100 frequency points. These delay measurements represent round-trip delays. The one-way delay is half of the round trip S11 delay.

Ensure that the extended length of the coaxial probes during the measurement using the open and short artefacts is consistent with the extended length when mated to a test free connector.

Short and open artefacts shall be compatible with the dimensional requirements of the direct fixture as shown in Figures 27, 28, and 29. The mating surface of these artefacts to the coaxial probes of the direct fixture shall be the same as the terminated free connector contact height specified in IEC 60603-7 series (i.e. 5,89 mm to 6,17 mm). Examples of these are shown in Figure 16. Artefacts can also be created from free connectors as long as they meet these requirements.

NOTE For calculating port extension, only the open and the short artefacts are necessary. The remaining artefacts can be used for other calibrations.

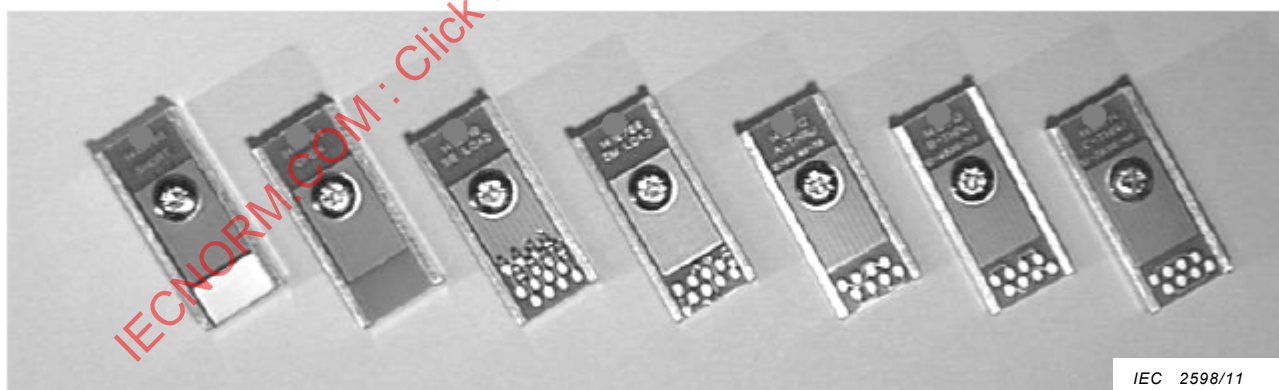


Figure 16 – Examples of direct fixture short, open, load, and through artefacts

NOTE The direct fixture artefacts shown in Figure 16 may be obtained from: ADC Telecommunications, Inc., Eden Prairie, MN 55344 (ADC catalogue number 6529 1200-00; contact ADC directly or through directfixture.artefacts@adc.com).¹

¹ These artefacts are an example of a suitable product available commercially. This information is given for the convenience of users of this document and does not constitute an endorsement by the IEC of these products.

6.1.2.4 Through delay method for a TFC

The delay of the TFC may also be determined by measuring the direct fixture delay per 6.1.2.3, connecting the TFC to the direct fixture, and then measuring the through delay of the assembly (TFC plus direct fixture). Subtract the fixture delay from the through delay of the assembly to get the TFC delay.

6.1.2.5 Fixed connector delay measurements

Many designs of fixed connectors have leads which extend beyond the interface plane. Therefore an open measurement will not produce a valid estimate of the delay from the calibration plane to the interface. Therefore, fixed connector delay shall be measured by first measuring the delay of a free connector per 6.1.2, then mating the free connector to the fixed connector and measuring the through delay of the mated pair, and finally subtracting the free connector delay.

6.2 TFC near-end crosstalk (NEXT)

6.2.1 General

To measure connecting hardware NEXT loss, TFCs need only be qualified in the near-end test direction, with the cable end of the free connector designated as the near-end. TFCs thus qualified are used to characterize mated connecting hardware performance from both the near-end and far-end measurement orientations. For the purposes of connecting hardware NEXT loss qualification in the reverse direction, the TFC NEXT loss needs to also be measured in the reverse direction.

6.2.2 Procedure for mating a TFC to the direct fixture

- a) Place the TFC into the free connector clamp as shown in Figure 17.



IEC 2599/11

Figure 17 – Modular free connector placed into the free connector clamp

- b) Holding the free connector in place, slide the free connector clamp onto the clamp block guide pins as shown in Figures 18 and 19.

NOTE The spring loaded pin in the clamp block pushes against the free connector and holds it in position against the free connector clamp.



IEC 2600/11

Figure 18 – Guiding the free connector into position

- c) Guide the test free connector into position against the coaxial contact pins making certain that the free connector does not rock in the free connector clamp and that it slides vertically onto the coaxial contact pins. Avoid any side loading on the pins as they may distort if pushed sideways.



IEC 2601/11

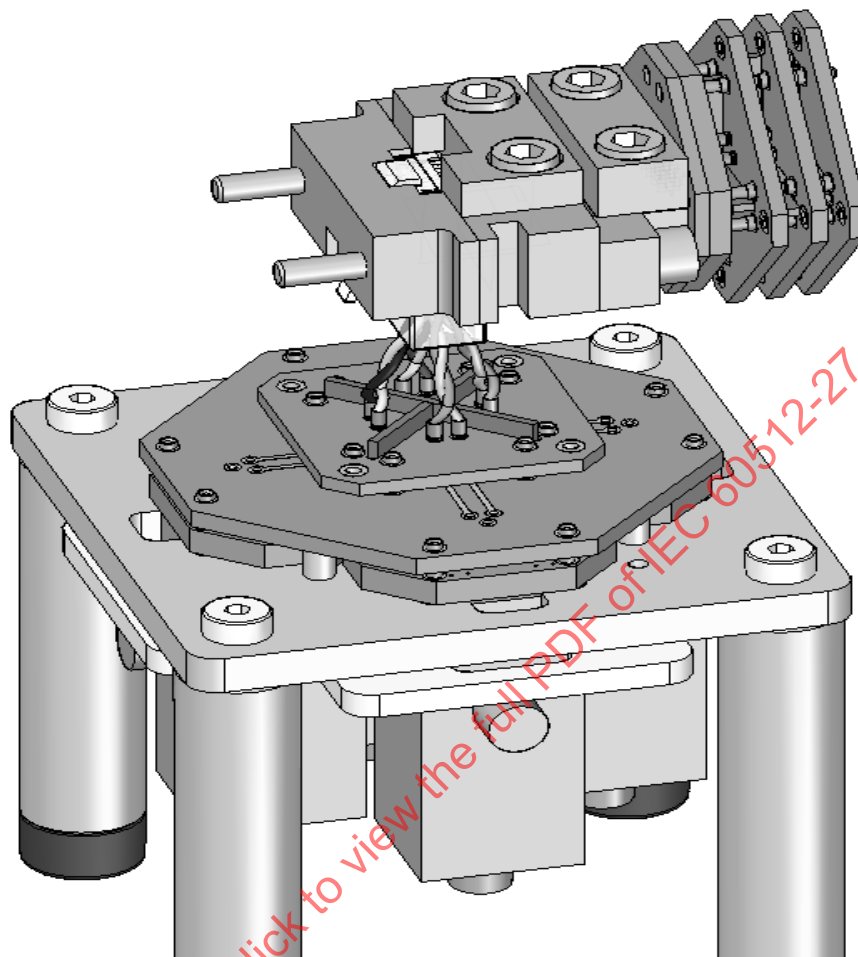
Figure 19 – TFC direct fixture

- d) Secure the free connector clamp and the clamp block together using suitable spring clips as shown in Figure 19.

6.2.3 TFC NEXT loss measurement

Measure the TFC NEXT loss vectors for all pair combinations in both directions. Figure 20 shows suitable apparatus. Use a direct fixture qualified per 6.5.1. Correct the phase of all NEXT loss measurements to the interface between the free connector contacts and the fixture. Use the procedures in 6.1.2. The corrected vector measurement results for NEXT loss

of the TFC will be used to calculate the mated NEXT loss for compliance with connecting hardware requirements for high limit and low limit TFCs.



IEC 2602/11

Figure 20 – illustration of TFC NEXT measurement in the forward direction

6.2.4 TFC NEXT loss requirements

The corrected NEXT loss vectors (magnitude and phase) of the TFC in the forward direction shall be within the free connector NEXT loss ranges of Table 7. TFC NEXT loss requirements apply in the forward direction only. TFC NEXT loss in the reverse direction shall also be measured so that data can be used in the reverse direction connecting hardware NEXT loss qualification procedure as described in Clause 5.

Table 7 – TFC NEXT loss ranges

Pair combination	NEXT loss magnitude range dB ¹⁾	NEXT loss phase range degrees ²⁾
3,6-4,5	$78,1-20\log(f) \leq \text{NEXT loss} \leq 79,5-20\log(f)$	50 – 100 MHz: $(-90 + 0,015 \cdot f) \pm 1$ 100 – 500 MHz: $(-90 + 0,015 \cdot f) \pm f/100$
1,2-3,6	$86,5-20\log(f) \leq \text{NEXT loss} \leq 89,5-20\log(f)$	$(-90 + 0,015 \cdot f) \pm 3 \cdot f/100$
3,6-7,8	$86,5-20\log(f) \leq \text{NEXT loss} \leq 89,5-20\log(f)$	$(-90 + 0,015 \cdot f) \pm 3 \cdot f/100$
1,2-4,5	$\text{NEXT loss} \geq 97-20\log(f)$ ⁴⁾	$90 \pm (30 \cdot f/100)$ ³⁾
4,5-7,8	$\text{NEXT loss} \geq 97-20\log(f)$ ⁴⁾	$90 \pm (30 \cdot f/100)$ ³⁾
1,2-7,8	$\text{NEXT loss} \geq 106-20\log(f)$ ⁴⁾	Any phase

1) Magnitude limits apply over the frequency range from 10 MHz to 500 MHz.
2) Phase limits apply over the frequency range from 50 MHz to 500 MHz.
3) When the measured free connector NEXT loss magnitude is greater than $110-20\log(f)$ or 70 dB, the phase limit does not apply.
4) When the NEXT loss magnitude limit calculation results in a value greater than 70 dB, the limit shall revert to 70 dB.
5) When fixture N447059 DPMF described in Annex A is used, the magnitude high limit for pair combination 36-45 $79,5-20\log(f)$ shall be $79,5-20\log(f) + 0,5(f-300)/200$ for the frequency range from 300 MHz to 500 MHz.

6.3 TFC far-end crosstalk (FEXT)

6.3.1 TFC FEXT loss measurement

Connect the TFC to the direct fixture as described in 6.2.2. Measure the TFC FEXT loss vectors for all pair combinations. Use the direct fixture specified in 6.5.1 or equivalent.

Correct the phase of all FEXT loss measurements to the test free connector phase reference plane. Use the procedures in 6.1.2.

6.3.2 TFC FEXT loss requirements

The corrected FEXT loss vectors (magnitude and phase) of all 12 pair combinations of the TFC shall be within the free connector FEXT loss ranges of Table 8.

Table 8 – TFC FEXT loss ranges

Pair combination	Frequency range MHz	FEXT loss^{3), 4)} magnitude range dB	Phase^{1), 2)} degrees
3,6-4,5	10-500	$86-20\log(f) \leq \text{FEXT loss} \leq 96-20\log(f)$	$-90 \pm (0,3 \cdot f)$
1,2-3,6	10-500	$86-20\log(f) \leq \text{FEXT loss} \leq 96-20\log(f)$	$-90 \pm (0,3 \cdot f)$
3,6-7,8	10-500	$86-20\log(f) \leq \text{FEXT loss} \leq 96-20\log(f)$	$-90 \pm (0,3 \cdot f)$
1,2-4,5	10-500	$\geq 95-20\log(f)$	any phase
4,5-7,8	10-500	$\geq 95-20\log(f)$	any phase
1,2-7,8	10-500	$\geq 95-20\log(f)$	any phase
1) When the measured free connector FEXT loss is greater than 70 dB, the phase requirement does not apply. 2) Phase limits apply over the frequency range from 100 MHz to 500 MHz. 3) When upper limit FEXT loss calculations result in values greater than 70 dB, there shall be no upper limit for FEXT loss. 4) When lower limit FEXT loss calculations result in values greater than 70 dB, the lower limit FEXT shall revert to a limit of 70 dB.			

6.4 TFC return loss

6.4.1 General

This subclause describes procedures for TFC return loss testing. At least one TFC shall be qualified for connecting hardware return loss testing. TFC return loss shall be qualified in at least one direction, in the reverse direction per 6.4.2 or in the forward direction per 6.4.3.

The interconnections used to construct the TFC shall be qualified using the procedure in 4.9.1. The TFC may be terminated with the direct fixture provided that qualified reference load terminations are used. The far-end of the direct fixture should be terminated with the calibration reference load resistor terminations. The impedance effects of the direct fixture shall be removed using the de-embedding procedure.

6.4.2 TFC return loss reverse direction qualification procedure

TFC return loss may be verified by testing in the reverse direction, with load resistors applied to the interconnections of the TFC and the TFC attached to the test ports through a direct fixture that has been calibrated to the TFC phase reference plane. The TFC phase reference plane is shown in Figure 15. Use precision 0,1 % 0603, or similar, chip resistors as described in 4.7 for DM terminations. Application of the resistors at the far-end of the TFC shall be done in such a way as to minimize the disturbance of the interconnections. An interconnection length of 12 mm is suggested.

6.4.3 Test plug return loss forward direction qualification procedure

6.4.3.1 General

The forward direction test plug return loss test procedure is applicable for determination of test plug return loss properties when measured in the forward direction and where a reference socket is used for termination. This method relies on the consistency of the selected socket. This procedure uses three sockets; one terminated as short, one terminated as open, and one as load. The properties of the reference socket are mathematically removed using a matrix de-embedding process.

This method assumes that it is difficult or inconvenient to terminate a modular plug with chip resistors directly across its contacts where connection is made. However, for the following de-embedding method to work, a plug shall be terminated in this way (return loss reference plug), here done by soldering chip resistors to the plug contacts.

An alternative procedure that facilitates connection of chip resistors directly to the contacts of a test plug without soldering, or other destructive technique, may be used and the de-embedding calculations avoided. If this procedure is used, correct the phase of all return loss measurements to the test plug phase reference plane as, shown in Figure 15, using the procedures specified in 6.1.2.

6.4.3.2 Procedure overview

Measurement of the return loss vectors (magnitude and phase) of a return loss test plug involves the following steps:

- a) Measure the mated return loss (S_{11}) of the return loss reference plug mated with each of the open, short, and load, the return loss reference sockets.
- b) Measure the return loss (S_{11}) of the return loss reference plug.
 - 1) Leave each wire pair of the return loss reference plug un-terminated.
 - 2) Terminate each wire pair at the tips of the contacts with a short.
 - 3) Terminate each pair of at the tips of the contacts with an RF $100 \Omega \pm 0,1 \%$ chip resistor.
- c) Calculate the S-parameters of the return loss reference socket from the measurements of steps 1 and 2 using the return loss reference plug S-parameters (step 2) and the mated S-parameters (step a).
- d) As an alternative to steps a) to c), the reference socket matrix provided in Table 9, (which has been measured using steps a) to c) above), may be used for the return loss reference socket matrix if the reference socket described in 6.4.3.3 is used.
- e) Measure the return loss (S_{11}) of a test plug mated with each of the open, short, and load reference sockets.
- f) Calculate the S-parameters of this test plug using the results from step c) or d) and step e) using the matrix method of 6.4.3.5.

6.4.3.3 Selection of a return loss de-embedding reference socket

This procedure can be applied to any terminating fixture (socket or the direct fixture). The use of a reference socket is described in this subclause. The ideal terminating fixture should have transparent return loss performance. The reference socket should have minimal lead length from the interface plane to the point where precision termination loads are connected. In addition, a PCB mount type return loss reference socket takes advantage of the consistency of surface mount resistors and dimensionally controlled interconnects (traces) to the loads.

NOTE 1 An example of a reference socket that satisfies these parameters is Fluke Networks P/N DTX-PLCAL. Figure 21 shows a rear view of a reference socket assembly with OPEN, SHORT and LOAD terminations on each reference socket and a front view of the socket opening.

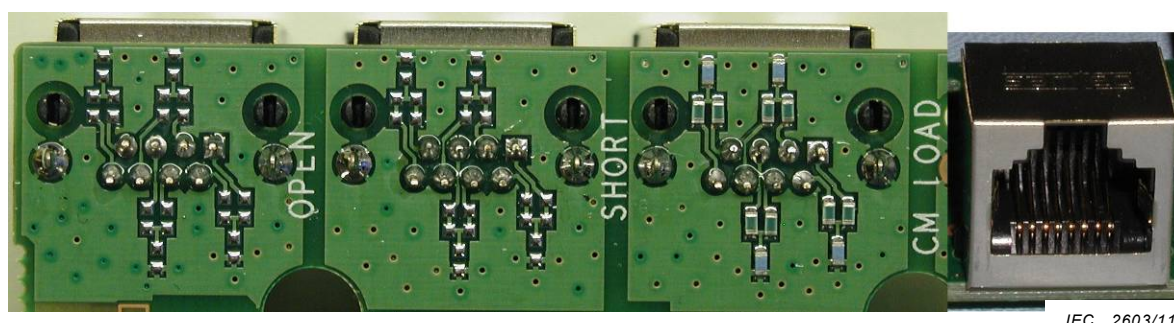


Figure 21 – Example of suitable return loss de-embedding reference socket

NOTE 2 Table 9 defines the nominal S-parameter values of the Fluke Networks P/N DTX-PLCAL socket assembly as shown in Figure 21. The polynomials are defined for a frequency span of 1 MHz to 500 MHz.

The S-parameters are computed using equation (11).

$$S_{xx} = k + a \cdot f + b \cdot f^2 \quad (11)$$

Where f is the frequency in MHz.

Table 9 – De-embedding return loss reference fixed connector assembly standard vectors

	Poly Coef	12 real	12 imag	36 real	36 imag	45 real	45 imag	78 real	78 imag
S11	k	0	0	0	0	0	0	0	0
and	a	0	-1,778E-5	1,21E-5	1,61E-4	0	-1,778E-5	0	-1,778E-5
S22	b	0	0	6,64E-8	-8,18E-8	0	0	0	0

	Poly Coef	12 real	12 imag	36 real	36 imag	45 real	45 imag	78 real	78 imag
S12	k	1	0	1	0	1	0	1	0
and	a	-1,61E-05	-6,44E-04	-2,51E-05	-6,63E-04	-1,95E-05	-6,21E-04	-1,92E-05	-6,30E-04
S21	b	-2,11E-07	0	-2,31E-07	0	-1,82E-07	0	-1,97E-07	0

NOTE For purposes of the development of the standard fixed connector vector, S22 is assumed equal to S11.

6.4.3.4 Return loss de-embedding reference fixed connector S-parameters

The S-parameters of a return loss reference fixed connector are determined by first mating the return loss reference fixed connector with a return loss reference free connector, (see Figure 22). The S-parameters of this return loss reference free connector will be determined destructively after the mated return loss measurements have been obtained.

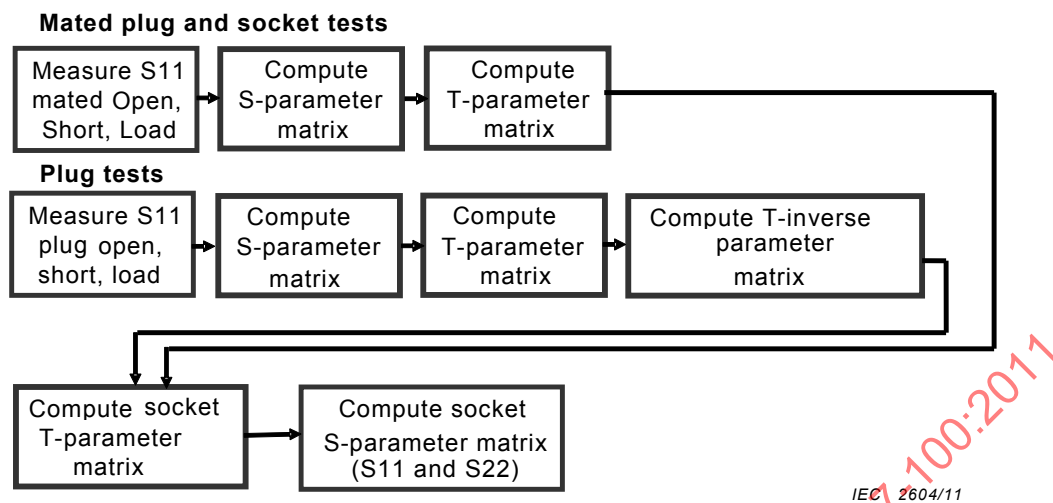


Figure 22 – Flow chart for determination of reference fixed connector S-parameters

A mated free connector and fixed connector can be mathematically represented by two cascaded networks, P (free connector) and J (fixed connector) with the output of J terminated with a known impedance R as shown in Figure 23. Measurements can be performed on the network and the input parameter S_{11} can be recorded with various loads. A method to determine network parameters is to vary the load from the 100 Ω nominal impedance to open and short conditions.

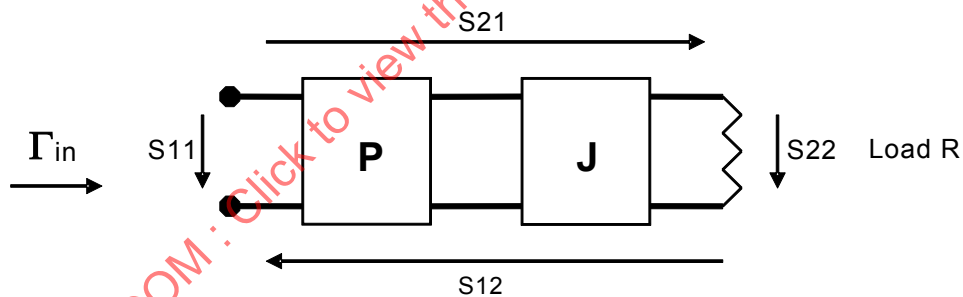


Figure 23 – Representation of a mated connection by two cascaded networks

From the three load conditions, the composite scattering parameters can be derived as shown in equations (12), (13), (14), and (15). This derivation assumes that forward and reverse transmission parameters S_{12} and S_{21} are reciprocal.

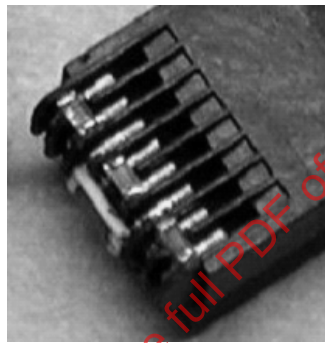
$$S_{11_{PJ}} = \Gamma_{load} \quad (12)$$

$$S_{12_{PJ}} = \sqrt{\frac{2(\Gamma_{load} - \Gamma_{short})(\Gamma_{open} - \Gamma_{load})}{(\Gamma_{open} - \Gamma_{short})}} \quad (13)$$

$$S21_{PJ} = \sqrt{\frac{2(\Gamma_{load} - \Gamma_{short})(\Gamma_{open} - \Gamma_{load})}{(\Gamma_{open} - \Gamma_{short})}} \quad (14)$$

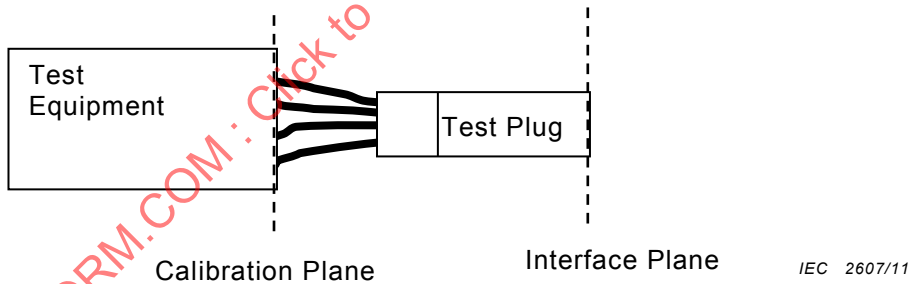
$$S22_{PJ} = \frac{(\Gamma_{open} + \Gamma_{short}) - 2\Gamma_{load}}{(\Gamma_{open} - \Gamma_{short})} \quad (15)$$

After the S-parameters of the mated plug and socket have been measured and calculated, the return loss reference plug S-parameters shall be determined. It is necessary to make mated measurements prior to determining the return loss reference plug S-parameters since the return loss reference plug measurement is destructive. The return loss of the reference plug is measured with open, short and load (100 Ω) impedances connected at the interface plane as shown in Figures 24 and 25.



IEC 2606/11

Figure 24 – Return loss de-embedding reference plug terminated with LOAD resistors



IEC 2607/11

Figure 25 – Return loss test plug calibration and interface planes

Similar to equations (12), (13), (14), and (15), a set of S-parameters for the return loss reference plug can be determined. From the open, short and load measurements, the S-parameters of the return loss reference plug and of the mated plug and socket are given by equations (16) and (17).

$$S_P = \begin{bmatrix} S11_P & S12_P \\ S21_P & S22_P \end{bmatrix} \quad (16)$$

$$S_{PJ} = \begin{bmatrix} S11_{PJ} & S12_{PJ} \\ S21_{PJ} & S22_{PJ} \end{bmatrix} \quad (17)$$

In order to extract the S-parameters of the return loss reference socket, the S-parameters shall be converted to Transfer Scattering Parameters (T-Parameters). The T-parameters of cascaded networks are the product of the individual T-parameters of each individual network as shown in equation (18).

$$T_{PJ} = T_P \cdot T_J \quad (18)$$

The T-parameters of the return loss reference socket are given by equation (19).

$$T_J = T_P^{-1} \cdot T_{PJ} \quad (19)$$

In order to determine the reference socket S-parameters, both the plug and mated plug and socket S-parameters are converted to T-parameters as in equation (20) and the inverse T-parameters as in equation (21).

$$T_{22} = \frac{1}{S_{21}} \quad T_{21} = \frac{-S_{22}}{S_{21}} \quad T_{12} = \frac{S_{11}}{S_{21}} \quad T_{11} = \frac{-\Delta S}{S_{21}} \quad (20)$$

where: $\Delta S = (S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21})$

$$Ti11 = \frac{T_{22}}{\Delta T} \quad Ti12 = \frac{-T_{12}}{\Delta T} \quad Ti21 = \frac{-T_{21}}{\Delta T} \quad Ti22 = \frac{T_{11}}{\Delta T} \quad (21)$$

where: $\Delta T = (T_{11} \cdot T_{22} - T_{12} \cdot T_{21})$

Using equation (19) the T-parameters of the return loss reference socket are obtained using equation (22).

$$T_J = \begin{bmatrix} (Ti11_p T_{11_{PJ}} + Ti12_p T_{21_{PJ}}) & (Ti11_p T_{12_{PJ}} + Ti12_p T_{22_{PJ}}) \\ (Ti21_p T_{11_{PJ}} + Ti22_p T_{21_{PJ}}) & (Ti21_p T_{12_{PJ}} + Ti22_p T_{22_{PJ}}) \end{bmatrix} \quad (22)$$

where:

$TiXX_p$ are the plug inverse T-parameters.

TXX_{pj} are the mated plug and socket T-parameters.

If required, the socket T-parameters can be converted back into S-parameters using equations (23).

$$S_{21_J} = \frac{1}{T_{22_J}} \quad S_{12_J} = \frac{\Delta T_J}{T_{22_J}} \quad S_{11_J} = \frac{T_{12_J}}{T_{22_J}} \quad S_{22_J} = \frac{-T_{21_J}}{T_{22_J}} \quad (23)$$

where

$$\Delta T_J = (T_{11_J} \cdot T_{22_J} - T_{12_J} \cdot T_{21_J}) \quad (24)$$

6.4.3.5 Determining the return loss of a test plug

Once the T-parameters of the reference socket have been calculated, equations (25) and (26) can be used to obtain the S-parameters (S_{11}) of a test plug.

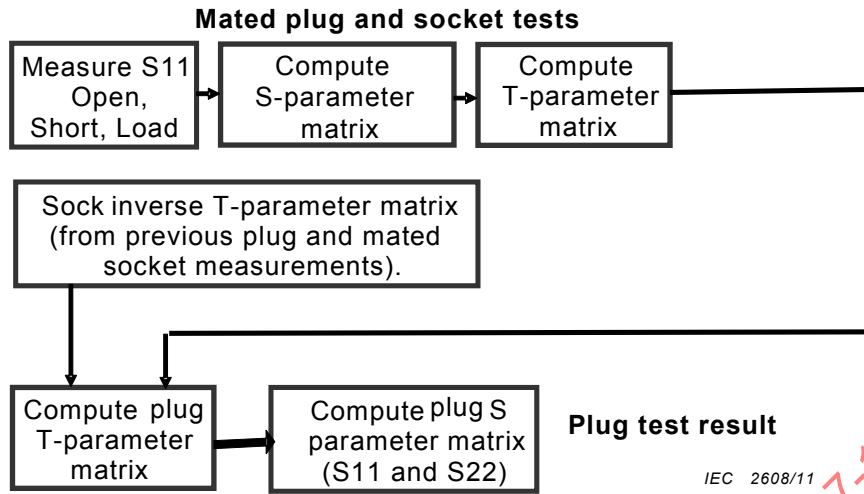


Figure 26 – Flow chart of determination of return loss test plug properties

In order to determine the return loss of a test plug, the mated test plug and reference socket S-parameters are measured and converted to T-parameters as in equation (20) to yield T_{PJ} then solve for the test plug T-parameters using equations (25) and (26).

$$T_P = T_{PJ} \cdot T_J \quad (25)$$

$$T_P = \begin{bmatrix} (T11_{PJ} Ti11_J + T12_{PJ} Ti21_J) & (T11_{PJ} Ti12_J + T12_{PJ} Ti22_J) \\ (T21_{PJ} Ti11_J + T22_{PJ} Ti21_J) & (T21_{PJ} Ti12_J + T22_{PJ} Ti22_J) \end{bmatrix} \quad (26)$$

where

$TiXX_j$ are the socket inverse T-parameters.

TXX_{pj} are the mated plug and socket T-parameters.

The plug reflection coefficient can be computed per equation (27).

$$\Gamma_{plug} = S11_p = \frac{T12_p}{T22_p} \quad (27)$$

6.4.4 TFC return loss requirements

The return loss magnitude and phase of the TFC shall meet the values in Table 10.

Table 10 – Return loss requirements for TFCs

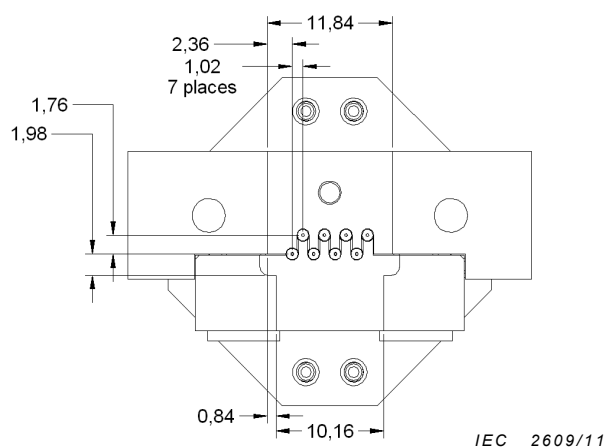
Pair	Frequency range MHz	Return loss ^{2,3} magnitude dB	Return loss phase degrees
1, 2	10-500	$\geq 73,5-20\log(f)$	negative ¹⁾ phase
3, 6	10-500	$\geq 73,5-20\log(f)$	positive ¹⁾ phase
4, 5	10-500	$\geq 73,5-20\log(f)$	negative ¹⁾ phase
7, 8	10-500	$\geq 73,5-20\log(f)$	negative ¹⁾ phase
¹ The phase requirement does not apply when the measured magnitude is greater than $75-20\log(f)$.			
² Calculations that result in return loss requirements greater than 40 dB shall revert to a requirement of 40 dB minimum.			
³ For TFCs specified up to 100 MHz the return loss magnitude shall be $\geq 70-\log(f)$.			

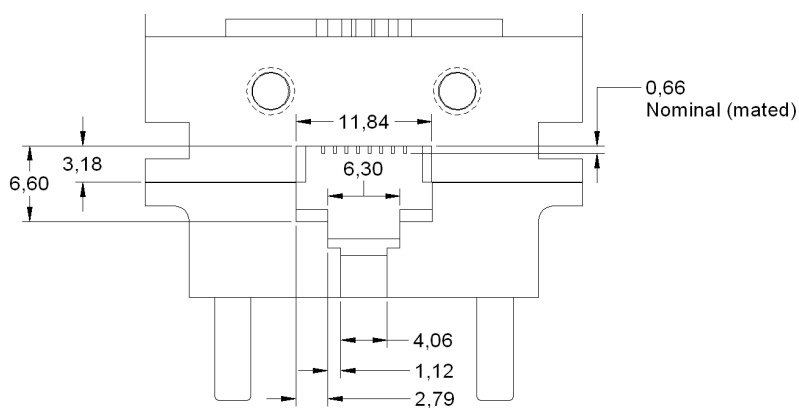
It is not the intention of this standard to specify that complete patch cords shall have free connectors on their ends which, if cut off and tested per this clause, would qualify. Requirements for complete patch cords are outside the scope of this standard.

6.5 Test fixtures for TFC testing

6.5.1 Requirements for TFC direct fixtures

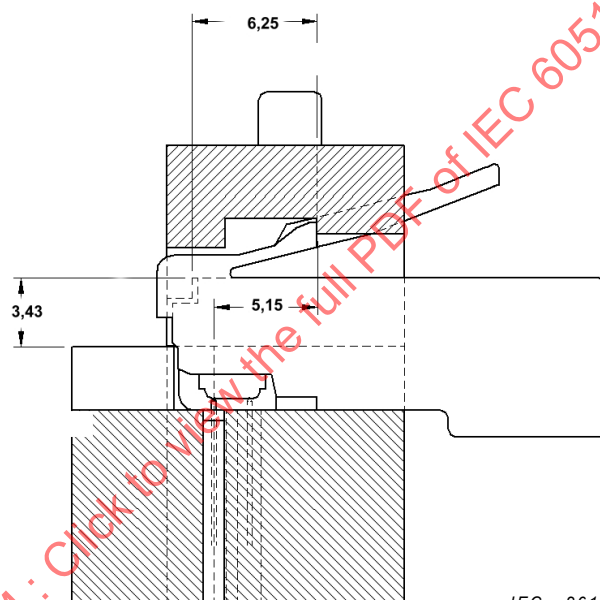
A direct fixture is used during TFC NEXT and FEXT measurements and may also be used for TFC return loss measurements. See Annex A for an example and source of a direct fixture. This fixture shall conform to the dimensional requirements of Figures 25, 26 and 27, and to the transmission requirements of Table 11. The direct fixture is compatible with free connectors having a contact area $\geq 2,60$ mm as defined by dimension H2 of IEC 60603-7, 4.2.2. For the purposes of this standard, a modular TFC consists of an assembly that meets the dimensional requirements of IEC 60603-7, with suitable connections from the contacts. Modular TFCs for fixed connector qualification may be constructed from any solid or stranded cable modular free connector assembly. Test fixtures described in Annex A are designed to provide suitable interface and termination.

**Figure 27 – Direct fixture mating dimensions A**



IEC 2610/11

Figure 28 – Direct fixture mating dimensions B



IEC 2611/11

Figure 29 – Direct fixture mating dimension C

Dimension tolerances for Figures 25, 26 and 27, are $\pm ,025$ mm.

Table 11 – Direct fixture performance

Direct fixture performance parameter	Value dB
Pair-to-pair residual NEXT loss and FEXT loss	$\geq 114 - 20\log(f)$,75 dB max
Return loss	$\geq 74 - 20\log(f)$,40 dB max

Annex A (informative)

Impedance controlled measurement fixture

A.1 General

The following is a transcription of SP-3-4426-RV3-B1 draft 2.5, (future ANSI/TIA-568-C.2 Annex E.)

An impedance controlled measurement fixture consists of a device designed to provide controlled interconnections to the DUT. The fixture provides an interface that is designed to maintain correct DM and CM impedance of the pairs in the transmission line when they are separated for interfacing between the DUT and the port interfaces of test equipment. The port interfaces of test equipment, which are typically 50 Ω , coaxial ports are further conditioned by the use of balun transformers presenting a 100 Ω balanced port to the DUT. The interface, in addition to providing impedance control of the balanced leads of the DUT, also provides shielding for the pairs to reduce unwanted pair-to-pair couplings. The interface is electrically connected to the balun and instrument ground reference through pin and socket connectors.

An example fixture, as shown in Figure A.1, provides pin and socket connections to the DUT. Termination adapters which provide DMCM resistor terminations for the inactive ports are provided for making NEXT loss and FEXT loss measurements where the highest accuracy is required.



Figure A.1 – Test head assembly with baluns attached

Calibration standards are provided which use the same materials and positioning. The calibration 1 plane is thereby located at the top (open end) of the sockets of the adapter mounting plate. A mounting plate with socket interfaces connects directly to the test baluns. Two such fixtures will provide 8 test ports for connection to both near and far ends of a four pair DUT.

NOTE 1 The balun interfaces are designed to mate to BH electronics 040-0192 baluns.

NOTE 2 All test fixture components referenced in this annex may be obtained from: SMP Data Communications, Inc, Swannanoa, NC 28778 www.smpdata.com. These test fixtures are provided in kit form including adapter plates, balun mounting plates, baluns and calibration references. Alternative equivalent components may also be used.

NOTE 3 Future developments of test fixtures are expected. Such fixtures may be used in place of or in addition to those specified and recommended in this Standard, if they meet the relevant requirements specified in this Standard.

A.2 Interface

For ease of interfacing to test fixtures, a pin and socket interface with dimensions as shown in Figures A.2 and A.3 is recommended. Gold plated sockets are recommended, compatible with Mill-Max part number 1001-0-15-15-30-27-04-0 shown in Figure A.3.

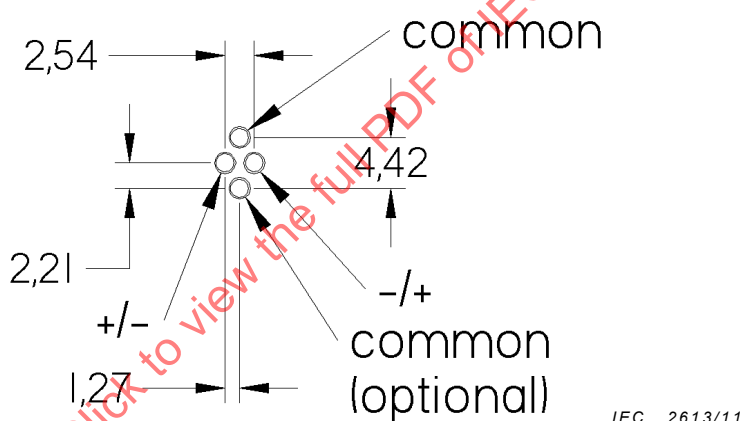


Figure A.2 – Test balun interface pattern

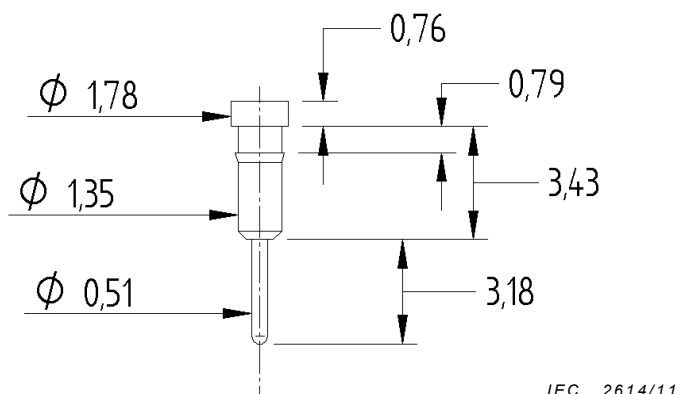


Figure A.3 – Example pin and socket dimension

Example socket 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 μm) gold over nickel

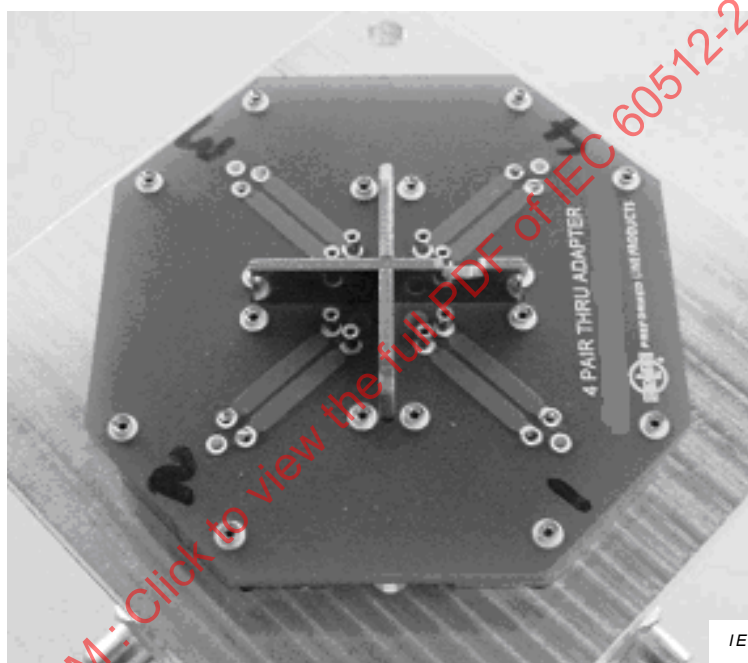
Contact plating: 27=25,4 μm (30 μm) gold over nickel

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

A.3 Additional components for connection to a network analyzer

SMA cables, connectors, 50 Ω SMA terminations, are necessary for interfacing the coaxial ports of the baluns to network analyzer ports. Mounting brackets are recommended for holding the test interface assemblies at convenient positions for attachment to connectors under test.

Foil tape with conductive adhesive (3M 5012C or equivalent) may be used for where additional shielding is needed for various components. This is illustrated in Figure A.4.



IEC 2615/11

Figure A.4 – Test head assembly showing shielding between baluns

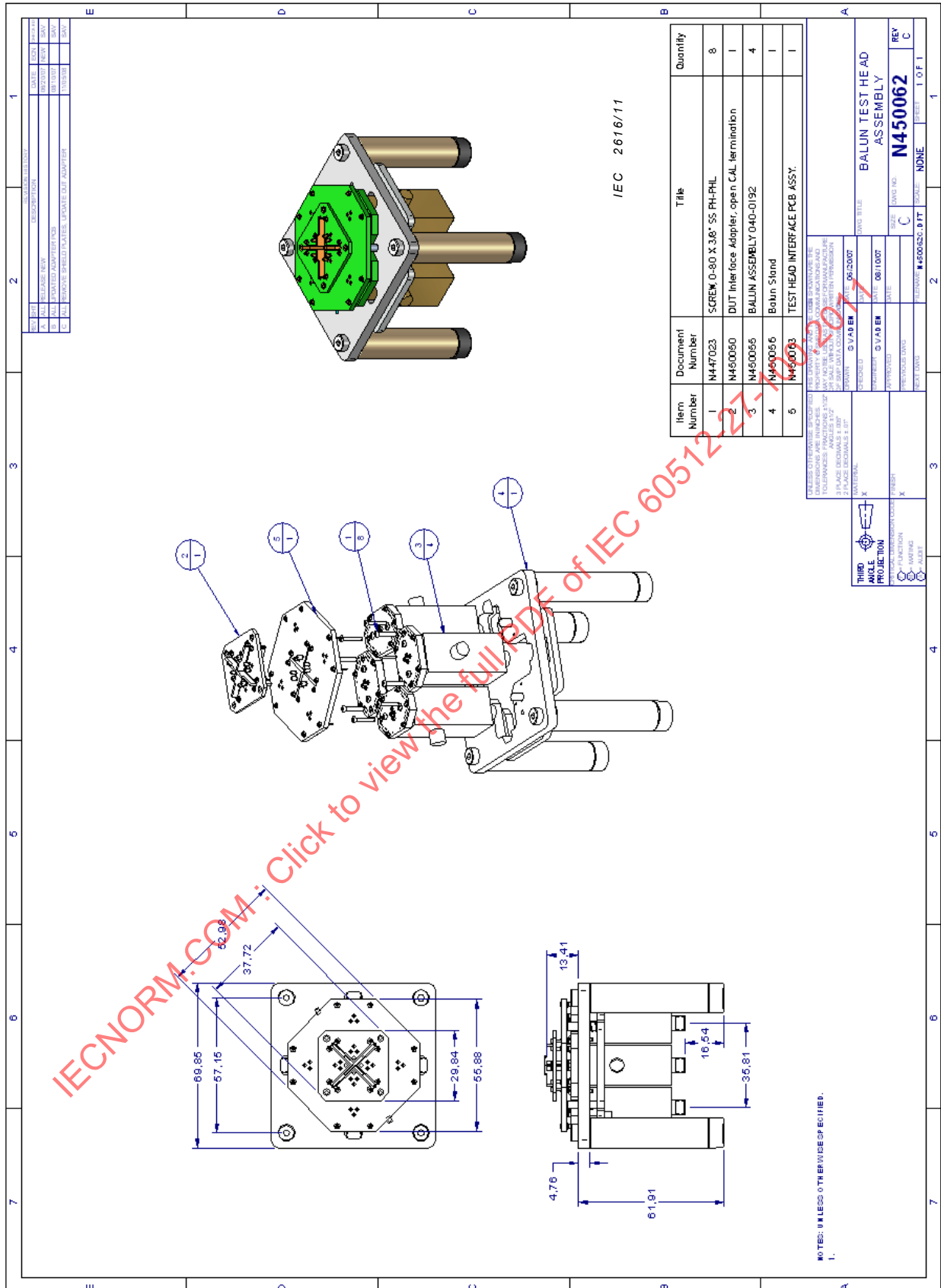


Figure A.5 – Balun test 2 fixture assembly

A.3.1 Direct fixture

A fixture for direct measurement of modular TFC properties has shielded coaxial probes that make contact with the modular free connector contacts as shown in Figures A.6 and A.7. The fixture has levels of crosstalk and return loss compliant with Table 11. Insertion loss, NEXT loss, FEXT loss, and return loss measurements can be made using this fixture.

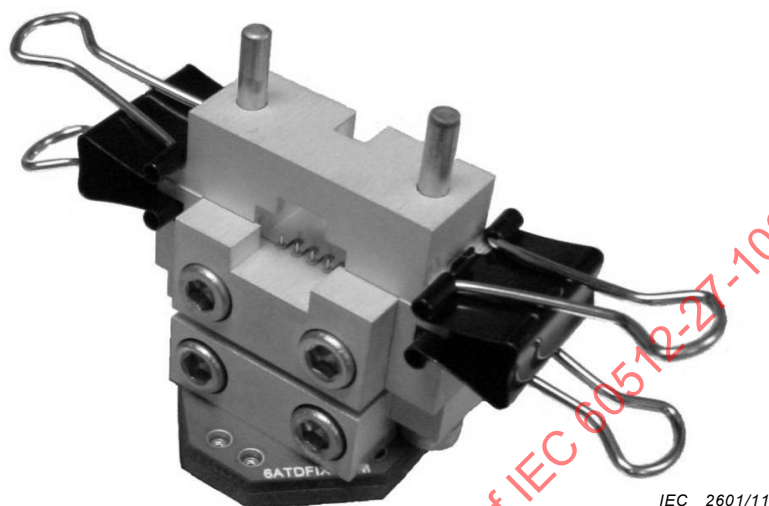


Figure A.6 – Free connector direct fixture, DPMF-2 view 1

NOTE The direct fixture DPMF-2 may be obtained from: SMP Data Communications, Inc, Swannanoa, NC 28778 www.smpdata.com (SMP part number N447059A DPMF-2).

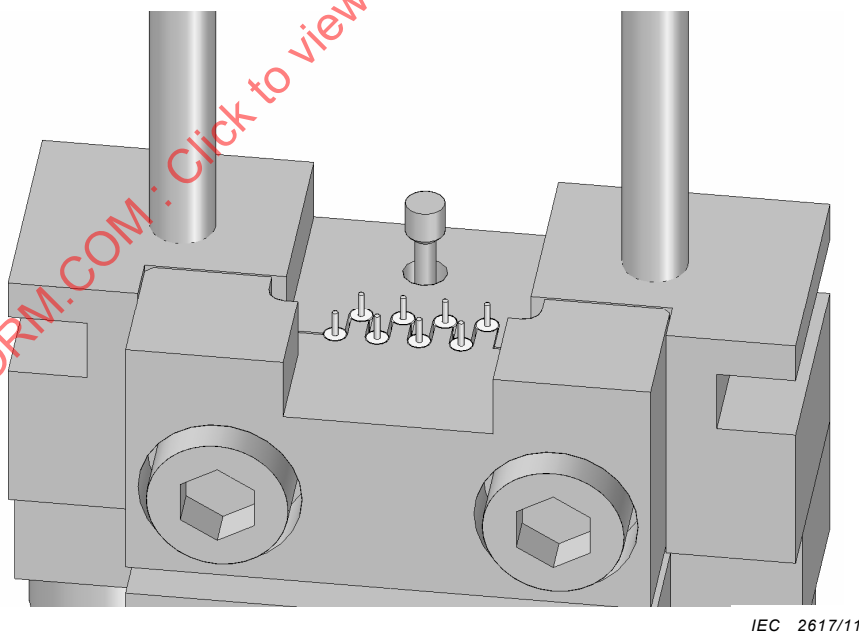


Figure A.7 – Free connector direct fixture, DPMF-2 view 2

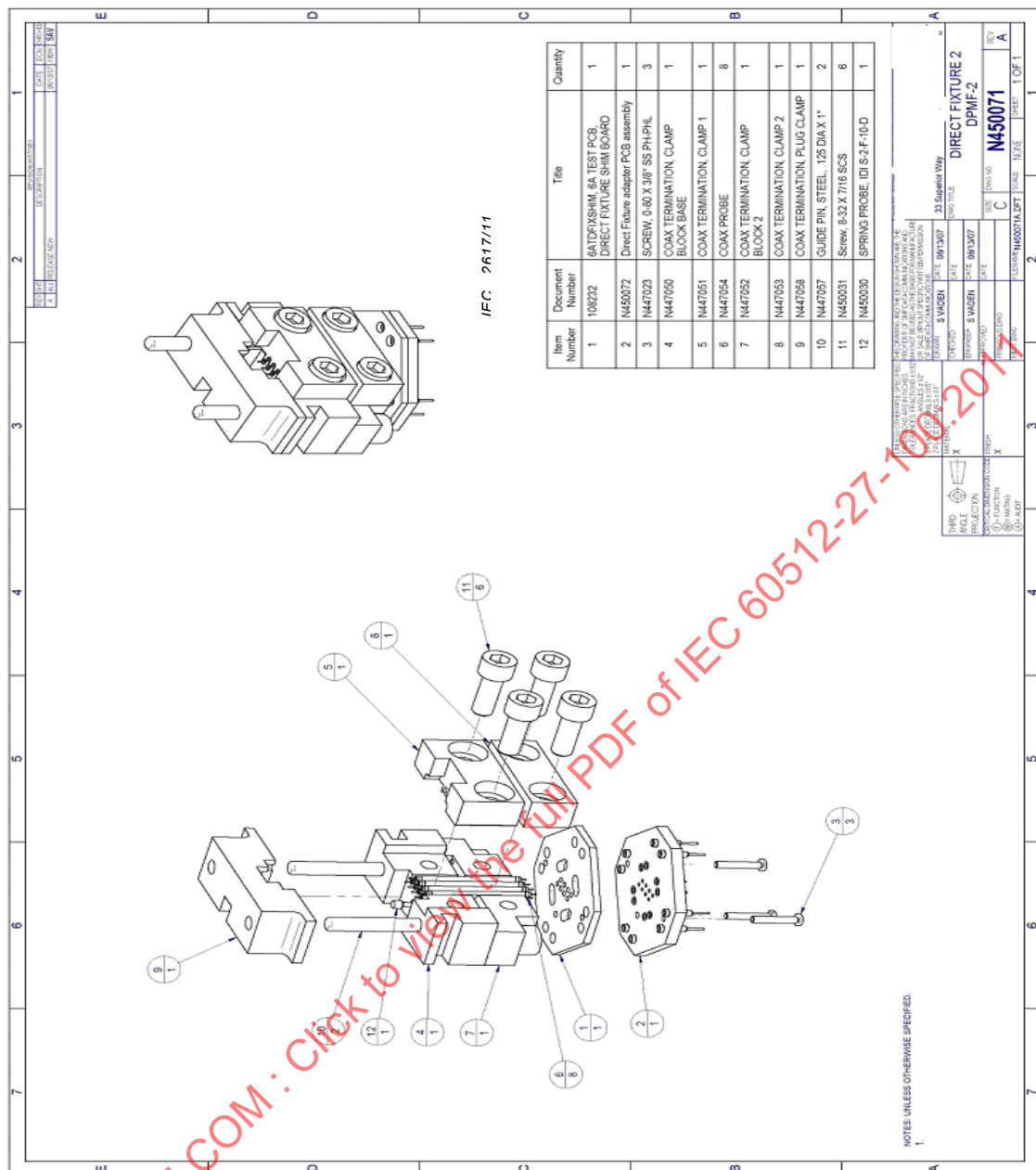


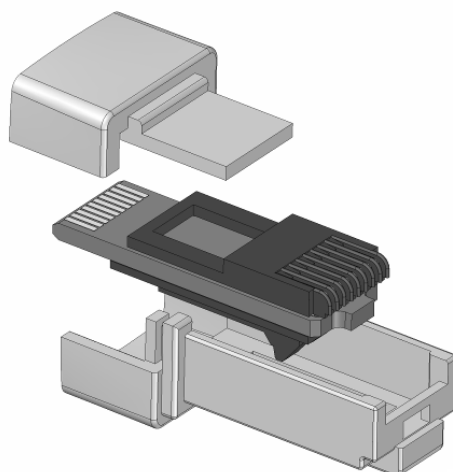
Figure A.8 – Exploded assembly of the direct fixture

A.3.2 PCB based 1 TFC assembly

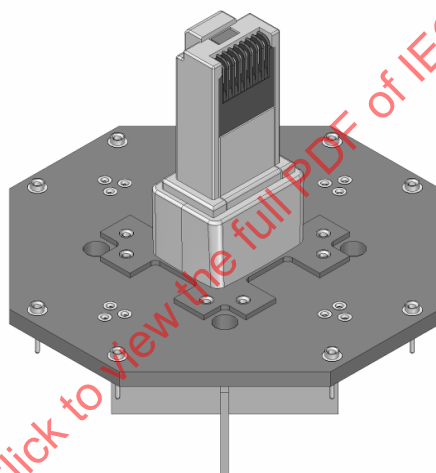
A PCB (printed circuit based) TFC constructed for mating to the test fixture assembly is shown in Figure A.9. The free connector consists of three parts, an insert assembly and two cover pieces. The potential advantage of using the PCB based free connector shown is as follows:

- Its properties have been designed to comply with electrical properties of the TFC.
- The construction is repeatable and consistent.
- It is mounted to the test fixture without the use of twisted wire test leads, yielding a more consistent measurement result.

The free connector is mounted using an adapter plate as shown in Figure A.10. There are five adapter plates: one with four through connections, one with two opposite DMCM terminations, one with two adjacent DMCM terminations, one with three DMCM terminations, and one with four DMCM terminations.



IEC 2619/11

Figure A.9 – PCB based free connector

IEC 2620/11

Figure A.10 – TP6A PCB based free connector assembly with adapter

NOTE The PCB based free connector TP6A assembly with adapter may be obtained from: SMP Data Communications, Inc, Swannanoa, NC 28778 www.smpdata.com (SMP part number N450060).

A.3.3 Connecting hardware measurement 1 configuration

Figure A.11 shows an example of a connecting hardware measurement configuration.

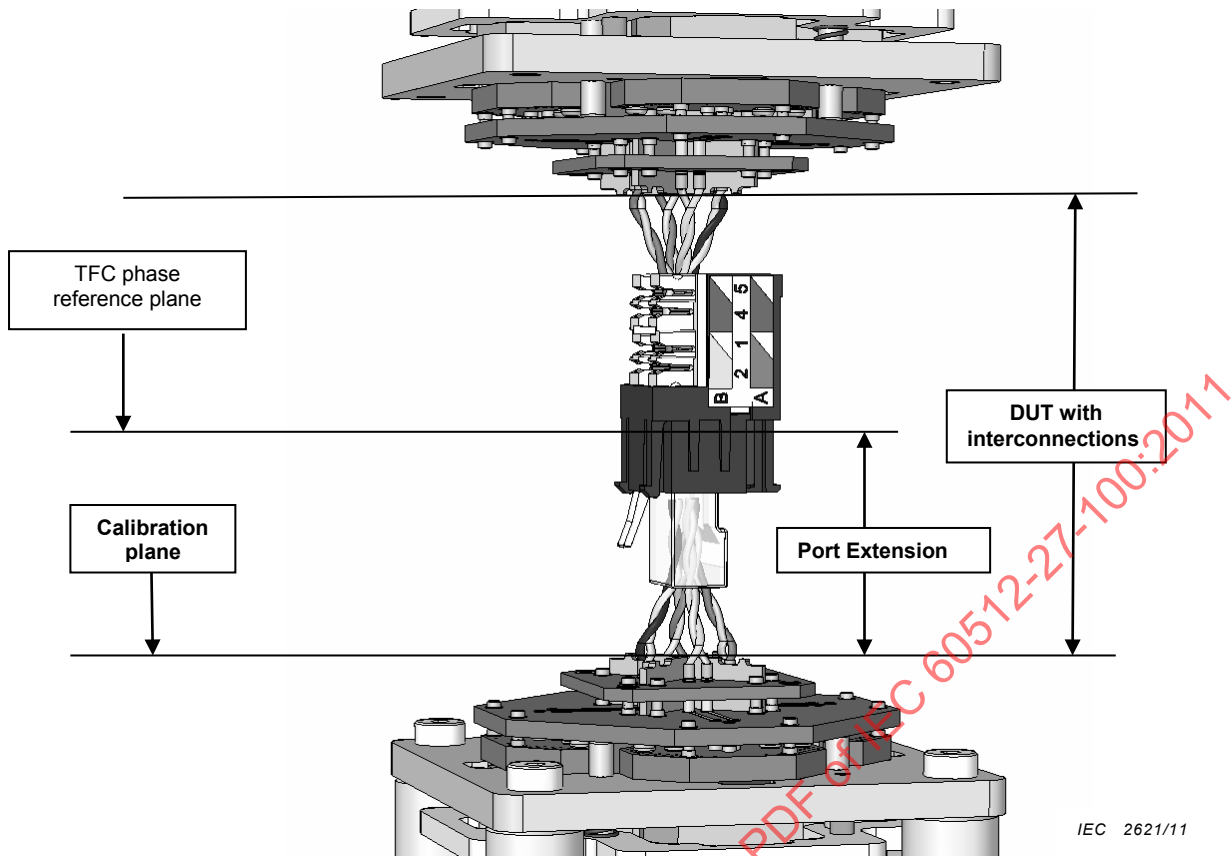


Figure A.11 – An example of a connecting hardware measurement configuration

A.4 Test fixture calibration

A one-port calibration of any of the four ports is accomplished using the open, short, and load calibration standards applied to the test fixture interface. A full two-port calibration of any of 8 ports can be obtained using open, short, and load calibration standards and the back-to-back through standard.

A four-port test fixture interface is shown in Figure A.12. Two of these are required to do a full 2-port calibration of 8 ports. The “through” measurements of the back-to-back through for any 1N-1F (port-1-near to port-1-far) port arrangement may be applied to the calibration of adjacent 1N-2N, 1N-3N, etc. (port-1-near to port-2-near, etc.) ports.

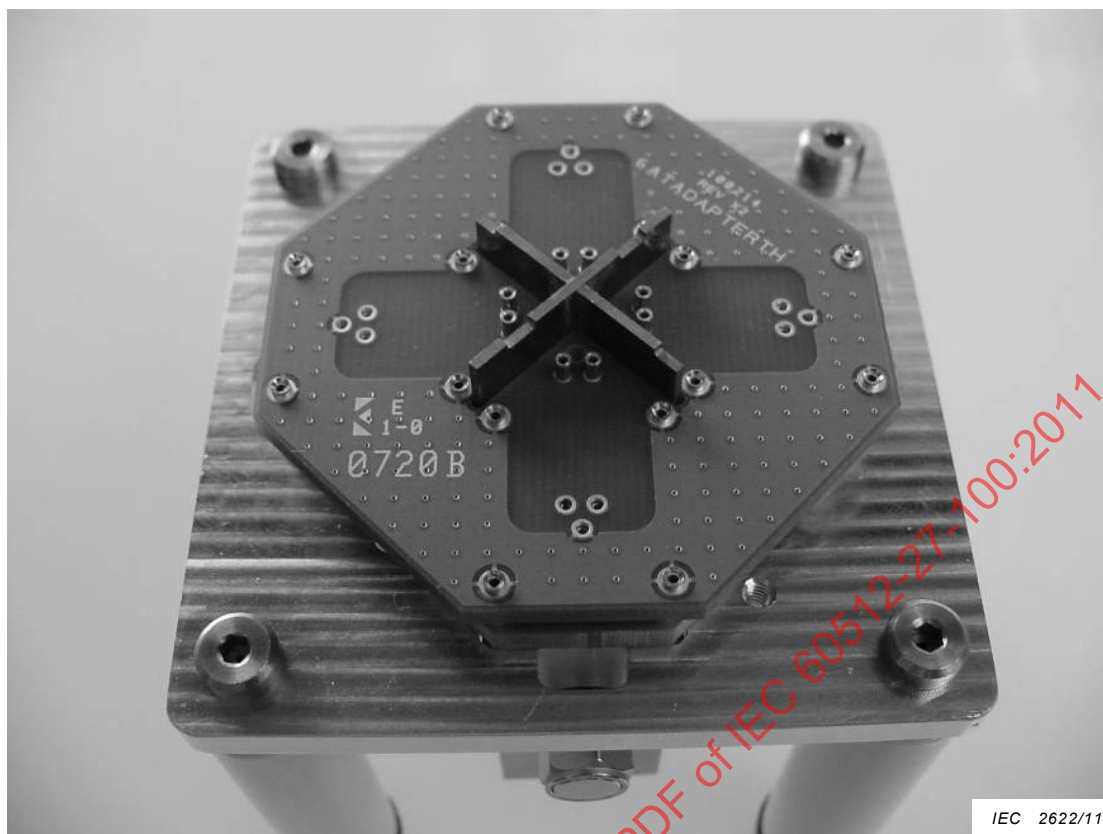


Figure A.12 – Test fixture interface

The open and short calibration standards are applied directly to the test fixture shown in Figure A.1 interface with no intermediary adapters as shown in Figures A.13 and A.14 respectively. When an adapter is attached to the interface during testing, the calibration plane will be located at the ends of the sockets of the adapter.

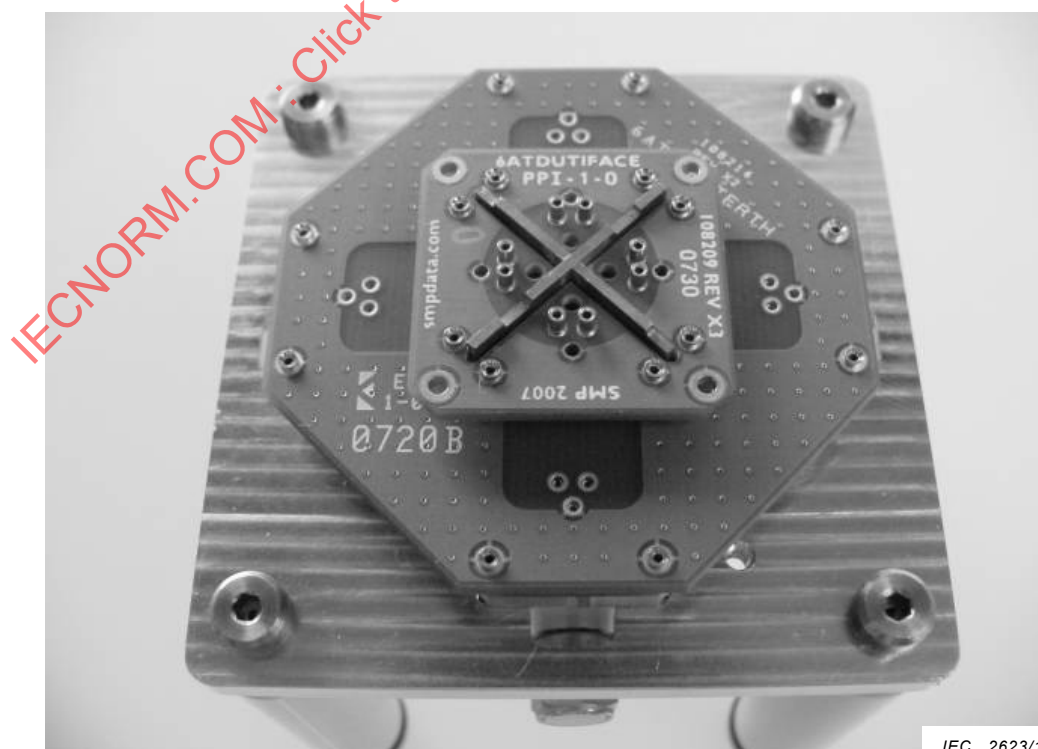


Figure A.13 – Open calibration standard applied to test interface

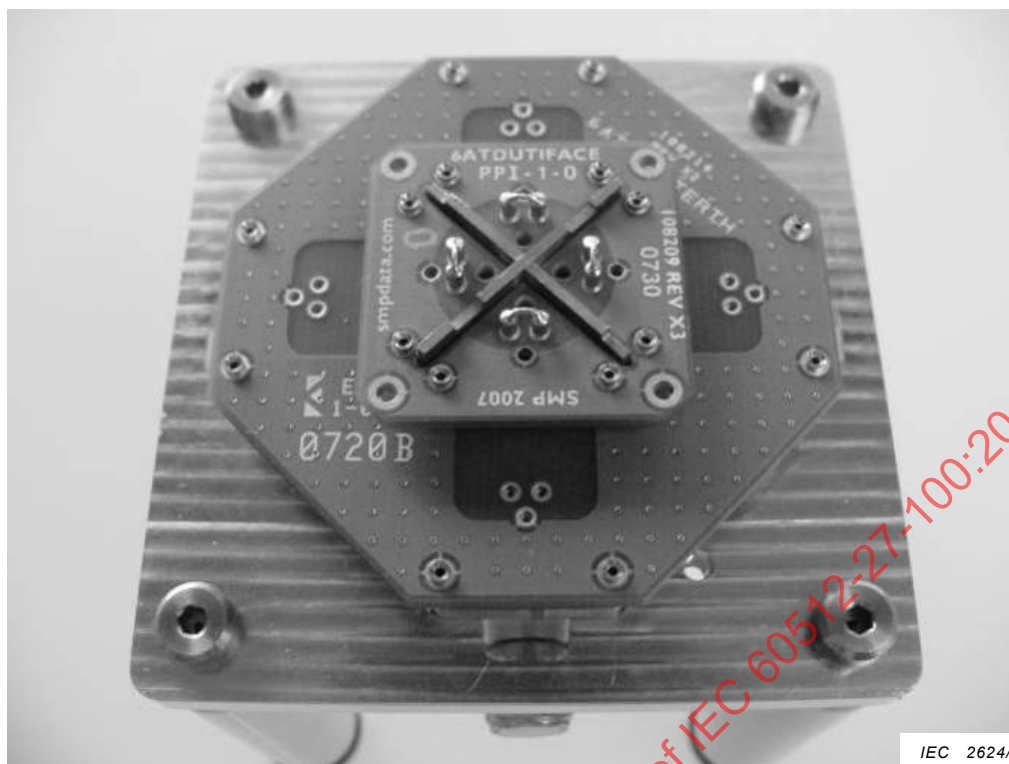


Figure A.14 – Short calibration standard applied to test interface

The load and through calibration standards are applied directly to the test fixture 1 interface with no intermediary adapters as shown in Figures A.15 and A.16 respectively.

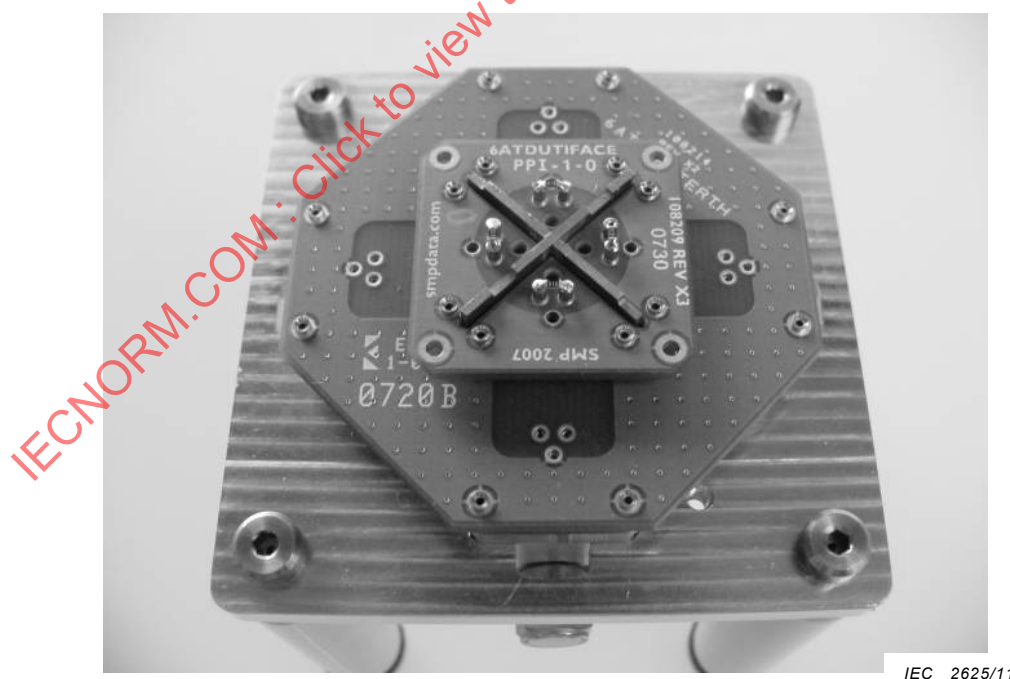
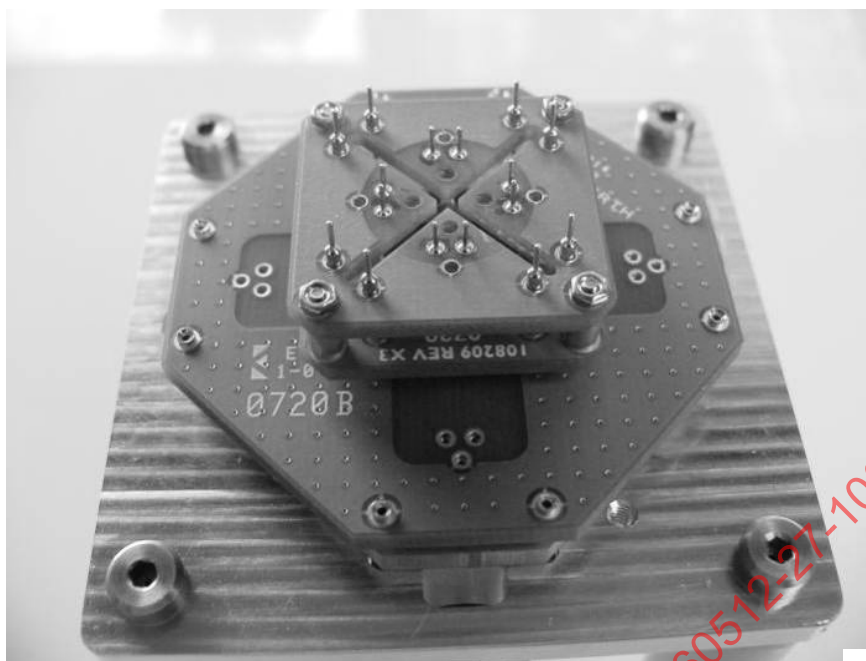


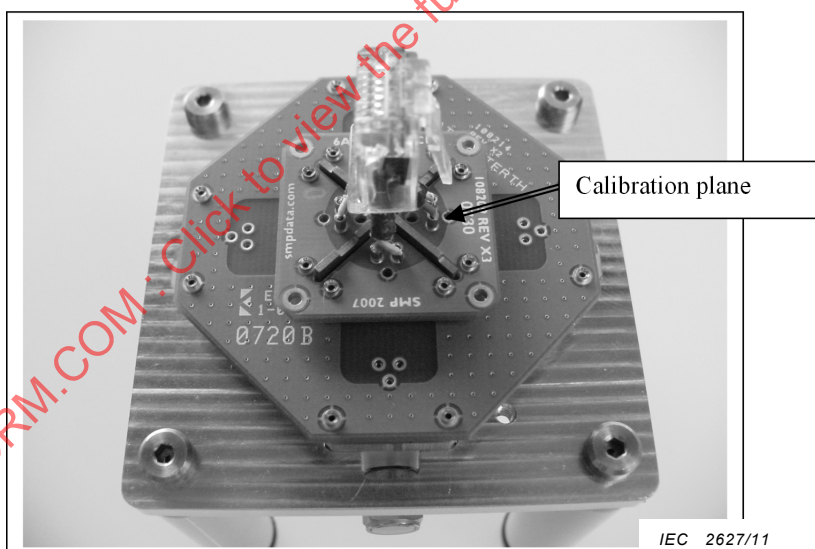
Figure A.15 – Load calibration standard applied to test interface



IEC 2626/11

Figure A.16 – Back-to-back through standard applied to test interface

When the TFC is attached to the test fixture interface for measurement, the calibration plane will be at the tips of the adapter sockets for all measurements if the back-to-back through calibration artifact is used as shown in Figure A.17.



IEC 2627/11

Figure A.17 – TFC attached to the test interface

When the direct fixture is attached to the test head interface, an adapter is placed in between the direct fixture and the interface as shown in Figure A.18. The shield plates (not shown) shall remain in position under the direct fixture.

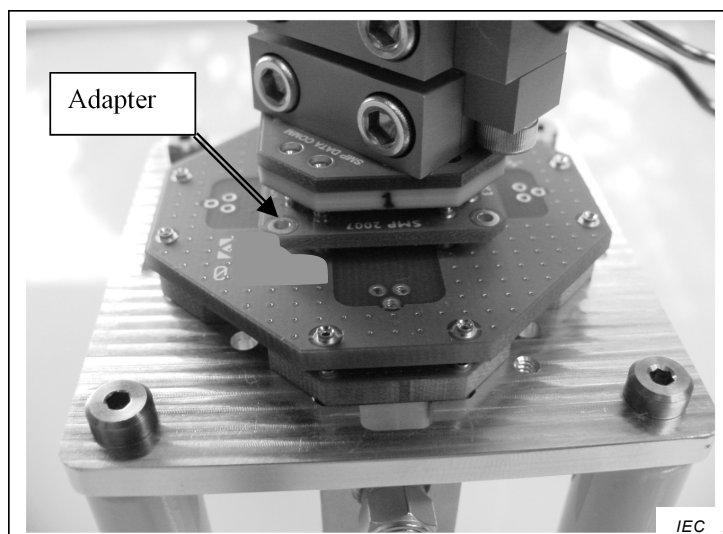


Figure A.18 – Direct fixture mounted to the test head interface

A.4.1 Calibration and reference plane location

A calibration is performed to establish a reference plane location as shown in Figure A.19.

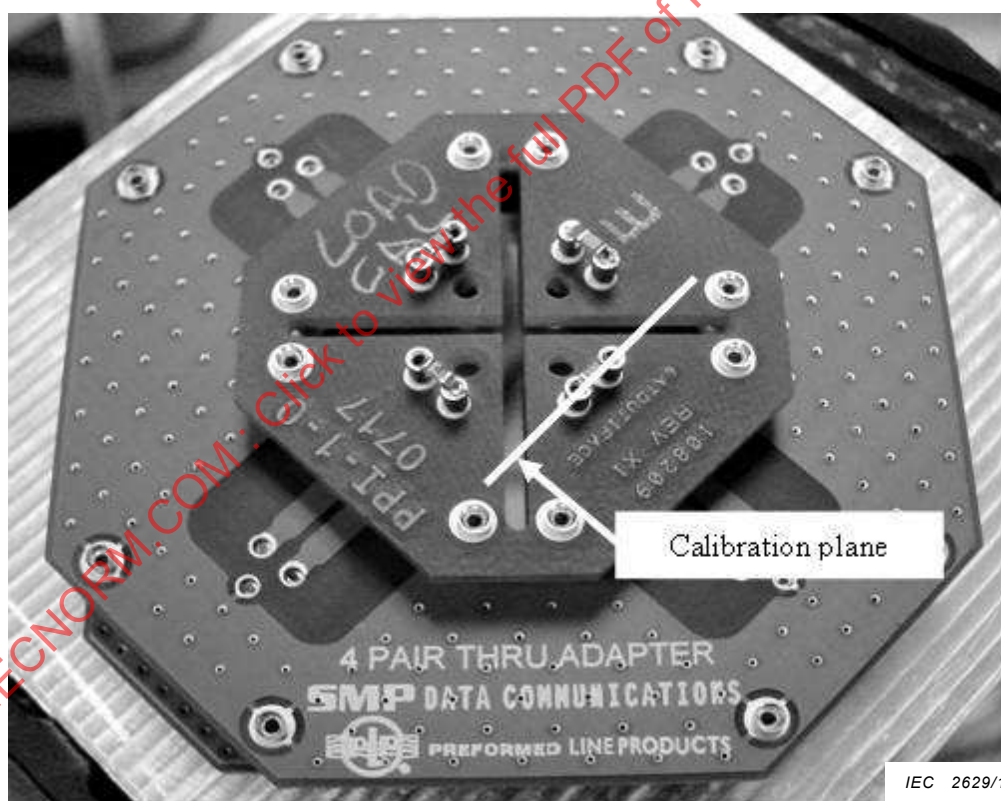


Figure A.19 – Calibration plane

Through calibration is performed using a back-to-back through adapter as shown in Figure A.20. This method causes a 180° phase rotation of all through phase measurements. To avoid physical rearrangements of the baluns, and the 180° phase rotation, it is possible to measure a jumper, based on a full two-port calibration with a zero-length through, use it as the through, and subtract its effects from the measured data.

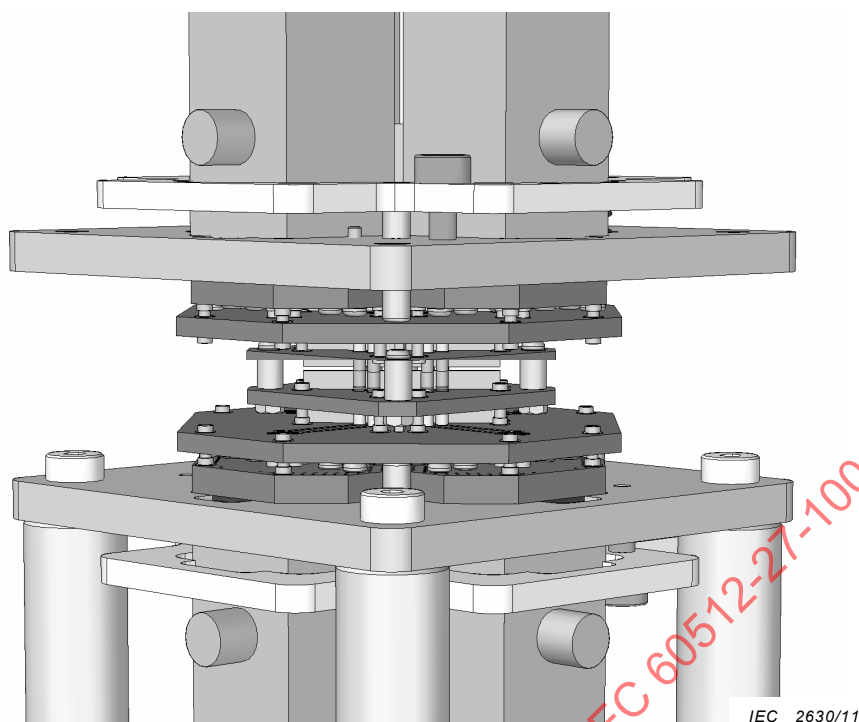


Figure A.20 – Through calibration

A.4.2 Test lead, 100 mm twisted-pair return loss measurement on a pyramid

The following method is recommended for qualification of test leads when the pyramid interface is used. Perform a one port (open-short-load) calibration of the near-end measurement port. The reference plane of calibration should coincide with the socket-to-twisted-pair lead transition point. Trim the twisted-pair used to construct the test leads to fit into the pyramid slot as shown in Figure A.21. The length of twisted pair from socket to socket is approximately 100 mm. Attach a precision DM resistor termination to the pyramid adapter so that the through connecting pins connect to the near-end of the twisted-pair and the precision chip resistor terminates the far-end. Attach the pyramid assembly with the twisted-pair inserted to the balun mounting plate and measure the test lead return loss.

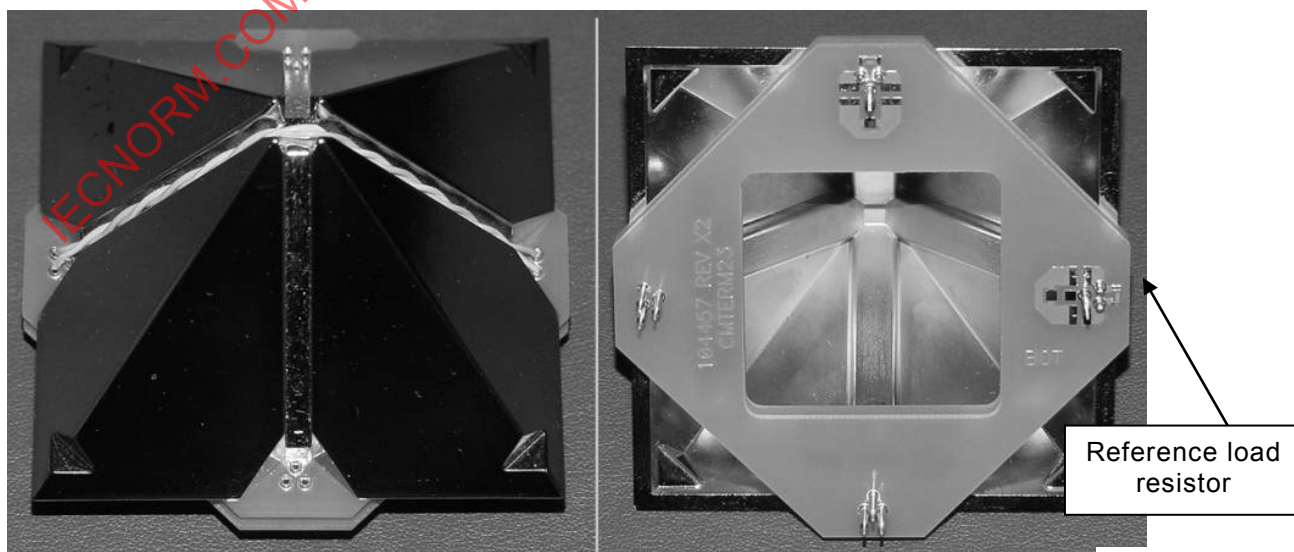


Figure A.21 – Test setup for twisted-pair return 2 loss measurement

A.4.3 DUT connections using header PCB assemblies

One method to minimize the effects of interconnecting leads is to use dedicated PCB header assemblies to connect between the DUT and the test equipment. These PCB headers contain connections to interface to the test port and also connections to interface to the DUT terminals or IDC slots. This is illustrated in Figure A.22

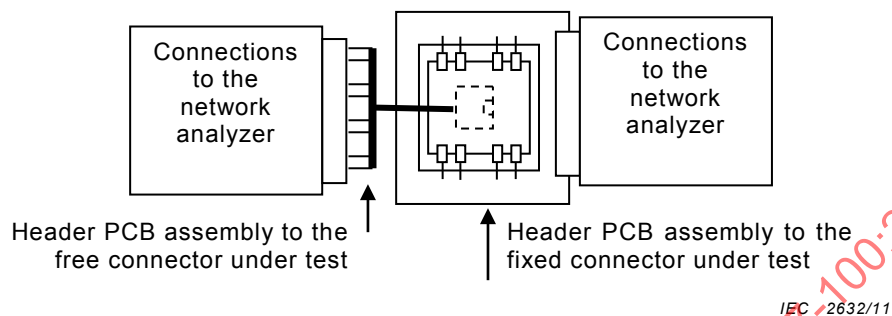


Figure A.22 – Method to minimize distance between planes

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60512-27-100:2011

Annex B (normative)

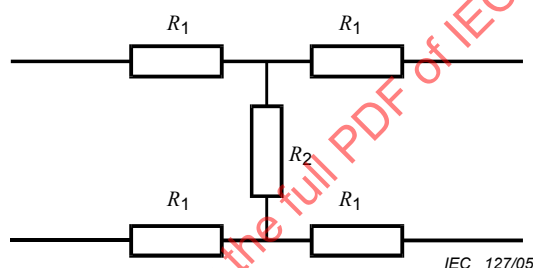
Termination of balun

B.1 General requirements

If the available balun does not provide a CM termination (centre tap is either connected to ground or open), a balanced resistor attenuator shall be applied in order to provide the required return loss. The attenuator shall be implemented at a small printed circuit board mounted with SMD resistors. There are two cases: one for the centre tap connected to ground and one for the centre tap open.

B.2 Centre tap connected to ground

A diagram of the attenuator is shown in Figure B.1. The nominal attenuation is 10 dB and the calculated CM impedance is 50 Ω .



Key

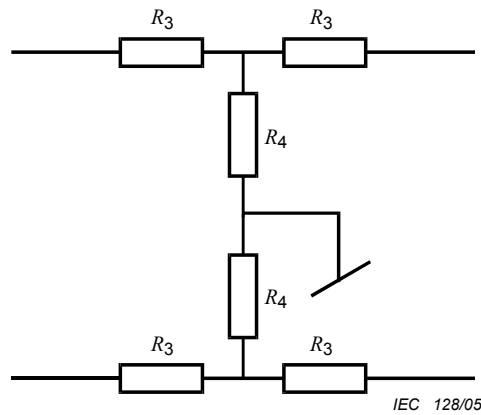
R_1 26 Ω

R_2 70 Ω

Figure B.1 – Balanced attenuator for balun centre tap grounded

B.3 Centre tap open

A diagram of the attenuator is shown in Figure B.2. The nominal attenuation is 5 dB and the calculated CM impedance is 50 Ω .



Key

R_3 14 Ω

R_4 82 Ω

Figure B.2 – Balanced attenuator for balun centre tap open

NOTE Resistor values are nominal. The nearest standard values may be chosen.

Bibliography

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

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

ANSI/TIA-568-B.2-9, *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard, Part 2 – Balanced Twisted-Pair Cabling Components, Addendum 9 – Additional 6 Balance Requirements and Measurement Procedures*

ANSI/TIA-568-B.2-10, *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard, Part 2 – Balanced Twisted-Pair Cabling Components, Addendum 10 – Transmission performance specifications for 4-pair 100 Ohm augmented 6 cabling (various drafts)*

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60512-27-100:2011

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	71
1 Domaine d'application et objet.....	73
2 Références normatives.....	73
3 Termes, définitions, acronymes et symboles.....	74
3.1 Termes et définitions.....	74
3.1.1 Fiche d'essai (TFC, en anglais <i>Test Free Connector</i>).....	74
3.2 Acronymes.....	74
3.3 Symboles.....	75
4 Montage d'essai général.....	75
4.1 Instrumentation d'essai.....	75
4.2 Câbles coaxiaux et composants d'interconnexion pour analyseurs de réseau.....	76
4.3 Précautions de mesure.....	76
4.4 Exigences pour les symétriseurs.....	77
4.5 Interfaçage.....	77
4.6 Composants de référence pour l'étalonnage.....	79
4.6.1 Charges de référence pour l'étalonnage.....	79
4.6.2 Câbles de référence pour l'étalonnage.....	79
4.7 Charges de sortie pour la terminaison des paires de conducteurs.....	79
4.7.1 Généralités.....	79
4.7.2 Sorties résistives.....	80
4.7.3 Sorties de symétriseurs.....	80
4.7.4 Types de sorties.....	80
4.8 Sortie des écrans.....	80
4.9 Epreuve et plans de référence.....	81
4.9.1 Généralités.....	81
4.9.2 Interconnexions entre le dispositif en essai (DUT) et le plan d'étalonnage.....	81
5 Mesure sur les connecteurs jusqu'à 500 MHz.....	83
5.1 Généralités.....	83
5.2 Perte d'insertion, Essai 27a.....	83
5.2.1 Objet.....	83
5.2.2 Fiche pour perte d'insertion.....	83
5.2.3 Méthode d'essai.....	83
5.2.4 Montage d'essai.....	83
5.2.5 Procédure.....	83
5.2.6 Rapport d'essai.....	85
5.2.7 Précision.....	85
5.3 Affaiblissement de réflexion, Essai 27b.....	85
5.3.1 Objet.....	85
5.3.2 Fiche pour l'affaiblissement de réflexion.....	85
5.3.3 Méthode d'essai.....	85
5.3.4 Montage d'essai.....	85
5.3.5 Procédure.....	85
5.3.6 Rapport d'essai.....	85
5.3.7 Précision.....	86
5.4 Paradiaphonie (NEXT), Essai 27c.....	86

5.4.1	Objet	86
5.4.2	Fiche pour paradiaphonie	86
5.4.3	Méthode d'essai	86
5.4.4	Montage d'essai	86
5.4.5	Procédure.....	87
5.4.6	Rapport d'essai	90
5.4.7	Précision	91
5.5	Télédiaphonie (FEXT), Essai 27d	91
5.5.1	Objet	91
5.5.2	Fiche pour télédiaphonie	91
5.5.3	Méthode d'essai	91
5.5.4	Montage d'essai	91
5.5.5	Procédure.....	92
5.5.6	Rapport d'essai	93
5.5.7	Précision	93
5.6	Impédance de transfert (Z_t)	93
5.7	Perte de conversion transverse (TCL), Essai 27f	93
5.7.1	Objet	93
5.7.2	Fiche pour TCL.....	93
5.7.3	Méthode d'essai	93
5.7.4	Montage d'essai	93
5.7.5	Procédure.....	94
5.7.6	Rapport d'essai	97
5.7.7	Précision	97
5.8	Perte de transfert de conversion transverse (TCTL), Essai 27g	98
5.8.1	Objet	98
5.8.2	Fiche pour TCTL.....	98
5.8.3	Méthode d'essai.....	98
5.8.4	Montage d'essai	98
5.8.5	Procédure.....	99
5.8.6	Rapport d'essai	101
5.8.7	Précision	101
5.9	Affaiblissement de couplage.....	101
6	Construction et qualification des fiches d'essai pour les affaiblissements paradiaphoniques (NEXT) et télédiaphoniques (FEXT) et les mesures d'affaiblissement de réflexion	101
6.1	Généralités.....	101
6.1.1	Remarques introductives	101
6.1.2	Mesures de retard	102
6.2	Paradiaphonie d'une fiche d'essai	105
6.2.1	Généralités.....	105
6.2.2	Procédure d'accouplement d'une fiche d'essai au dispositif direct	106
6.2.3	Mesure de l'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche d'essai.....	107
6.2.4	Exigences d'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche d'essai.....	108
6.3	Télédiaphonie d'une fiche d'essai.....	109
6.3.1	Mesure de l'affaiblissement télédiaphonique d'une fiche d'essai.....	109
6.3.2	Exigences d'affaiblissement télédiaphonique de la fiche d'essai	109
6.4	Affaiblissement de réflexion d'une fiche d'essai.....	110
6.4.1	Généralités.....	110

6.4.2	Procédure de qualification en sens inverse de l'affaiblissement de réflexion de la fiche d'essai	110
6.4.3	Procédure de qualification en sens direct de l'affaiblissement de réflexion de la fiche d'essai	111
6.4.4	Exigences d'affaiblissement de réflexion de la fiche d'essai	118
6.5	Dispositifs d'essai pour fiche d'essai	118
6.5.1	Exigences relatives aux dispositifs directs pour fiche d'essai	118
Annexe A (informative) Dispositif de mesure à contrôle d'impédance		121
Annexe B (normative) Sortie du symétriseur		138
Bibliographie		140
Figure 1 – Hybride à 180° facultatif utilisé à la place d'un symétriseur		77
Figure 2 – Configurations de mesure pour la qualification des symétriseurs d'essai		78
Figure 3 – Etalonnage pour les charges de référence		79
Figure 4 – Réseaux de sorties résistives		80
Figure 5 – Définition des plans de référence		81
Figure 6 – Montage de mesure		84
Figure 7 – Exemple de mesure de la paradiaphonie		87
Figure 8 – Exemple de mesure de la télédiaphonie (FEXT) pour les sorties de mode différentiel et de mode commun		92
Figure 9 – Exemple de mesure de la TCL		94
Figure 10 – Etalonnage de l'affaiblissement des fils coaxiaux		95
Figure 11 – Mesure de la perte d'insertion de symétriseurs placés dos à dos		95
Figure 12 – Configuration pour l'étalonnage de la perte d'insertion de mode commun d'un symétriseur		96
Figure 13 – Schéma pour l'étalonnage de la perte d'insertion de mode commun d'un symétriseur		96
Figure 14 – Exemple de mesure de la perte de transfert de conversion transverse		99
Figure 15 – Etalonnage, plans d'interface et extensions d'accès		102
Figure 16 – Exemples d'artéfacts de court-circuit, circuit ouvert, circuit avec charge et circuit direct pour dispositif direct		105
Figure 17 – Fiche modulaire placée dans la pince de la fiche		106
Figure 18 – Guidage de la fiche en position		107
Figure 19 – Fiche d'essai/dispositif direct		107
Figure 20 – Illustration de la mesure de la paradiaphonie d'une fiche d'essai dans le sens direct		108
Figure 21 – Exemple de support de référence de « désaccouplage » adapté pour affaiblissement de réflexion		112
Figure 22 – Schéma permettant de déterminer les paramètres S d'une embase de référence		113
Figure 23 – Représentation d'une connexion accouplée par deux réseaux en cascade		114
Figure 24 – Fiche de référence de « désaccouplage » pour l'affaiblissement de réflexion raccordée à des résistances avec CHARGE		115
Figure 25 – Etalonnage de la fiche d'essai pour l'affaiblissement de réflexion et plans d'interface		115
Figure 26 – Schéma permettant de déterminer les propriétés d'une fiche d'essai pour l'affaiblissement de réflexion		117

Figure 27 – Dimensions A pour l'accouplement du dispositif direct	119
Figure 28 – Dimensions B pour l'accouplement du dispositif direct	119
Figure 29 – Dimension C pour l'accouplement du dispositif direct	120
Figure A.1 – Assemblage de têtes d'essai avec symétriseurs montés	122
Figure A.2 – Modèle d'interface de symétriseur d'essai.....	123
Figure A.3 – Exemple de dimension broche support.....	123
Figure A.4 – Assemblage de têtes d'essai montrant le blindage entre les symétriseurs	124
Figure A.5 – Assemblage du dispositif d'essai 2 de symétriseurs	126
Figure A.6 – Dispositif direct d'une fiche, DPMF-2 vue 1.....	126
Figure A.7 – Dispositif direct d'une fiche, DPMF-2 vue 2.....	127
Figure A.8 – Vue éclatée de l'assemblage du dispositif direct	129
Figure A.9 – Fiche montée sur une carte imprimée	129
Figure A.10 – Assemblage de fiches monté sur une carte imprimée TP6A avec adaptateur	130
Figure A.11 – Exemple de configuration de mesure du matériel de connexion	130
Figure A.12 – Interface d'un dispositif d'essai	131
Figure A.13 – Norme d'étalonnage en circuit ouvert appliquée à l'interface d'essai	132
Figure A.14 – Norme d'étalonnage en court-circuit appliquée à l'interface d'essai.....	132
Figure A.15 – Norme d'étalonnage avec charge appliquée à l'interface d'essai.....	133
Figure A.16 – Norme d'étalonnage direct dos à dos appliquée à l'interface d'essai	133
Figure A.17 – Fiche d'essai fixée à l'interface d'essai	134
Figure A.18 – Dispositif direct monté sur l'interface de la tête d'essai	134
Figure A.19 – Plan d'étalonnage	135
Figure A.20 – Etalonnage direct.....	136
Figure A.21 – Montage d'essai pour la mesure de l'affaiblissement de réflexion 2 d'une paire torsadée.....	137
Figure A.22 – Méthode permettant de minimiser la distance entre les plans.....	137
Figure B.1 – Atténuateur symétrique pour prise centrale de symétriseur à la masse	138
Figure B.2 – Atténuateur symétrique pour prise centrale de symétriseur ouverte	139
Tableau 1 – Caractéristiques des performances des symétriseurs d'essai	77
Tableau 2 – Affaiblissement de réflexion d'une interconnexion	82
Tableau 3 – Bande d'incertitude de mesure de l'affaiblissement de réflexion à des fréquences inférieures à 100 MHz.....	86
Tableau 4 – Bande d'incertitude de mesure de l'affaiblissement de réflexion à des fréquences supérieures à 100 MHz.....	86
Tableau 5a – Vecteurs des limites d'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche pour les connecteurs spécifiés jusqu'à 100 MHz	89
Tableau 5b – Vecteurs des limites d'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche d'essai pour les connecteurs spécifiés à partir de 1 MHz à 250 MHz et à partir de 1 MHz à 500 MHz	90
Tableau 6 – Affaiblissement paradiaphonique d'un matériel de connexion pour le Cas 1 et le Cas 4	90
Tableau 7 – Gammes de valeurs d'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche d'essai	109
Tableau 8 – Gammes de valeurs d'affaiblissement télédiaphonique d'une fiche d'essai	110

Tableau 9 – Vecteurs normalisés de l'assemblage d'embases de référence désaccouplées pour l'affaiblissement de réflexion.....	112
Tableau 10 – Exigences d'affaiblissement de réflexion pour les fiches d'essai.....	118
Tableau 11 – Performances du dispositif direct.....	120

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60512-27-100:2011

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONNECTEURS POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES –
ESSAIS ET MESURES –****Partie 27-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 500 MHz
sur les connecteurs de la série CEI 60603-7 –
Essais 27a à 27g****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 60512-27-100 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
4B/2262/FDIS	48B/2275/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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

CONNECTEURS POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES – ESSAIS ET MESURES –

Partie 27-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 500 MHz sur les connecteurs de la série CEI 60603-7 – Essais 27a à 27g

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60512 spécifie les méthodes d'essai relatives aux performances de transmission des connecteurs de la série CEI 60603-7 jusqu'à 500 MHz. Elle est également applicable aux essais réalisés sur des connecteurs à fréquences plus basses s'ils satisfont aux exigences des spécifications particulières et de la présente norme.

Les méthodes d'essai spécifiées ici sont:

- perte d'insertion, essai 27a;
- affaiblissement de réflexion, essai 27b;
- paradiaphonie (NEXT), essai 27c;
- télédiaphonie (FEXT), essai 27d;
- perte de conversion transverse (TCL), essai 27f;
- perte de transfert de conversion transverse (TCTL), essai 27g;

Pour l'essai d'impédance de transfert (Z_t), 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 60512-1-100, *Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 1-100: Généralités – Publications applicables*

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

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

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

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

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

CEI 61169-16, *Radio-frequency connectors – Part 16: Sectional specification – 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 uniquement)

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* (disponible en anglais uniquement)

3 Termes, définitions, acronymes et symboles

NOTE Il convient de noter que le présent document, bien qu'étroitement lié aux documents correspondants, utilise une terminologie différente de celle utilisée dans ces documents.

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 60050-581, la CEI 61076-1, la CEI 60512-1, la CEI 60603-7, ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1.1 Fiche d'essai (TFC, en anglais **Test Free Connector**)

fiche construite de manière à constituer un artéfact d'essai; désignée sous le terme de Fiche d'Essai (TFC en anglais).

3.2 Acronymes

Pour faciliter la référence, les acronymes utilisés dans la présente norme sont indiqués ci-dessous:

ACRF	Attenuation to crosstalk ratio, far-end (écart télédiaphonique)
CM	Common mode (mode commun)
CMR	Common mode rejection (réjection en mode commun)
DM	Differential mode (mode différentiel)
DMCM	Differential mode plus common mode (mode différentiel plus mode commun)
DUT	Device under test (dispositif en essai)
EIA	Electronic Industries Alliance
ELTCTL	Equal level transverse conversion transfer loss (perte de transfert de conversion transverse de niveau égal)
FEXT	Far-end crosstalk (télédiaphonie)
F/UTP	Foil (surrounding) unscreened twisted-pairs (Feuille (entourage)/ paires torsadées non écrantées)
ICEA	Insulated Cable Engineers Association
IDC	Insulation displacement connection (connexion auto-dénudante)
IPC	Insulation piercing connection (connexion à perçage d'isolant)
NEXT	Near-end crosstalk (paradiaphonie)
OSB	Output signal balance (symétrie du signal de sortie)

PSAACRF	Power sum attenuation to alien crosstalk ratio, far-end (somme des puissances d'écart télédiaphonique exogène)
PSACRF	Power sum attenuation to crosstalk ratio, far-end (somme des puissances d'écart télédiaphonique)
PSANEXT	Power sum alien near-end crosstalk (somme des puissances de la diaphonie exogène)
PSFEXT	Power sum far-end crosstalk (somme des puissances de la télédiaphonie)
PSNEXT	Power sum near-end crosstalk (somme des puissances de la paradiaphonie)
RL	Return loss (affaiblissement)
TCTL	Transverse conversion transfer loss (perte de transfert de conversion transverse)
TFC	Test free connector (fiche d'essai)
U/UTP	Unshielded twisted-pair (paire torsadée non blindée)
Zt	impédance de transfert

3.3 Symboles

A	borne du symétriseur
<i>a</i>	perte d'insertion; coefficient d'équation
B	borne du symétriseur
<i>b</i>	coefficient d'équation
C	borne du symétriseur
D	borne du symétriseur
<i>f</i>	fréquence
J	fiche
<i>k</i>	coefficient d'équation
P	fiche
R _x	résistance
S _{xy}	paramètre-S normalisé
T _{xy}	paramètre-T
TD	retard
Zt	impédance de transfert
Ω	Ohms
%	pourcentage
°	degré

4 Montage d'essai général

4.1 Instrumentation d'essai

L'ensemble de l'instrumentation d'essai doit être qualifiée pour une utilisation sur la gamme de fréquences comprise entre 1 MHz et 500 MHz.

Ces procédures d'essai exigent l'utilisation d'un analyseur vectoriel de réseau. Il convient que cet analyseur ait une capacité d'étalonnage complet sur 2 accès. L'analyseur doit couvrir la gamme de fréquences de 1 MHz à 500 MHz au minimum.

Lorsqu'ils sont utilisés, deux symétriseurs d'essai au moins sont exigés pour réaliser les mesures avec des signaux symétriques équilibrés. Les exigences relatives aux symétriseurs sont données en 4.4.

En option, on peut utiliser des analyseurs de réseau à accès multiples pour les montages d'essai sans symétriseur.

Les charges et les câbles de référence sont nécessaires pour l'étalonnage du montage d'essai. Les exigences pour les charges et les câbles de référence sont données en 4.6.1 et 4.6.2, respectivement.

Des charges de sortie sont nécessaires pour la terminaison des paires, utilisées et non utilisées, qui ne sont pas raccordées à des symétriseurs d'essai. Les exigences concernant les charges des sorties sont données en 4.7.

Une pince absorbante et des absorbeurs en ferrite sont nécessaires pour les mesures d'affaiblissement de couplage. Les exigences pour ces éléments sont données dans la CEI 62153-4-12.

4.2 Câbles coaxiaux et composants d'interconnexion pour analyseurs de réseau

Les câbles coaxiaux utilisés pour effectuer la connexion entre l'analyseur de réseau et les symétriseurs doivent être aussi courts que possible. (Il est recommandé qu'ils ne dépassent pas 600 mm chacun).

Les symétriseurs doivent être reliés électriquement à un plan de masse commun. Pour les mesures de diaphonie, un dispositif d'essai peut être utilisé afin de réduire la diaphonie résiduelle (voir Annexe A).

Les composants d'interconnexion symétriques et le matériel de connexion associé pour les liaisons entre l'équipement d'essai et le connecteur en essai doivent satisfaire aux exigences données en 4.9.2.

4.3 Précautions de mesure

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

- a) Pour toute mesure devant être utilisée dans un processus d'« accouplage » ou de « désaccouplage », par vecteur ou matrice, la phase doit être réglée par rapport au plan de référence de phase de la fiche. Pour ce faire, des méthodes sont indiquées.
- b) Des charges de résistance et de symétriseur stables et cohérentes doivent être utilisées pour chaque paire tout au long de la série d'essais.
- c) Avant, pendant et après les essais, les discontinuités dans les câbles et les adaptateurs, qui peuvent être causées par les flexions physiques, les coudes en équerre et les forces de contrainte doivent être évitées.
- d) Une méthodologie d'essai et des sorties cohérentes (symétriseurs ou résistances) 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.
- e) La symétrie des câbles est maintenue autant que possible par des longueurs de câbles et un torsadage de paires cohérents au point de charge.
- f) 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.

4.4 Exigences pour les symétriseurs

Les symétriseurs peuvent être des transformateurs à symétriseur ou des hybrides à 180° avec des atténuateurs pour améliorer l'adaptation, si nécessaire (voir Figure 1).

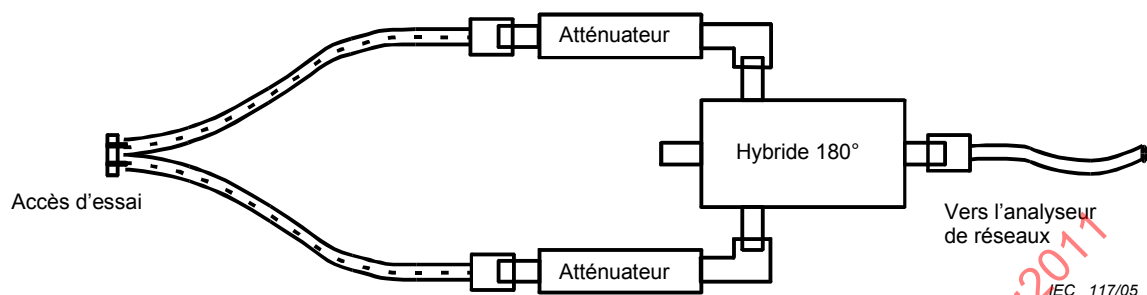


Figure 1 – Hybride à 180° facultatif utilisé à la place d'un symétriseur

Les spécifications des symétriseurs s'appliquent pour toute la gamme de fréquences pour laquelle ils sont utilisés. Les symétriseurs doivent être écrantés contre le brouillage radioélectrique et doivent être conformes aux spécifications indiquées au Tableau 1.

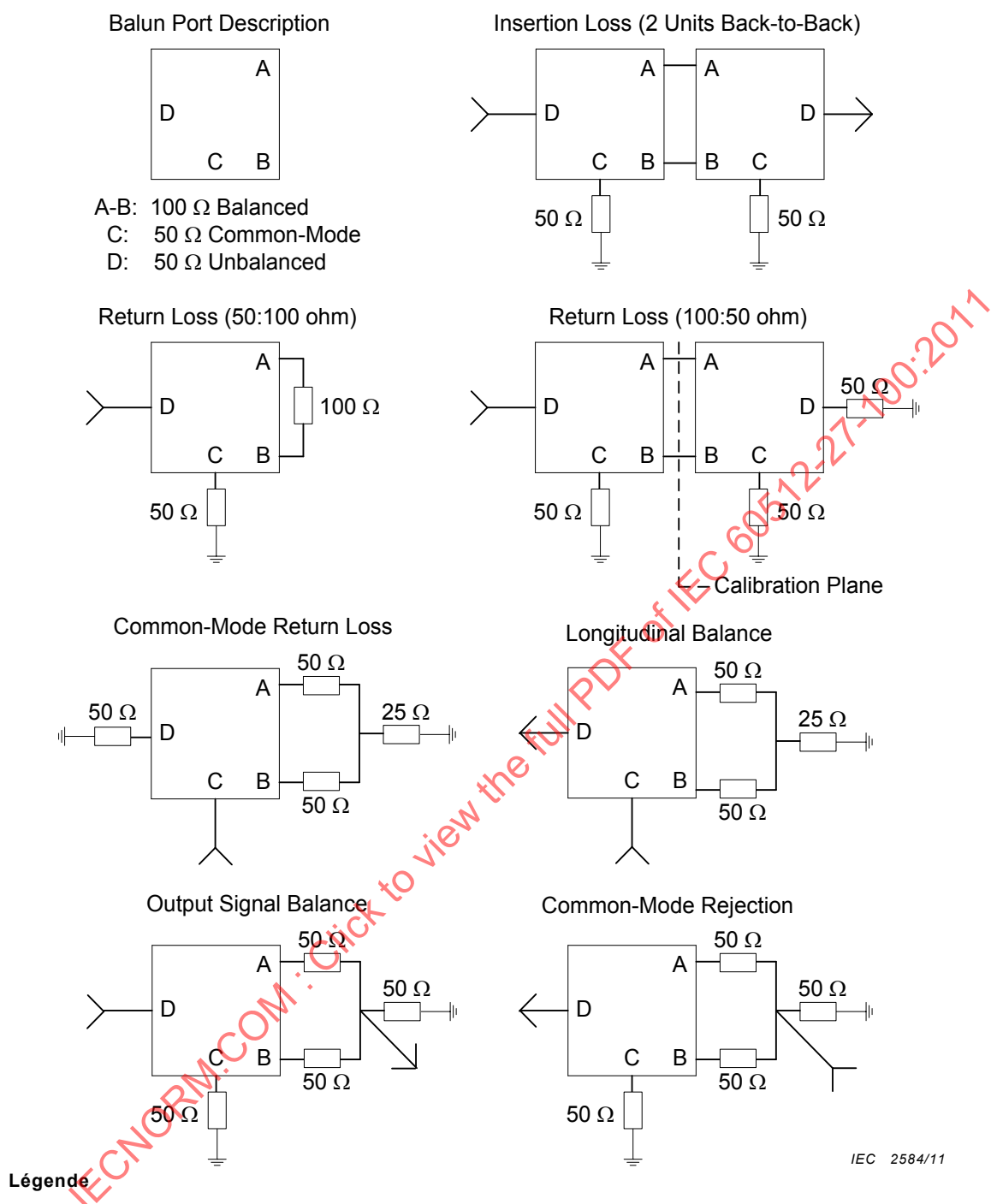
Tableau 1 – Caractéristiques des performances des symétriseurs d'essai

Paramètre	Fréquence (MHz)	Valeur
Impédance, au primaire ^a	$1 \leq f \leq 500$	50 Ω asymétrique
Impédance, au secondaire	$1 \leq f \leq 500$	100 Ω symétrique
Perte d'insertion	$1 \leq f \leq 500$	2,0 dB maximum
Affaiblissement de réflexion, bi-directionnel ^b	$1 \leq f < 15$	12 dB minimum
	$15 \leq f \leq 500$	20 dB minimum
Affaiblissement de réflexion, mode commun ^b	$1 \leq f < 15$	15 dB minimum
	$15 \leq f < 400$	20 dB minimum
	$400 \leq f \leq 500$	15 dB minimum
Puissance assignée	$1 \leq f \leq 500$	0,1 W minimum
Symétrie longitudinale ^b	$1 \leq f < 100$	60 dB minimum
	$100 \leq f \leq 500$	50 dB minimum
Symétrie du signal de sortie ^b	$1 \leq f \leq 500$	50 dB minimum
Réjection en mode commun ^b	$1 \leq f \leq 500$	50 dB minimum
^a L'impédance au primaire peut varier, si nécessaire, pour s'adapter aux sorties d'analyseur dont la valeur est différente de 50 Ω .		
^b Mesurées conformément aux recommandations G.117 de l'UIT-T (anciennes recommandations CCITT), l'analyseur de réseau étant étalonné avec une charge de 50 Ω .		

4.5 Interfaçage

Il est recommandé, pour faciliter l'interfaçage des dispositifs d'essai, d'utiliser une interface broche/support possédant les dimensions indiquées dans l'Article A.2.

La Figure 2 décrit les configurations d'essai adaptées à la qualification des symétriseurs d'essai en fonction des exigences de la présente Norme.



Anglais	Français
Balun port description	Description de l'accès du symétriseur
100 Ω Balanced	100 Ω symétrique
50 Ω Common-mode	50 Ω mode commun
50 Ω Unbalanced	50 Ω asymétrique
Insertion Loss (2 Units Back-to-Back)	Perte d'insertion (2 unités dos à dos)
Return Loss	Affaiblissement de réflexion
Calibration Plane	Plan d'étalonnage
Common-Mode Return Loss	Affaiblissement de réflexion en mode commun
Longitudinal Balance	Symétrie longitudinale
Output Signal Balance	Symétrie du signal de sortie
Common-Mode Rejection	Réjection en mode commun

Figure 2 – Configurations de mesure pour la qualification des symétriseurs d'essai

4.6 Composants de référence pour l'étalonnage

4.6.1 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 exigés. 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 $50\ \Omega$, reliée à une norme internationale de référence. Deux charges de référence de $100\ \Omega$ en parallèle doivent être étalonnées par rapport à la référence d'étalonnage. Les charges de référence pour l'étalonnage doivent être placées dans un connecteur de type N selon la CEI 60169-16, conçu pour le montage sur panneau, qui est usiné à plat sur son côté arrière (voir Figure 3). Les charges doivent être fixées sur le côté plat du connecteur, réparties de manière uniforme autour du conducteur central. Un analyseur de réseau doit être étalonné par étalonnage complet sur un accès avec la référence d'étalonnage. Ensuite, l'affaiblissement de réflexion des charges de référence destinées à l'étalonnage doit être mesuré. L'affaiblissement de réflexion ainsi vérifié doit être $>46\ \text{dB}$ à des fréquences jusqu'à $100\ \text{MHz}$ et $>40\ \text{dB}$ aux fréquences supérieures à $100\ \text{MHz}$ et jusqu'à la limite pour laquelle les mesures doivent être réalisées.

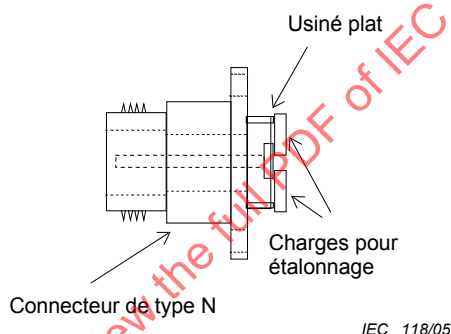


Figure 3 – Etalonnage pour les charges de référence

4.6.2 Câbles de référence pour l'étalonnage

Au minimum, le câble de référence qui est utilisé pour réaliser l'étalonnage du montage d'essai doit satisfaire à l'exigence de la même performance selon la série CEI 61156 que la performance du connecteur. Le câble de référence doit être un morceau de câble horizontal dont la gaine est conservée. Une des paires du câble de référence est utilisée pour les étalonnages. La longueur totale du câble de référence doit être conforme à la longueur des câbles de mesure, comme indiqué dans les procédures d'étalonnage pour les différents essais. Les deux extrémités du câble de référence doivent être bien préparées de manière que le torsadage soit maintenu jusqu'aux deux accès d'essai.

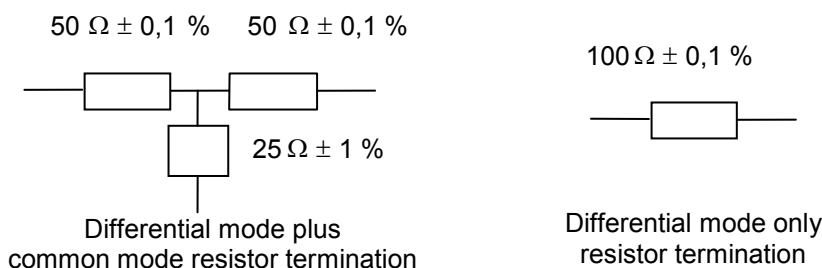
4.7 Charges de sortie pour la terminaison des paires de conducteurs

4.7.1 Généralités

Les sorties de mode différentiel plus commun, telles qu'indiquées sur la Figure 4 sur la gauche, doivent être utilisées sur toutes les paires actives en essai, sauf lors de la mesure de l'affaiblissement de la réflexion, pour laquelle les sorties résistives uniquement en mode différentiel sont recommandées. Les sorties résistives de mode différentiel plus commun doivent être utilisées sur toutes les paires inactives et sur les extrémités opposées des paires actives pour les essais d'affaiblissement paradiaphonique (NEXT) et d'affaiblissement télédiaphonique (FEXT). Les paires inactives utilisées pour les essais d'affaiblissement de la réflexion peuvent être raccordées à des sorties résistives de mode différentiel ou de mode différentiel plus commun. Les sorties de symétriseur peuvent être utilisées sur l'extrémité éloignée de toutes les parties inactives à condition que leurs caractéristiques de performance

d'affaiblissement de réflexion en mode différentiel (MD) et en mode commun (MC) respectent les performances minimales des réseaux de résistances spécifiés.

4.7.2 Sorties résistives



IEC 2585/11

Légende

Anglais	Français
Differential mode plus common mode resistor termination	Sortie résistive de mode différentiel plus commun
Differential mode only resistor termination	Sortie résistive de mode différentiel uniquement

Figure 4 – Réseaux de sorties résistives

Des résistances pavés à petite géométrie doivent être utilisées pour la construction des sorties résistives. Les deux résistances de charge de mode différentiel de 50 Ω doivent être adaptées à 0,1 % près en courant continu. La longueur des connexions aux résistances de charge d'impédance doit être réduite. Des longueurs de fil de 2 mm maximum sont recommandées.

4.7.3 Sorties de symétriseurs

Les symétriseurs utilisés pour fournir une sortie doivent satisfaire aux exigences de 4.4. La résistance de sortie de mode commun appliquée à l'accès en mode commun du symétriseur doit avoir une valeur de 50 Ω ± 1 %.

4.7.4 Types de sorties

Les performances des réseaux de sorties de résistances d'adaptation d'impédance doivent être vérifiées en mesurant l'affaiblissement de réflexion de la sortie au niveau du plan d'étalonnage. Pour effectuer cette mesure, un étalonnage sur un accès est nécessaire en utilisant une charge reliée à une norme de référence. Comme décrit en 4.6.

L'affaiblissement de réflexion en mode différentiel de la sortie avec charge doit dépasser 20-20log($f/500$). Les calculs donnant des valeurs limites d'affaiblissement de réflexion supérieures à 40 dB doivent revenir à une valeur minimale exigée de 40 dB. L'affaiblissement de réflexion en mode commun doit dépasser 15 dB. L'affaiblissement paradiaphonique résiduel entre deux réseaux de sorties d'impédance quelconques doit dépasser les exigences de l'équation (1). Les calculs donnant des valeurs limites d'affaiblissement paradiaphonique supérieures à 90 dB doivent revenir à une valeur minimale exigée de 90 dB.

$$NEXT_{\text{residual_term}} \geq 120 - 20 \cdot \log(f) \text{ dB.} \quad (1)$$

(residual_term = terme_résiduel)

4.8 Sortie des écrans

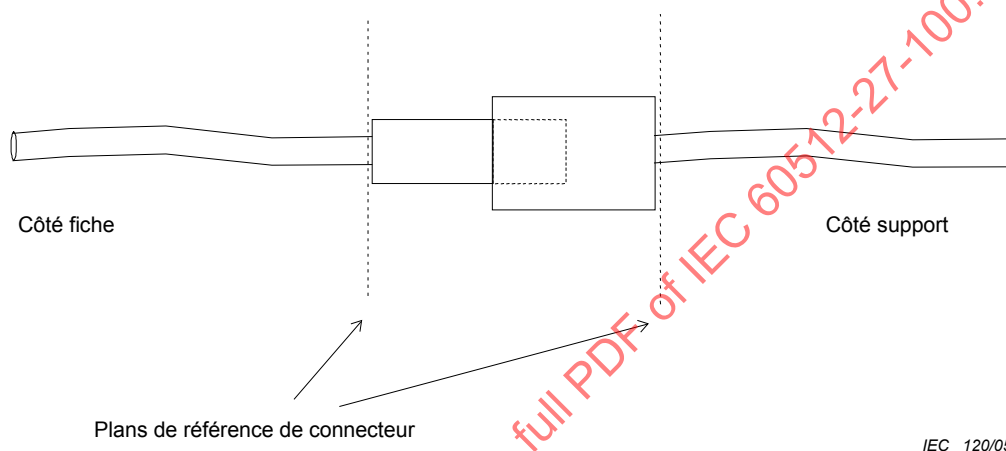
Si le connecteur en essai est écranté, des câbles de mesure écrantés doivent être utilisés.

Le ou les écrans de ces câbles doivent être fixés au plan de masse aussi près que possible des symétriseurs de mesure.

4.9 Epreuve et plans de référence

4.9.1 Généralités

L'épreuve est une paire de connecteurs adaptés accouplés. Le plan de référence du connecteur pour l'épreuve est soit le point au niveau duquel 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 5). Cette définition s'applique aux deux extrémités de l'épreuve. L'embase doit être terminée conformément aux instructions du constructeur et doit être compatible avec le montage et les dispositifs d'essai de mesure.



IEC 120/05

Figure 5 – Définition des plans de référence

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

4.9.2.1 Généralités

On utilise des interconnexions en paires torsadées, des circuits imprimés ou d'autres interconnexions entre le plan de référence du connecteur du dispositif en essai et le plan d'étalonnage. Il est nécessaire de contrôler les caractéristiques de ces interconnexions dans la mesure du possible étant donné qu'elles dépassent du plan d'étalonnage. Il convient que ces interconnexions soient aussi courtes que possible en pratique; leurs impédances de mode commun et de mode différentiel doivent être gérées de manière à réduire leur incidence sur la mesure. Se reporter à l'Annexe A pour obtenir des informations supplémentaires sur les dispositifs d'essai susceptibles d'être utilisés pour faciliter la gestion de l'impédance. Les performances d'affaiblissement de réflexion des interconnexions doivent respecter les exigences du Tableau 2. On suppose que les performances de perte d'insertion des interconnexions sont inférieures à 0,1 dB sur la gamme de fréquences comprise entre 1 MHz et 500 MHz.

Il est recommandé que tous les dispositifs en essai, y compris les fiches d'essai, possèdent des supports présentant un espacement de 2,5 mm aux extrémités de leurs interconnexions pour faciliter un interfaçage cohérent avec les symétriseurs.

4.9.2.2 Interconnexion d'adaptation d'impédance

Lorsqu'on l'utilise, l'interconnexion en paires torsadées doit posséder une impédance caractéristique de mode différentiel nominale égale à 100 Ω . Il convient qu'aucun espacement n'apparaisse entre l'isolant des conducteurs. L'interconnexion doit être qualifiée pour un affaiblissement de réflexion de mode différentiel. Il existe deux méthodes différentes pour

obtenir une interconnexion: on peut l'obtenir sous forme de paires torsadées individuelles, ou en tant que partie intégrante d'un câble. Si des sorties de mode commun sont exigées, l'interconnexion doit être placée dans un système de gestion de l'impédance conforme à la description donnée dans l'Annexe A. La longueur maximale des fils de paires torsadées à chaque extrémité du dispositif en essai doit être égale à 51 mm.

4.9.2.2.1 Interconnexion à paires torsadées individuelle

Une interconnexion à paires torsadées peut être obtenue à partir d'un élément à paires torsadées discret ou prélevée sur un câble gainé. Avant de la fixer au dispositif en essai, l'affaiblissement de réflexion de chaque paire doit être soumis à un essai. Pour réaliser cet essai, on doit utiliser des longueurs de paires torsadées de 100 mm. L'interconnexion doit être raccordée au niveau de chaque paire à une résistance pavé présentant une précision de 0,1% (par exemple, un composant de taille 0603 ou équivalent) ou à une résistance pavé similaire, comme indiqué en 4.6.1. La résistance doit être fixée directement aux conducteurs de la paire de façon à réduire la perturbation de la paire. Parmi les perturbations potentielles, on peut citer l'espacement entre l'isolant des conducteurs de la paire, la fusion de l'isolant et un excès de soudure. Durant l'essai, les fils d'essai doivent être reliés au symétriseur ou à l'accès d'essai de mode différentiel à l'aide d'un dispositif d'essai produisant une stabilisation d'impédance de mode commun. Les fils de paires torsadées sont ensuite coupés pour être fixés au dispositif et aux éléments d'essai. Voir l'annexe A détaillant un dispositif d'essai approprié. Il est recommandé d'utiliser la même charge pour l'étalonnage et pour la terminaison du fil d'essai durant la mesure.

4.9.2.2.2 Interconnexion intégrée dans les câbles

L'interconnexion peut également être obtenue à partir d'une section de câble à paires torsadées, les quatre interconnexions à paires torsadées étant maintenues dans la gaine du câble. Cette méthode est le plus souvent utilisée avec des fiches d'essai obtenues en coupant les extrémités des cordons assemblés, mais elle peut également être employée avec des embases. Avant de la fixer au dispositif en essai, l'affaiblissement de réflexion des paires de câbles (à l'intérieur du câble) doit être soumis à un essai. Pour réaliser cet essai, on doit choisir une longueur de câble de 100 mm. Chaque paire torsadée de l'extrémité du câble doit être raccordée à une sortie de mode différentiel au niveau de chaque paire en utilisant des résistances pavés de mode différentiel ayant une précision de 0,1 % (taille 0603 size ou similaire), comme indiqué en 4.6. Le câble doit ensuite être raccordé au dispositif en essai selon les instructions du constructeur et coupé pour être fixé au système de mesure. Les fiches d'essai obtenues en coupant les extrémités des cordons assemblés, peuvent être utilisées si les exigences d'affaiblissement de réflexion du câble à cordon et du cordon assemblé sont satisfaites ainsi que les exigences d'affaiblissement de réflexion des fiches d'essai de la présente norme dans le Tableau 10 sont remplies.

4.9.2.3 Exigences relatives à l'affaiblissement de réflexion de l'interconnexion

L'interconnexion doit satisfaire aux exigences du Tableau 2 relatives à la résistance d'étalonnage spécifiée en 4.6.

Tableau 2 – Affaiblissement de réflexion d'une interconnexion

Fréquence MHz	Affaiblissement de réflexion dB
$1 \leq f < 80$	40 dB
$80 \leq f \leq 500$	$78 - 20\log(f)$ dB

5 Mesure sur les connecteurs jusqu'à 500 MHz

5.1 Généralités

Les mesures décrites dans le présent article s'appliquent sur une fiche et une embase accouplée. Les fiches (TFCs, en anglais *Test Free Connectors*) utilisées dans ces essais doivent satisfaire aux exigences de l'Article 6.

5.2 Perte d'insertion, Essai 27a

5.2.1 Objet

Cet essai est destiné à mesurer la perte d'insertion, définie comme l'affaiblissement supplémentaire causé par une paire de connecteurs accouplés insérés dans un câble de communication.

5.2.2 Fiche pour perte d'insertion

Il n'est pas nécessaire de qualifier la fiche pour les essais de perte d'insertion de l'embase.

5.2.3 Méthode d'essai

La perte d'insertion (IL, en anglais *Insertion Loss*) est évaluée en mesurant les paramètres de diffusion, S_{21} , de chaque paire.

5.2.4 Montage d'essai

Le montage d'essai se compose d'un analyseur de réseau et de deux symétriseurs comme défini en 4.4.

Il n'est pas nécessaire de charger les paires non soumises à l'essai.

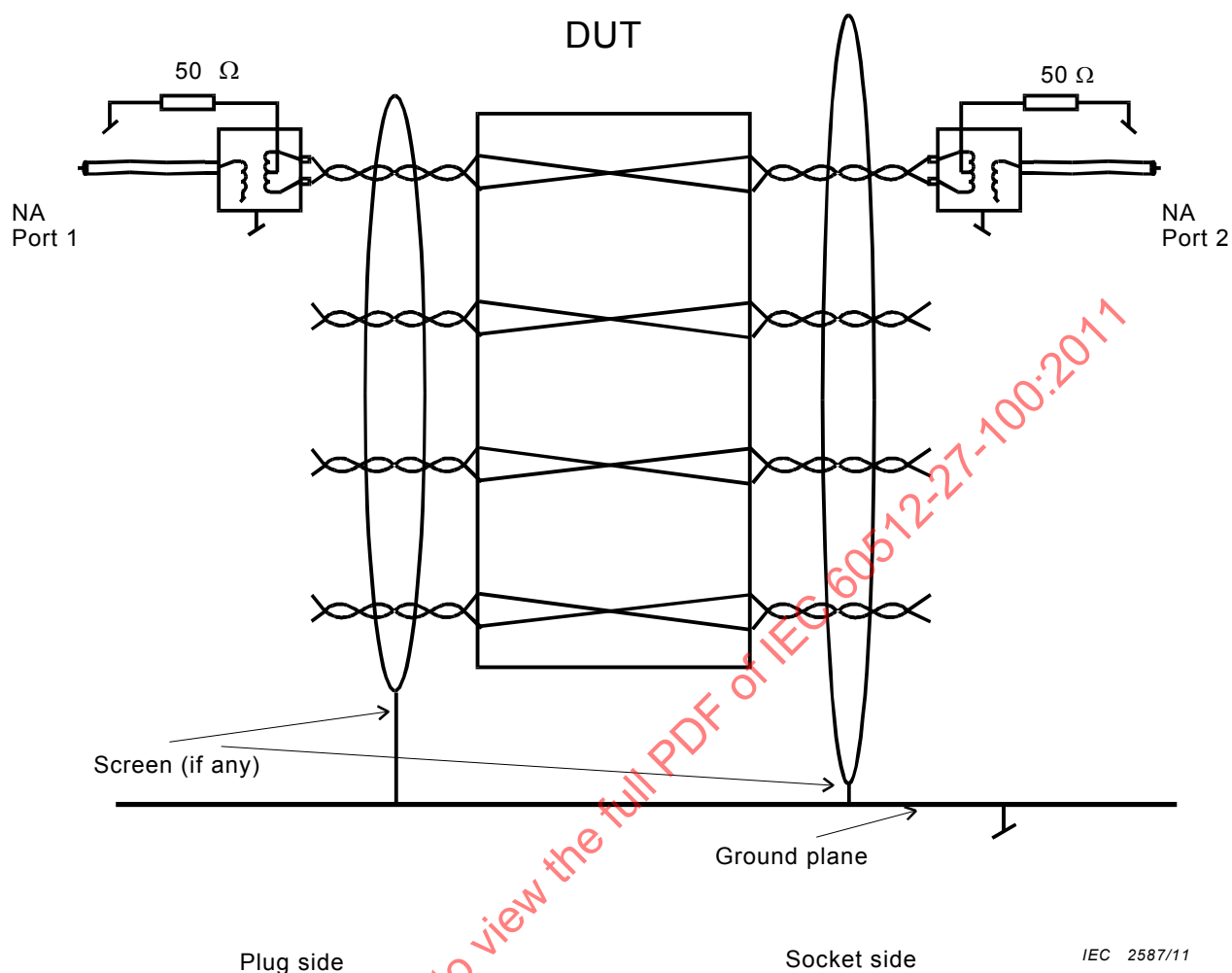
5.2.5 Procédure

5.2.5.1 Etalonnage

Un étalonnage complet sur 2 accès doit être réalisé au niveau des plans d'étalonnage.

5.2.5.2 Mesure

L'éprouvette doit être raccordée à des câbles de mesure aux deux extrémités. La longueur de ces câbles de mesure doit être égale à la longueur des câbles de référence utilisés pour les étalonnages de réflexion. Les câbles de mesure doivent être des types de câbles auxquels le connecteur est destiné. Une mesure S_{21} doit être réalisée. Une sortie de mode commun, CM, est exigée sur la paire en essai, au moins sur l'une des deux extrémités. Voir Figure 6.



Légende

Anglais	Français
DUT	Dispositif en essai
NA Port 1	NA Accès 1
NA Port 2	NA Accès 2
Screen (if any)	Ecran (s'il existe)
Ground plane	Plan de masse
Plug side	Côté fiche
Socket side	Côté support

Figure 6 – Montage de mesure

Les embases doivent être mesurées en plaçant au moins une fiche dans au moins un sens. Il n'existe aucune exigence relative aux pertes d'insertion pour les fiches. Pour améliorer la précision, l'affaiblissement de réflexion des interconnexions à chaque extrémité de la connexion accouplée peut être soustrait de la mesure du dispositif en essai.

5.2.6 Rapport d'essai

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

5.2.7 Précision

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

5.3 Affaiblissement de réflexion, Essai 27b

5.3.1 Objet

Cet essai est destiné à mesurer l'affaiblissement de réflexion (RL, en anglais Return Loss) d'une paire de connecteurs accouplés au niveau des deux plans de référence.

5.3.2 Fiche pour l'affaiblissement de réflexion

Le matériel de connexion doit être soumis à des essais d'affaiblissement de réflexion dans les deux sens en utilisant au moins une fiche. Cette fiche doit satisfaire aux exigences de 6.4.4.

5.3.3 Méthode d'essai

L'affaiblissement de réflexion est évalué en mesurant les paramètres de diffusion, S_{11} et S_{22} , de chaque paire.

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 est tel que décrit à l'Article 4. L'utilisation de résistances de sorties de mode différentiel uniquement est recommandée et doit répondre aux exigences de 4.7.4. Quand cela est possible, il est recommandé d'utiliser les mêmes sorties de résistances que celles utilisées pour l'étalonnage de l'instrument en tant que sorties aux extrémités éloignées. L'interconnexion (le cas échéant) doit être préparée et contrôlée conformément au 4.9.2 et doit satisfaire aux exigences de 4.9.2.3.

5.3.5 Procédure

5.3.5.1 Etalonnage

Un étalonnage complet sur un accès, en circuit ouvert, court-circuit et circuit avec charge, doit être réalisé au niveau du plan de référence. Un étalonnage complet sur deux accès est également acceptable. La charge d'étalonnage doit respecter les exigences de 4.7.4.

5.3.5.2 Mesure

Les mesures de S_{11} et S_{22} doivent être réalisées pour chacune des paires.

5.3.6 Rapport d'essai

Les résultats mesurés doivent être consignés sous forme de graphiques ou de tableaux 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 chaque paire. On doit noter de manière explicite si les résultats mesurés 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 les symétriseurs est supposée détériorer l'affaiblissement de réflexion du montage (en fait le pont directionnel mis en place 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. La précision (bande d'incertitude) est donnée aux Tableaux 3 et 4.

Tableau 3 – Bande d'incertitude de mesure de l'affaiblissement de réflexion à des fréquences inférieures à 100 MHz

Affaiblissement de réflexion mesuré	10	12	15	18	20	22	25	28	30
Limite d'incertitude basse	−0,3	−0,3	−0,5	−0,7	−0,8	−1,0	−1,4	−1,9	−2,4
Limite d'incertitude haute	+0,3	+0,4	+0,5	+0,7	+0,9	+1,2	+1,7	+2,5	+3,3

Tableau 4 – Bande d'incertitude de mesure de l'affaiblissement de réflexion à des fréquences supérieures à 100 MHz

Affaiblissement de réflexion mesuré	10	12	15	18	20	22	25	28	30
Limite d'incertitude basse	−0,5	−0,7	−0,9	−1,3	−1,6	−1,9	−2,6	−3,5	−4,2
Limite d'incertitude haute	+0,6	+0,7	+1,0	+1,3	+1,9	+2,5	+3,8	+6,0	+8,7

EXEMPLE Soit l'affaiblissement de réflexion mesuré égal à 20 dB. La véritable valeur de l'affaiblissement de réflexion se trouve alors pour les fréquences au-dessus de 100 MHz dans la bande comprise entre 18,4 dB et 21,9 dB.

5.4 Paradiaphonie (NEXT), Essai 27c

5.4.1 Objet

Cette procédure d'essai a pour objet la mesure de l'amplitude du couplage électrique et magnétique entre des paires de connecteurs perturbateurs et perturbés d'une paire de connecteurs accouplés.

5.4.2 Fiche pour paradiaphonie

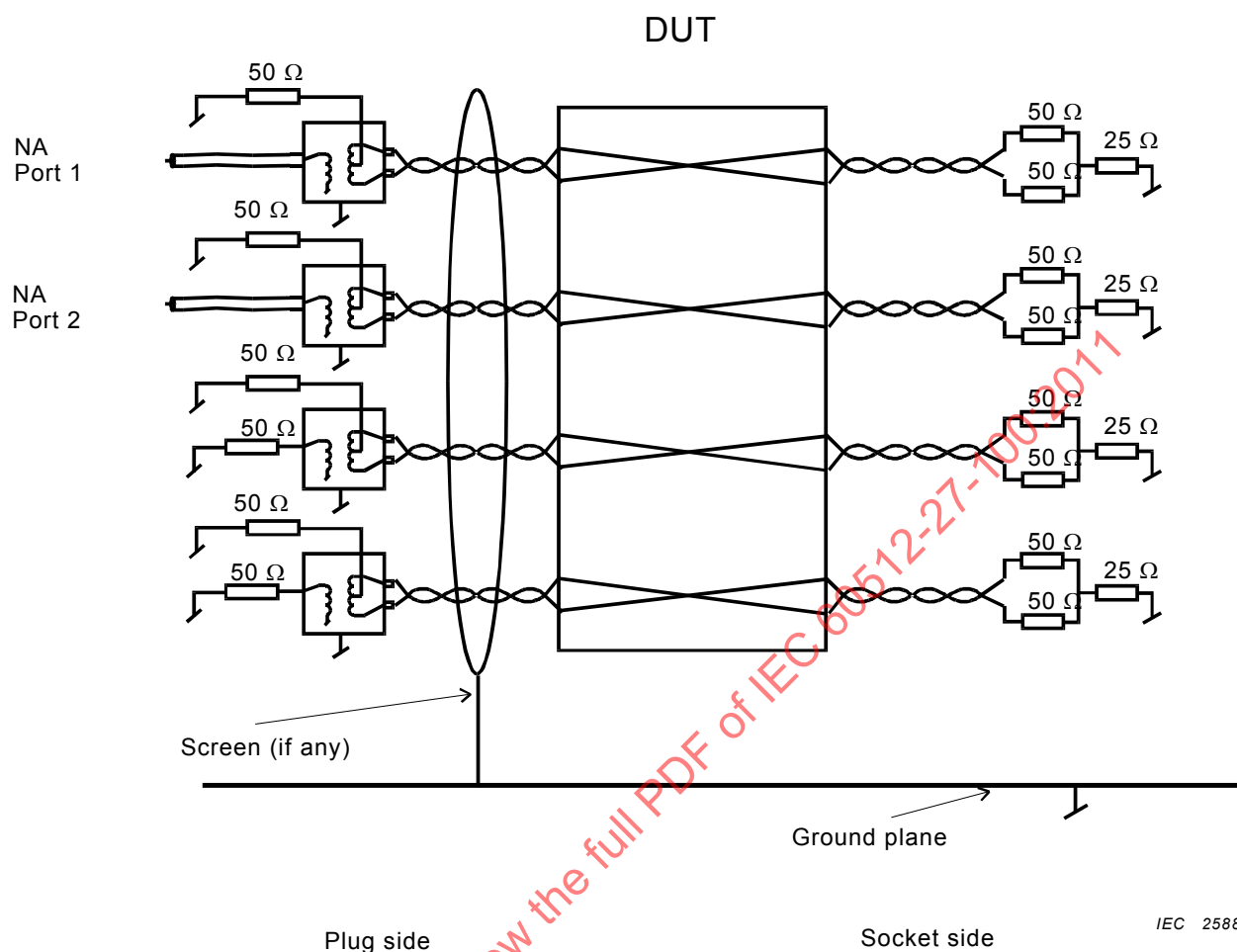
Le matériel de connexion doit être soumis à des essais d'affaiblissement paradiaphonique dans les deux sens en utilisant au moins une fiche. Cette fiche doit satisfaire aux exigences de l'Article 6. Les performances des connecteurs modulaires sur toutes les combinaisons de paires doivent être qualifiées avec la fiche d'essai et avec l'ensemble des vecteurs de limites d'affaiblissement paradiaphonique de la fiche spécifiés dans le Tableau 5 a ou b selon le cas.

5.4.3 Méthode d'essai

La paradiaphonie est évaluée en mesurant les paramètres de diffusion, S_{21} , des combinaisons possibles de paires de conducteurs à une extrémité du connecteur accouplé, tandis que les autres extrémités des paires sont chargées.

5.4.4 Montage d'essai

Le montage d'essai se compose de deux symétriseurs et d'un analyseur de réseau. Une illustration du montage qui montre également les principes de terminaisons est représentée à la Figure 7.



Légende

Anglais	Français
DUT	Dispositif en essai
NA Port 1	NA Accès 1
NA Port 2	NA Accès 2
Screen (if any)	Ecran (s'il existe)
Ground plane	Plan de masse
Plug side	Côté fiche
Socket side	Côté support

Figure 7 – Exemple de mesure de la paradiaphonie

5.4.5 Procédure

5.4.5.1 Etalonnage

Un étalonnage complet sur 2 accès doit être réalisé au niveau des plans d'étalonnage.

5.4.5.2 Etablissement du plancher de bruit

Le plancher de bruit du montage doit être mesuré. Le niveau du plancher de bruit est déterminé par du bruit blanc qui peut être réduit en augmentant la puissance d'essai et en réduisant la largeur de bande de l'analyseur de réseau et par la diaphonie résiduelle entre les symétriseurs d'essai. Le plancher de bruit doit être mesuré en équipant les symétriseurs de résistances et en réalisant une mesure S_{21} . Le plancher de bruit doit être inférieur de 20 dB à

toute limite spécifiée de diaphonie. Si la valeur mesurée est à moins de 20 dB du plancher de bruit, ceci doit être consigné.

NOTE Pour les valeurs de diaphonie élevées, il peut être nécessaire d'écranter les résistances de sortie.

5.4.5.3 Mesure

Connecter la paire perturbatrice du connecteur en essai (DUT) à la source du signal et la paire perturbée à l'accès de réception. Le connecteur en essai doit être soumis aux essais avec des sorties de mode différentiel et de mode commun. Les mesures doivent être réalisées à partir des deux extrémités du connecteur accouplé. Les mesures réalisées à partir de l'extrémité de la fiche doivent être utilisées dans les calculs de 5.4.5.4 ci-dessous, pour une qualification complète dans le sens direct. Les mesures à partir de l'extrémité de la fiche doivent être utilisées en 5.4.5.5 ci-dessous, pour une qualification complète dans le sens inverse. Pratiquer des essais sur toutes les combinaisons de paires possibles et consigner les résultats.

NOTE Il existe 6 combinaisons différentes de paradiaphonie dans un connecteur de 4 paires à partir de chaque côté, ce qui donne un total de 12 mesures. Du fait de la réciprocité, il est nécessaire de pratiquer les essais sur seulement 6 combinaisons uniques non réciproques à partir de chaque côté.

5.4.5.4 Mesure de l'affaiblissement paradiaphonique du matériel de connexion et calcul des réponses des vecteurs de fiche dans le sens direct

- Mesurer le vecteur de l'affaiblissement paradiaphonique (amplitude et phase) pour l'embase accouplée à la fiche d'essai dans le sens direct (signal envoyé dans la fiche d'essai).
- Corriger la phase par rapport à l'interface entre la fiche et l'embase en utilisant les procédures de retard décrites en 6.2.
- Soustraire les vecteurs de l'affaiblissement paradiaphonique corrigés de la fiche en sens direct, obtenus en suivant l'Article 6, des vecteurs corrigés de l'affaiblissement paradiaphonique en situation accouplée obtenus en suivant les étapes a et b. On obtient ainsi des vecteurs d'embase « désaccouplée ». Il s'agit d'un résultat intermédiaire qui n'est pas utilisé pour vérifier la conformité; ces vecteurs d'embase sont utilisés dans l'étape d.
- Ajouter les vecteurs de limites d'affaiblissement paradiaphonique de fiche du Tableau 5 pour chaque combinaison de paires aux vecteurs d'embase « désaccouplée » obtenus dans l'étape c pour chaque combinaison de paires. On obtient 14 réponses d'affaiblissement paradiaphonique du matériel de connexion "réaccouplé".
- La qualification (acceptation/rejet) est déterminée en comparant les résultats de l'étape d aux exigences correspondantes applicables au matériel de connexion.

5.4.5.5 Mesure de l'affaiblissement paradiaphonique du matériel de connexion et calcul des réponses des vecteurs de fiche dans le sens inverse

- Déterminer le retard de l'embase en mesurant le retard de la fiche d'essai, en couplant la fiche d'essai à l'embase et en mesurant le retard de l'ensemble. Soustraire le retard de la fiche d'essai du retard de l'ensemble pour obtenir le retard de l'embase.
- Mesurer le vecteur de l'affaiblissement paradiaphonique (amplitude et phase) pour l'embase couplée à la fiche d'essai, en sens inverse (signal envoyé dans l'embase).
- Corriger la phase par rapport au plan de l'interface en utilisant les résultats obtenus à l'étape a.
- Soustraire les vecteurs de l'affaiblissement paradiaphonique corrigés en sens inverse obtenus en suivant l'Article 6 des vecteurs de l'affaiblissement paradiaphonique corrigés en situation couplée obtenus dans les étapes b et c. On obtient ainsi des vecteurs d'embase « désaccouplée ».
- Ajouter les vecteurs de limites d'affaiblissement paradiaphonique de fiche du Tableau 5 a ou b selon le cas, aux vecteurs d'embase « désaccouplée » obtenus dans l'étape d. On obtient 14 réponses d'affaiblissement paradiaphonique du matériel de connexion "réaccouplé".

- f) La qualification (acceptation/rejet) est déterminée en comparant les résultats de l'étape e aux exigences correspondantes applicables au matériel de connexion.

5.4.5.6 Détermination des vecteurs de limites d'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche

Les vecteurs de limites d'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche sont déterminés en combinant les valeurs d'amplitude avec les valeurs de phase comme indiqué dans le Tableau 5a ou 5b selon le cas.

Tableau 5a – Vecteurs des limites d'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche pour les connecteurs spécifiés jusqu'à 100 MHz

Cas #	Combinaison de paires	Limite	Amplitude des limites d'affaiblissement paradiaphonique de la fiche dB	Phase des limites d'affaiblissement paradiaphonique de la fiche degrés ^{a, b}
Cas 1	3,6-4,5	Basse	$75,8-20\log(f)$	Phase de l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai
Cas 2	3,6-4,5	Centrale	n/a	n/a
Cas 3	3,6-4,5	Centrale	n/a	n/a
Cas 4	3,6-4,5	Elevée	$79,5-20\log(f)$	Phase de l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai
Cas 5	1,2-3,6	Basse	$82-20\log(f)$	Phase de l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai
Cas 6	1,2-3,6	Elevée	$90-20\log(f)$	Phase de l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai
Cas 7	3,6-7,8	Basse	$82-20\log(f)$	Phase de l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai
Cas 8	3,6-7,8	Elevée	$90-20\log(f)$	Phase de l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai
Cas 9	1,2-4,5	Basse	$90-20\log(f)$	90° ou -90°
Cas 10	1,2-4,5	Elevée	n/a	n/a
Cas 11	4,5-7,8	Basse	$90-20\log(f)$	90° ou -90°
Cas 12	4,5-7,8	Elevée	n/a	n/a
Cas 13	1,2-7,8	Basse	$100-20\log(f)$	90° ou -90°
Cas 14	1,2-7,8	Elevée	n/a	n/a
^a La phase de l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai est déterminée en suivant la procédure décrite dans l'Article 6.				
^b Le plan de référence pour mesurer la phase de l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai et la perte de l'affaiblissement paradiaphonique en situation accouplée doit être le plan de référence de la phase de la fiche d'essai tel que décrit dans l'Article 6.				

Tableau 5b – Vecteurs des limites d'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche d'essai pour les connecteurs spécifiés à partir de 1 MHz à 250 MHz et à partir de 1 MHz à 500 MHz

Cas #	Combinaison de paires	Limite	Limite d'amplitude d'affaiblissement paradiaphonique de la fiche dB	Limite de phase d'affaiblissement paradiaphonique de la fiche degrés ^{a, b}
Cas 1	3,6-4,5	Basse	$78,1-20\log(f)$	Phase de fiche d'essai mesurée
Cas 2	3,6-4,5	Centrale	$78,6-20\log(f)$	Phase de fiche d'essai mesurée
Cas 3	3,6-4,5	Centrale	$79,0-20\log(f)$	Phase de fiche d'essai mesurée
Cas 4	3,6-4,5	Elevée	$79,5-20\log(f)$	Phase de fiche d'essai mesurée
Cas 5	1,2-3,6	Basse	$86,5-20\log(f)$	Phase de fiche d'essai mesurée
Cas 6	1,2-3,6	Elevée	$89,5-20\log(f)$	Phase de fiche d'essai mesurée
Cas 7	3,6-7,8	Basse	$86,5-20\log(f)$	Phase de fiche d'essai mesurée
Cas 8	3,6-7,8	Elevée	$89,5-20\log(f)$	Phase de fiche d'essai mesurée
Cas 9	1,2-4,5	Basse	$97-20\log(f)$	+90
Cas 10	1,2-4,5	Elevée	$110-20\log(f)$	-90
Cas 11	4,5-7,8	Basse	$97-20\log(f)$	+90
Cas 12	4,5-7,8	Elevée	$110-20\log(f)$	-90
Cas 13	1,2-7,8	Basse	$106-20\log(f)$	Phase de fiche d'essai mesurée
Cas 14	1,2-7,8	Elevée	$106-20\log(f)$	Phase de fiche d'essai mesurée moins 180°
^a La phase de l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai est déterminée en suivant la procédure décrite dans l'Article 6.				
^b Le plan de référence pour mesurer la phase de l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai et l'affaiblissement paradiaphonique en situation accouplée doit être le plan d'interface tel que décrit dans l'Article 6.				

5.4.5.7 Détermination des critères d'acceptation/rejet

La réponse avec l'ensemble des vecteurs de limites de la fiche doit être conforme aux exigences de la spécification particulière. De plus, l'affaiblissement paradiaphonique du matériel de connexion pour toutes les combinaisons de paires, à l'exception des cas 1 et 4 de connecteurs spécifiés à partir de 1 MHz à 250 MHz, ou à partir de 1 MHz à 500 MHz, doit répondre aux exigences de la spécification particulière. L'affaiblissement paradiaphonique du matériel de connexion pour ces deux cas doit respecter les valeurs déterminées à l'aide des équations spécifiées dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Affaiblissement paradiaphonique d'un matériel de connexion pour le Cas 1 et le Cas 4

Fréquence MHz	Affaiblissement paradiaphonique dB
$1 \leq f \leq 250$	$92,5-20\log f$
$250 < f \leq 500$	$44,54-30\log(f/250)$

5.4.6 Rapport d'essai

Les résultats mesurés doivent être consignés sous forme de graphiques ou de tableaux 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 mesurés dépassent les limites d'essai.

5.4.7 Précision

La précision (bande d'incertitude) doit être supérieure à ± 1 dB pour les mesures jusqu'à 60 dB et à ± 2 dB pour les mesures jusqu'à 85 dB.

5.5 Télédiaphonie (FEXT), Essai 27d

5.5.1 Objet

Cette procédure d'essai a pour objet la mesure de l'amplitude du couplage électrique et magnétique entre des paires perturbatrices et perturbées de connecteurs accouplés.

5.5.2 Fiche pour télédiaphonie

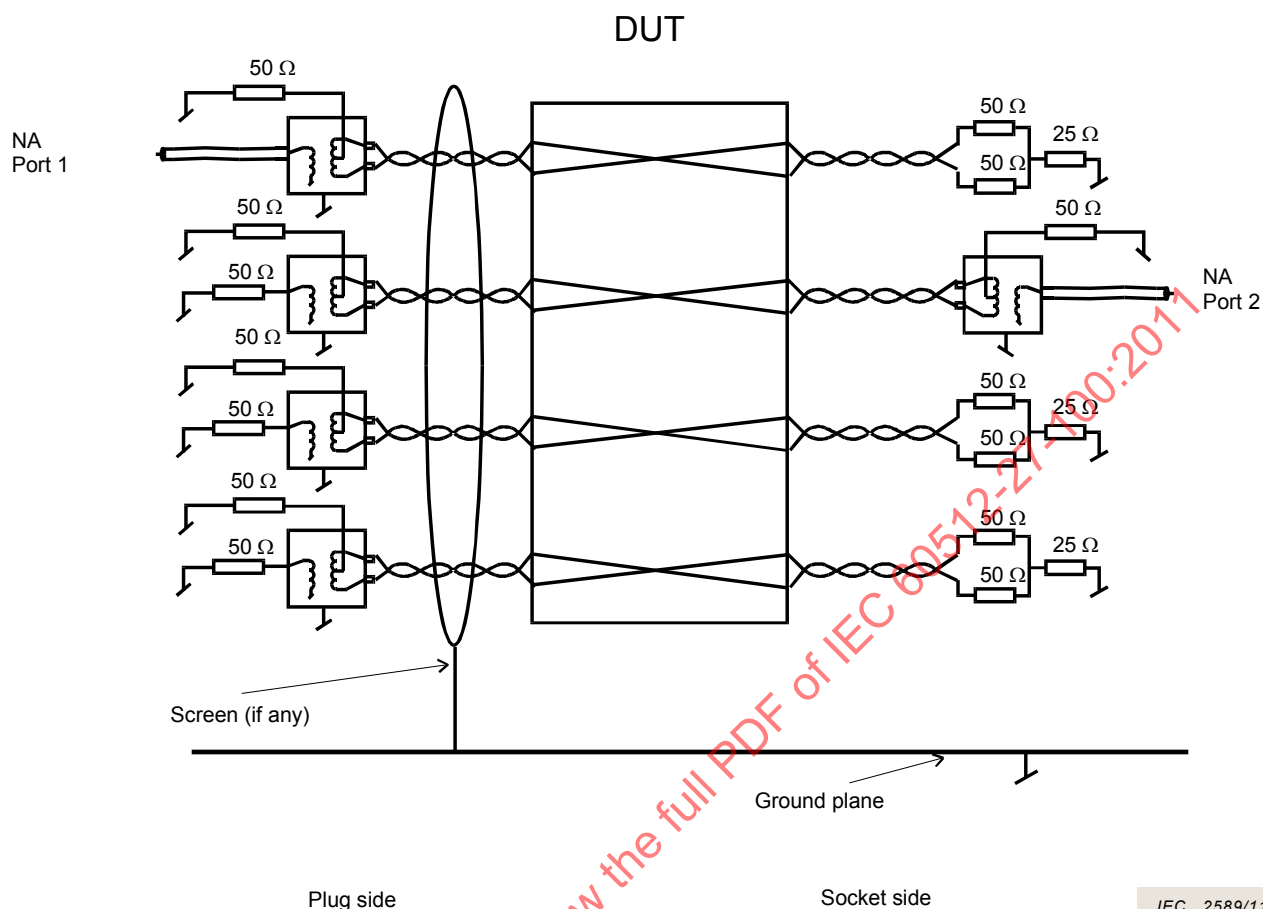
L'affaiblissement télédiaphonique du matériel de connexion est déterminé en mesurant le matériel de connexion à l'aide d'au moins une fiche d'essai qualifiée selon l'Article 6. Mesurer l'affaiblissement télédiaphonique du matériel de connexion au moyen d'interconnexions préparées et contrôlées selon 4.9.2.

5.5.3 Méthode d'essai

La télédiaphonie est évaluée en mesurant les paramètres de diffusion, S_{21} , des combinaisons possibles de paires de conducteurs depuis l'une des extrémités du connecteur accouplé, jusqu'à l'autre extrémité.

5.5.4 Montage d'essai

Le montage d'essai se compose de deux symétriseurs et d'un analyseur de réseau comme défini à l'Article 4. Une illustration du montage qui montre également les principes de terminaison, est donnée à la Figure 8.



IEC 2589/11

Légende

Anglais	Français
DUT	Dispositif en essai
NA Port 1	NA Accès 1
NA Port 2	NA Accès 2
Screen (if any)	Ecran (s'il existe)
Ground plane	Plan de masse
Plug side	Côté fiche
Socket side	Côté support

Figure 8 – Exemple de mesure de la télédiaphonie (FEXT) pour les sorties de mode différentiel et de mode commun

5.5.5 Procédure

5.5.5.1 Etalonnage

L'étalonnage est réalisé comme représenté en 5.2.5.1.

5.5.5.2 Etablissement du plancher de bruit

Le plancher de bruit du montage est établi comme représenté en 5.4.5.2.

5.5.5.3 Mesure

Connecter la paire perturbatrice du dispositif en essai à la source de signal et la paire perturbée à l'accès de réception. Pratiquer des essais sur toutes les combinaisons de paires possibles et consigner les résultats.

NOTE Il existe 12 combinaisons différentes pour la télédiaphonie dans un connecteur de quatre paires, ce qui donne un total de 12 mesures.

5.5.6 Rapport d'essai

Les résultats mesurés doivent être consignés sous forme de graphiques ou de tableaux 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 mesurés dépassent les limites d'essai.

5.5.7 Précision

La précision doit être supérieure à ± 1 dB pour les mesures jusqu'à 60 dB et à ± 2 dB pour les mesures jusqu'à 85 dB.

5.6 Impédance de transfert (Z_t)

Les méthodes d'essai de la CEI 60512-26-100, Essai 26e s'appliquent également aux essais sur les connecteurs dont les gammes de fréquences atteignent 500 MHz.

5.7 Perte de conversion transverse (TCL), Essai 27f

5.7.1 Objet

Cet essai est destiné à mesurer la conversion de mode (différentiel en commun) d'un signal dans les paires de conducteurs du dispositif en essai. Ceci est également appelé affaiblissement de déséquilibre ou perte de conversion transverse, TCL.

5.7.2 Fiche pour TCL

La perte de conversion transverse du matériel de connexion est déterminée en mesurant le matériel de connexion à l'aide d'une fiche d'essai qualifiée selon l'article 6. Mesurer la perte de conversion transverse du matériel de connexion au moyen d'interconnexions préparées et contrôlées selon 4.9.2.

5.7.3 Méthode d'essai

L'atténuation est évaluée en mesurant la partie en mode commun (CM) d'un signal en mode différentiel (DM) qui est inséré dans l'une des paires de conducteurs, qui est convertie en mode commun par le dispositif en essai au niveau de la même paire de conducteurs du côté opposé.

5.7.4 Montage d'essai

Ce montage d'essai se compose d'un analyseur de réseau et d'un symétriseur avec un accès d'essai de mode différentiel et de mode commun. Une illustration du montage, qui montre également les principes de terminaison, est donnée à la Figure 9. Il convient de raccorder la paire du DUT en essai aux bornes de sortie du symétriseur en mode différentiel. Toutes les paires inutilisées, à l'extrémité proche et à l'extrémité éloignée, doivent être terminées en mode différentiel plus commun. Il convient que les réseaux de résistances de sortie à l'extrémité proche et éloignée soient accouplés et raccordés au plan de masse de mesure. Il convient de positionner le dispositif en essai à 50 mm du plan de masse sur l'extrémité proche. Il convient que les interconnexions à l'extrémité proche raccordant le dispositif en

essai au symétriseur et aux sorties ne dépassent pas 51 mm de longueur et il convient de les orienter de façon orthogonale les unes par rapport aux autres afin de minimiser le couplage.

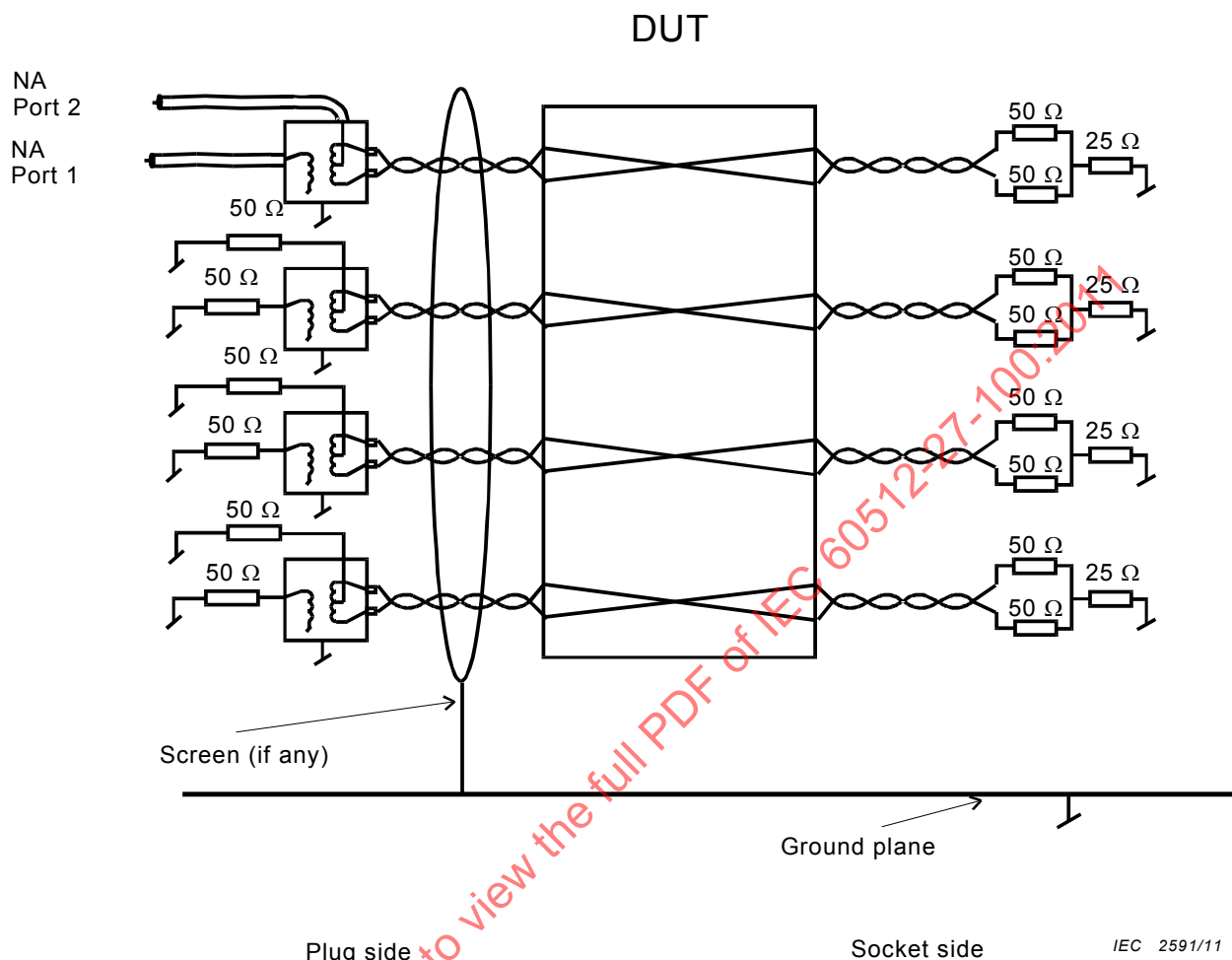




Figure 10 – Etalonnage de l'affaiblissement des fils coaxiaux

ETAPE 2: L'affaiblissement des signaux de mode différentiel du symétriseur d'essai est mesuré en connectant deux symétriseurs identiques dos à dos avec une longueur de fil minimale, comme illustré sur la Figure 11. Noter que les symétriseurs sont positionnés de façon à maintenir la polarité et qu'ils sont couplés (solidement fixés, par exemple, par serrage) à un plan de masse. La perte d'insertion mesurée est divisée par 2 pour s'approcher de la perte d'insertion d'un symétriseur pour un signal en mode différentiel.

La perte d'insertion calculée est consignée comme suit $a_{bal,DM}$.

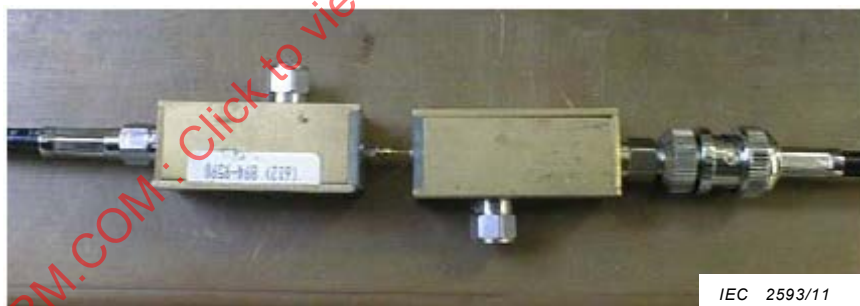


Figure 11 – Mesure de la perte d'insertion de symétriseurs placés dos à dos

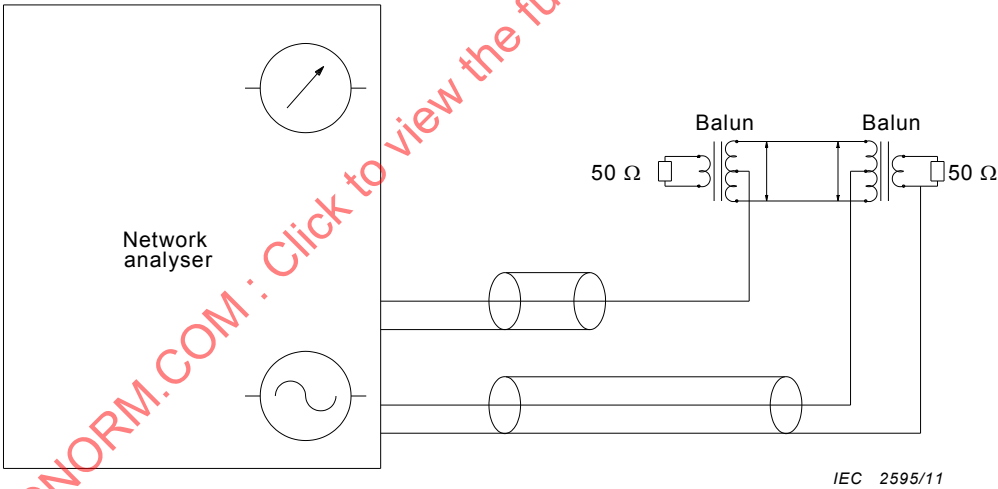
ETAPE 3: L'affaiblissement des signaux de mode commun du symétriseur d'essai est mesuré en connectant ensemble les bornes d'accès et les bornes de référence de masse symétriques des deux symétriseurs, et les accès de l'analyseur de réseau reliés aux supports de mode commun, comme indiqué dans les Figures 12 et 13. On peut utiliser une courte longueur de fil nu pour connecter chacune des bornes individuelles du symétriseur. Il est important de connecter également les références de masse. Les symétriseurs doivent être solidement fixés par serrage au plan de masse. De même, l'écran extérieur du fil d'essai coaxial doit être correctement relié au plan de masse comme indiqué sur les Figures 12 et 13. Diviser par 2 pour obtenir la perte d'insertion de mode commun d'un symétriseur. La perte d'insertion obtenue est consignée comme suit $a_{bal,CM}$.

Légende

Anglais	Français
bal, CM	sym, MC



Figure 12 – Configuration pour l'étalonnage de la perte d'insertion de mode commun d'un symétriseur



Légende

Anglais	Français
Network analyser	Analyseur de réseau
Balun	Symétriseur

Figure 13 – Schéma pour l'étalonnage de la perte d'insertion de mode commun d'un symétriseur

5.7.5.2 Plancher de bruit

Le plancher de bruit du montage doit être mesuré. Le niveau du plancher de bruit est déterminé par du bruit blanc qui peut être réduit en augmentant la puissance d'essai et en

réduisant la largeur de bande de l'analyseur de réseau ainsi que par la symétrie longitudinale (voir Tableau 1) du symétriseur d'essai.

Le plancher de bruit, $a_{\text{bruit},m}$ doit être mesuré en raccordant la sortie de mode différentiel du symétriseur à une résistance de 100 Ω et en réalisant une mesure de S_{21} entre l'accès de mode différentiel et l'accès de mode commun du symétriseur. a_{bruit} est calculé comme suit

$$a_{\text{noise},m} = -20 \log |S_{21}| \quad (2)$$

$$a_{\text{noise}} = a_{\text{noise},m} - a_{\text{bal,DM}} - a_{\text{bal,CM}} \quad (3)$$

Anglais	Français
noise	bruit
bal, DM	sym, MD
bal, CM	sym, MC

Le plancher de bruit doit être inférieur de 20 dB à toute limite spécifiée de symétrie. Si la valeur mesurée est à moins de 10 dB du plancher de bruit, ceci doit être consigné.

5.7.5.3 Mesure

Connecter la paire mesurée du dispositif en essai à la sortie de mode différentiel du symétriseur d'essai. Raccorder le dispositif en essai conformément à 5.7.4. Réaliser une mesure S_{21} entre l'accès d'essai de mode différentiel et l'accès de mode commun du symétriseur. La symétrie, TCL , est calculée comme suit

$$a_{\text{meas}} = -20 \log |S_{21}| \quad (4)$$

$$TCL = a_{\text{meas}} - a_{\text{bal,DM}} - a_{\text{bal,CM}} \quad (5)$$

meas	Mes
bal, DM	sym, MD
bal, CM	sym, MC

5.7.6 Rapport d'essai

Les résultats mesurés doivent être consignés sous forme de graphiques ou de tableaux 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 mesurés dépassent les limites d'essai.

5.7.7 Précision

La précision doit être supérieure à ± 1 dB à la limite de spécification.

5.8 Perte de transfert de conversion transverse (TCTL), Essai 27g

5.8.1 Objet

Cet essai est destiné à mesurer la conversion de mode (mode différentiel en mode commun) d'un signal dans les paires de conducteurs du dispositif en essai. Cette propriété est également appelée perte de transfert de conversion transverse, TCTL.

5.8.2 Fiche pour TCTL

La perte de transfert de conversion transverse du matériel de connexion est déterminée en mesurant le matériel de connexion à l'aide d'une fiche d'essai qualifiée selon l'Article 6. Mesurer la perte de transfert de conversion transverse du matériel de connexion au moyen d'interconnexions préparées et contrôlées selon 4.9.2.

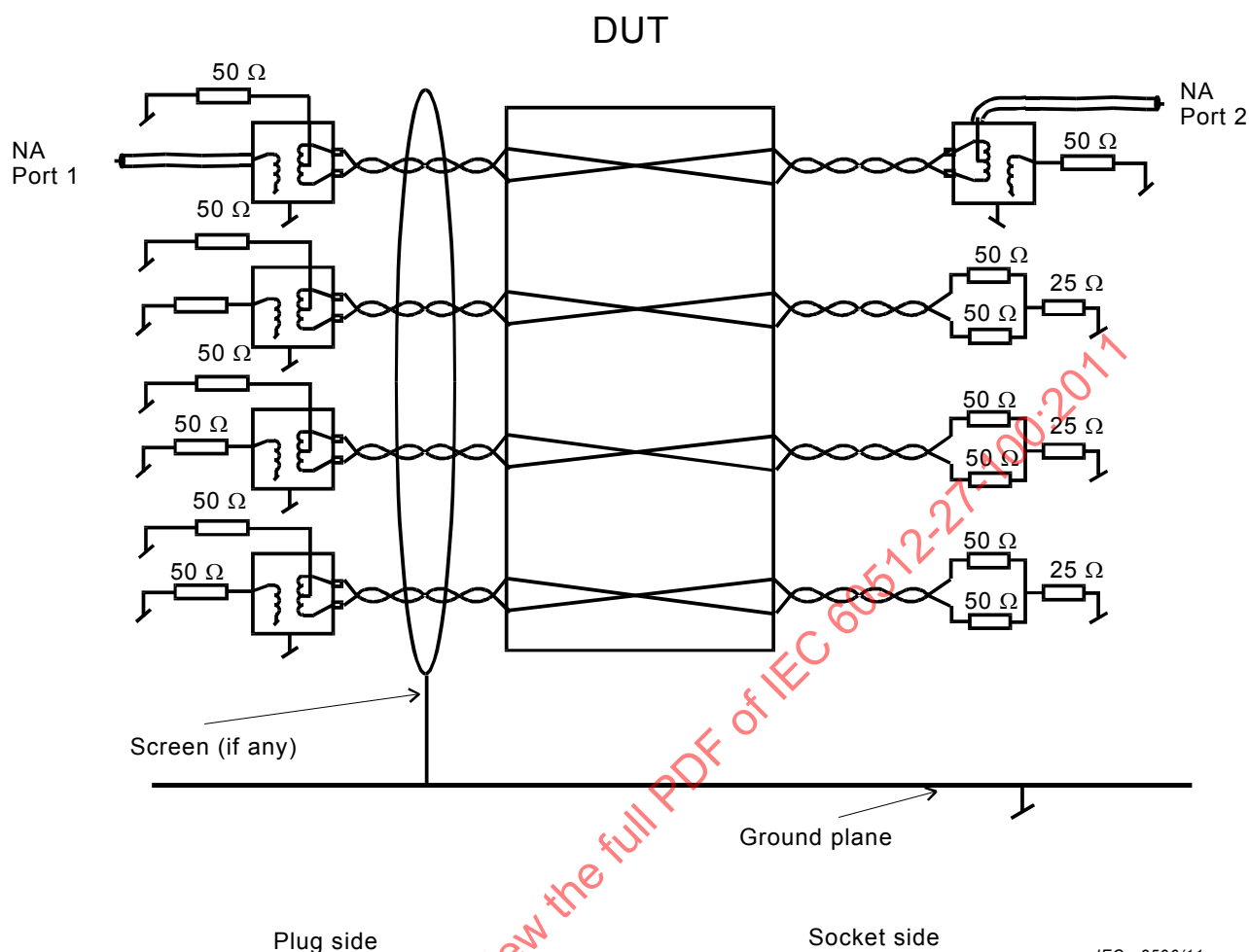
5.8.3 Méthode d'essai

La symétrie est évaluée en mesurant la partie de mode différentiel d'un signal inséré dans l'une des paires de conducteurs, qui est convertie en mode commun par le dispositif en essai au niveau de la même paire de conducteurs sur le côté opposé.

5.8.4 Montage d'essai

Ce montage d'essai se compose d'un analyseur de réseau et de deux symétriseurs avec des accès d'essai de mode différentiel et de mode commun. Une illustration du montage, qui montre également les principes de terminaison, est donnée à la Figure 14. Toutes les paires inutilisées doivent être raccordées en mode différentiel plus commun. Les bornes de masse de la terminaison doivent être connectées de façon sûre au même plan de masse.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60512-27-100:2011



IEC 2596/11

Légende

Anglais	Français
DUT	Dispositif en essai
N Port 1	NA Accès 1
N Port 2	NA Accès 2
Screen (if any)	Ecran (s'il existe)
Ground plane	Plan de masse
Plug side	Côté fiche
Socket side	Côté support

Figure 14 – Exemple de mesure de la perte de transfert de conversion transverse**5.8.5 Procédure****5.8.5.1 Etalonnage**

L'étalonnage du matériel d'essai pour les mesures de TCTL doit suivre la procédure indiquée en 5.7.5.1 pour les deux symétriseurs utilisés dans la mesure; il convient d'enregistrer les valeurs d'étalonnage à la fois en mode commun et en mode différentiel pour les deux symétriseurs, ce qui donne un total de quatre valeurs d'étalonnage. Il convient de consigner les valeurs d'étalonnage comme suit:

$a_{bal,DM.1}$, , $a_{bal,DM.2}$, $a_{bal,CM.1}$, et , $a_{bal,CM.2}$.

DM	MD
CM	MC

NOTE $a_{bal,DM}=a_{bal,DM1}=a_{bal,DM2}$ and $a_{bal,CM}=a_{bal,CM1}=a_{bal,CM2}$ ”

Il est possible d'étalonner chaque symétriseur de façon unique, mais la méthode proposée ici est basée sur l'hypothèse selon laquelle ils sont égaux.

5.8.5.2 Plancher de bruit

Les mêmes principes décrits en 5.7.5.2 pour les mesures de TCL s'appliquent.

Le plancher de bruit $TCTL_{noise,m}$ doit être mesuré en reliant les ports du mode commun des symétriseurs le plus près possible et en effectuant une mesure S_{21} entre le port du mode différentiel du symétriseur utilisé pour le lancement du signal et le port du mode commun du symétriseur utilisé pour la mesure. Le $TCTL_{noise}$ est calculé comme suit :

$$TCTL_{noise,m} = -20\log|S_{21}|$$

$$TCTL_{noise} = TCTL_{noise,m} - IL_{bal,DM} + IL_{bal,CM}$$

D'autres méthodes (équivalentes et valables) de mesure du plancher de bruit sont autorisées.

5.8.5.3 Mesure

Connecter la paire mesurée du dispositif en essai à la sortie de mode différentiel du symétriseur d'essai. Terminer le dispositif en essai conformément au 5.7.4. Réaliser une mesure S_{21} entre l'accès d'essai de mode différentiel et l'accès de mode commun du symétriseur. La symétrie, $TCTL$, est calculée comme suit

$$a_{meas} = -20\log|S_{21}| \quad (6)$$

$$TCTL = a_{meas} - a_{bal,DM} - a_{bal,CM} \quad (7)$$

meas	mes
or	ou
bal,DM	sym,MD
bal,CM	sym,MC

On doit s'assurer d'utiliser l'affaiblissement de mode approprié pour le symétriseur approprié dans les deux cas.

5.8.6 Rapport d'essai

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

5.8.7 Précision

La précision doit être supérieure à ± 1 dB à la limite de spécification.

5.9 Affaiblissement de couplage

Les mesures de l'affaiblissement de couplage, si la spécification particulière l'exige, s'appliquent uniquement aux connecteurs blindés.

L'affaiblissement de couplage doit être réalisée selon la CEI 62153-4-12, sur la gamme de fréquences comprise entre 100 MHz et 500 MHz.

6 Construction et qualification des fiches d'essai pour les affaiblissements paradiaphoniques (NEXT) et télédiaphoniques (FEXT) et les mesures d'affaiblissement de réflexion

6.1 Généralités

6.1.1 Remarques introductives

En raison des variations intrinsèques à la terminaison des câbles par des fiches modulaires, la fiche d'essai utilisée pour qualifier les performances d'une sortie modulaire doit être soigneusement contrôlée.

Le présent article décrit la construction, la qualification et les exigences pour les fiches d'essai, permettant la vérification des performances du matériel de connexion.

Pour les besoins de la présente Norme, une fiche d'essai modulaire se compose d'un assemblage répondant aux exigences dimensionnelles de la CEI 60603-7 équipé de connexions adaptées à partir des contacts électriques. La fiche d'essai modulaire pour la qualification des embases qualifiées jusqu'à 500 MHz peut être constituée d'une carte de circuit imprimé, comme illustré sur les Figures A.9 et A.10, ou raccordée à des fils au moyen d'une fiche ou d'un assemblage de fiches approprié.

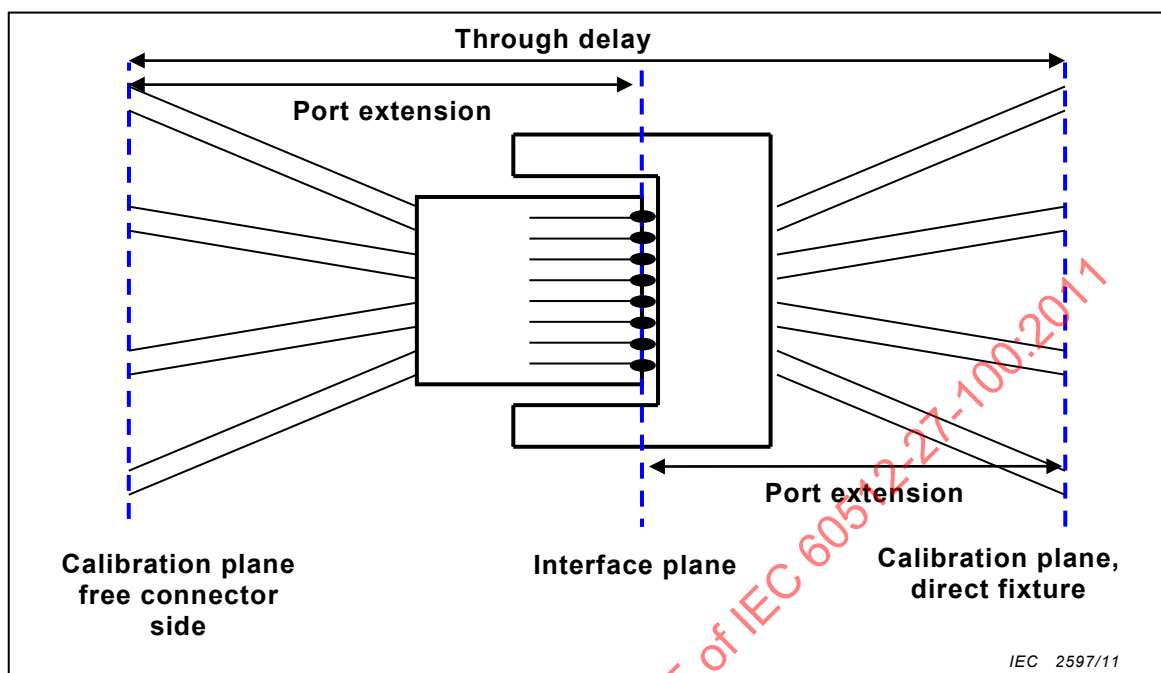
NOTE Le dispositif direct, comme spécifié en 6.5, est compatible avec les fiches possédant une surface de contact $\geq 2,60$ mm selon la dimension H2 définie en 3.2.2 de la CEI 60603-7.

Les fiches d'essai doivent être qualifiées pour toutes les exigences indiquées en 6.2 (affaiblissement paradiaphonique), au 6.3 (affaiblissement télédiaphonique) et en 6.4 (affaiblissement de réflexion).

L'affaiblissement paradiaphonique et l'affaiblissement télédiaphonique des fiches d'essai doivent être mesurés à l'aide du dispositif direct ou équivalent, décrit en 6.5.1. Utiliser la procédure de retard spécifiée en 6.1.2 pour corriger la phase de la mesure de fiche lorsqu'elle est mesurée avec le dispositif direct.

La fiche d'essai doit être qualifiée par rapport au plan de référence de la phase à l'extrémité de la fiche, au niveau du point de connexion avec les contacts de l'embase. Il convient de rapprocher au maximum les plans d'étalonnage du plan d'interface comme indiqué à la Figure 15. Se reporter au 4.9.1 concernant les exigences relatives aux interconnexions entre chaque

plan d'étalonnage approprié et la fiche d'essai. En variante, le dispositif direct peut être étalonné au niveau des extrémités des sondes coaxiales (des exemples sont fournis à la Figure 16) en utilisant des artéfacts d'étalonnage adaptés.



Légende

Anglais	Français
Through delay	Retard direct
Port extension	Extension d'accès
Calibration plane, free connector side	Plan d'étalonnage, côté fiche
Interface plane	Plan d'interface
Calibration plane, direct fixture	Plan d'étalonnage, dispositif direct

Figure 15 – Etalonnage, plans d'interface et extensions d'accès

6.1.2 Mesures de retard

6.1.2.1 Généralités

Utiliser ces procédures de mesure pour toutes les mesures réalisées sur les fiches d'essai ainsi que sur les embases et les dispositifs directs, destinés à être utilisés dans les calculs de « désaccouplage ».

Les valeurs d'extension d'accès calculées suivant l'équation (8) sont appliquées à chaque accès (pour chaque paire) pour aligner les plans de référence de mesure sur le plan d'interface où le contact s'effectue avec l'embase.

Pour toutes les mesures utilisées ultérieurement dans les calculs vectoriels ou matriciels et/ou lorsque des exigences de phase sont spécifiées, les extensions d'accès appropriées doivent être appliquées après l'étalonnage pour ajuster la mesure par rapport au plan d'interface. Pour ce faire, on peut appliquer les extensions d'accès directement sur l'analyseur de réseau ou régler la phase après la mesure à l'aide de l'équation (8).

$$phase_{(testplugphase_ref_plane)} (deg) = phase_{(calibration_plane)} (deg) \dots$$

$$\dots + 360 \cdot frequency (Hz) \cdot delay (sec) \quad (8)$$

testplugphase_ref_plane	plan_réf_phase fiche d'essai
calibration_plane	plan_étalonnage
frequency	fréquence
Delay	retard

Les réglages de l'analyseur de réseau doivent être suffisants pour obtenir une variation aléatoire maximale de +/-5 ps. Les réglages recommandés sont les suivants:

- La fonction de mesure est le retard *S11*.
- Moyenner 4x ou plus.
- Largeur de bande de la fréquence intermédiaire (IFBW; en anglais *Intermediate frequency bandwidth*): 300 Hz ou moins.
- Gamme de fréquences comprise entre 100 MHz et 500 MHz avec au moins 100 points de composantes.
- Niveau de puissance de sortie compris entre -5 dBm et 0 dBm pour les mesures critiques de phase.

6.1.2.2 Retard et extension d'accès de fiche d'essai – méthode par court-circuitage de l'embase

La procédure est la suivante:

- La fiche d'essai étant connectée aux symétriseurs d'essai, mesurer le retard *S11* déterminé avec un circuit ouvert au niveau du plan d'interface pour chaque paire.
- Placer un court-circuit sur la fiche d'essai. Ce court-circuit doit connecter les contacts de la paire en essai au plan d'interface et ne pas se situer à plus de 3 mm du point de contact de l'embase. Mesurer le retard *S11* pour chaque paire court-circuitée de cette manière.
- La valeur de retard pour chaque paire est calculée en moyennant les mesures de retard de circuit ouvert et de court-circuit sur la gamme de fréquences comprise entre 100 MHz et 500 MHz en utilisant un espacement linéaire et un minimum de 100 points de fréquence. Ces mesures représentent des retards d'aller-retour. Le retard unidirectionnel est égal à la moitié du retard d'aller-retour *S11*.

6.1.2.2.1 Calcul de l'extension d'accès

Les retards unidirectionnels mesurés (circuit ouvert et court-circuit) doivent être utilisés pour calculer l'extension d'accès pour chaque paire selon l'équation (9). On reconnaît qu'il existe une erreur intrinsèque dans les mesures de retard en raison de la longueur finie du court-circuit. Pour corriger cette erreur, un facteur de correction $TD_{shortingjack}$ décrit en 6.1.1.2 doit être appliqué à chaque extension d'accès.

$$PortExtension = average\left(\frac{TD_{open} + TD_{short} - TD_{shortingjack}}{4}\right) \quad (9)$$

PortExtension	ExtensionAccès
average	moyenne
open	ouvert
short	court
shortingjack	sortie court-circuit

6.1.2.2 Correction de retard de fiche

La procédure suivante est recommandée pour l'établissement d'un facteur de correction de retard de court-circuit approprié:

- Choisir une fiche pouvant être utilisée pour réaliser cette procédure, puis éliminée. Il est recommandé de choisir trois fiches au moins.
- Monter la fiche de façon rigide sur une pyramide ou un autre dispositif adapté de gestion de l'impédance.
- Mesurer le retard d'aller-retour S_{11} de la fiche accouplée à l'embase de court-circuit sur toutes les paires et consigner ces valeurs comme suit $Retard_{fiche\ d'aller-retour}$.
- Sans enlever la fiche de la pyramide, couper les nervures en plastique séparant les contacts et souder un fil à travers les 8 contacts, là où ils sont en contact avec une embase d'accouplement.
- Mesurer le retard d'aller-retour S_{11} de la fiche sur chaque paire et consigner ces valeurs comme suit $Retard_{fiche\ d'aller-retour}$.
- Soustraire 5 pico-secondes pour les paires 1,2; 4,5; et 7,8 et 14 pico-secondes pour la paire 3,6 du $Retard_{fiche\ d'aller-retour}$ pour tenir compte du retard de l'intervalle de court-circuit des contacts de la fiche. Consigner ces valeurs comme suit $Retard_{fiche\ d'aller-retour\ réglée}$.
- Déterminer la différence de retard d'aller-retour pour chaque paire de l'embase de court-circuit comme suit:

$$TD_{shortingjack} = Delay_{roundtripplugjack} - Delay_{adjustedroundtripplug} \quad (10)$$

shortingjack	sortie court-circuit
Delay	Retard
roundtripplugjack	sortie fiche d'aller-retour
adjustedroundtripplug	fiche d'aller-retour réglée

NOTE 1 Les mesures du retard dépendent de la proximité avec les plans de masse. Il convient que le positionnement des interconnexions (par exemple, des paires de fils) reste constant au cours de l'ensemble des mesures.

NOTE 2 La précision de mesure de cette méthode est d'environ 20 ps dans une mesure d'aller-retour correspondant à une distance unidirectionnelle d'environ 2 mm.

6.1.2.3 Mesures de retard d'un dispositif direct

La procédure à suivre pour mesurer le retard du dispositif direct est la suivante:

- Insérer un artéfact de court-circuit dans le dispositif direct et mesurer le retard S_{11} pour chaque paire du dispositif direct.
- Soustraire 14 ps pour la paire 3,6 et 5 ps pour les trois autres paires (1,2 et 4,5 et 7,8) du retard de court-circuit mesuré pour tenir compte du retard de l'intervalle de court-circuit des sondes coaxiales.
- Enlever l'artéfact de court-circuit, insérer un artéfact de circuit ouvert dans le dispositif direct et mesurer le retard S_{11} pour chaque paire du dispositif direct.
- La valeur de retard pour chaque paire est calculée en établissant la moyenne des mesures de retard en circuit ouvert et en court-circuit sur la gamme de fréquences comprise entre 100 MHz et 500 MHz en utilisant un espacement linéaire et un minimum de 100 points de fréquence. Ces mesures de retard représentent des retards d'aller-retour. Le retard unidirectionnel est égal à la moitié du retard d'aller-retour S_{11} .

S'assurer que la longueur étendue des sondes coaxiales durant la mesure à l'aide des artéfacts de circuit ouvert et de court-circuit est compatible avec la longueur étendue lorsqu'elles sont couplées à une fiche d'essai.

Les artéfacts de court-circuit et de circuit ouvert doivent être compatibles avec les exigences dimensionnelles du dispositif direct, comme indiqué sur les Figures 27, 28 et 29. La surface d'accouplement de ces artéfacts aux sondes coaxiales du dispositif direct doit être identique à la hauteur de contact de la fiche terminée spécifiée dans la série de normes CEI 60603-7 (c'est-à-dire 5,89 mm à 6,17 mm). Des exemples sont illustrés à la Figure 16. On peut également créer des artéfacts à partir de fiches à condition qu'elles respectent ces exigences.

NOTE 1 Pour calculer l'extension d'accès, seuls les artéfacts de circuit ouvert et de court-circuit sont nécessaires. Les artéfacts restants peuvent être utilisés pour d'autres étalonnages.

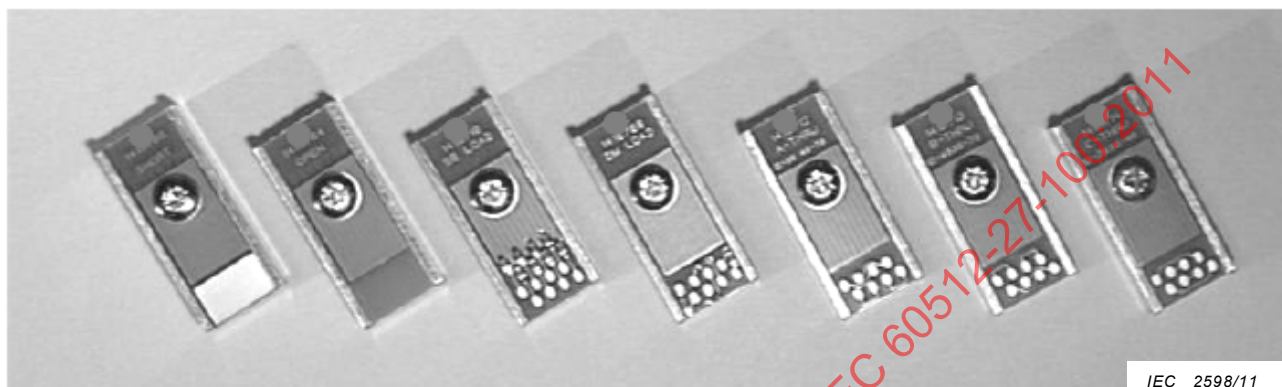


Figure 16 – Exemples d'artéfacts de court-circuit, circuit ouvert, circuit avec charge et circuit direct pour dispositif direct

NOTE 2 Les artéfacts de dispositif direct présentés à la Figure 16 peuvent être obtenus auprès de: ADC Telecommunications, Inc., Eden Prairie, MN 55344 (catalogue ADC référence 6529 1200-00; contacter ADC directement ou à l'adresse électronique suivante: directfixture.artefacts@adc.com).¹

6.1.2.4 Méthode de retard direct pour une fiche d'essai

Le retard de la fiche d'essai peut également être déterminé en mesurant le retard du dispositif direct selon 6.1.2.3, en connectant la fiche d'essai au dispositif direct puis en mesurant le retard direct de l'ensemble (fiche d'essai plus dispositif direct). Soustraire le retard du dispositif du retard direct de l'ensemble pour obtenir le retard de la fiche d'essai.

6.1.2.5 Mesures de retard d'une embase

De nombreuses conceptions d'embases comportent des fils qui dépassent du plan d'interface. Par conséquent, une mesure en circuit ouvert ne fournira pas une estimation valable du retard entre le plan d'étalonnage et l'interface. On doit donc mesurer le retard de l'embase en mesurant d'abord le retard d'une fiche selon 6.1.2, puis accoupler la fiche à l'embase et mesurer le retard direct de la paire accouplée, et finalement soustraire le retard de la fiche.

6.2 Paradiaphonie d'une fiche d'essai

6.2.1 Généralités

Pour mesurer l'affaiblissement paradiaphonique du matériel de connexion, il suffit de qualifier les fiches d'essai dans le sens d'essai de l'extrémité proche, l'extrémité du câble de la fiche étant désignée comme extrémité proche. Les fiches d'essai ainsi qualifiées sont utilisées pour caractériser les performances du matériel de connexion accouplé à partir des orientations de mesure de l'extrémité proche et de l'extrémité éloignée. Pour effectuer la qualification de

¹ Ces artéfacts sont un exemple de produit approprié disponible sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que la CEI approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit ainsi désigné.

l'affaiblissement paradiaphonique du matériel de connexion dans le sens inverse, il est également nécessaire de mesurer l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai dans le sens inverse.

6.2.2 Procédure d'accouplement d'une fiche d'essai au dispositif direct

- a) Placer la fiche d'essai dans la pince de la fiche comme indiqué sur la Figure 17.



IEC 2599/11

Figure 17 – Fiche modulaire placée dans la pince de la fiche

- b) Maintenir la fiche en place, faire glisser la pince de la fiche sur les broches guides du bloc de pince comme indiqué sur la Figure 18 et 19.

NOTE La broche à ressort dans le bloc de pince fait pression sur la fiche et la maintient en position contre la pince de la fiche.



IEC 2600/11

Figure 18 – Guidage de la fiche en position

- c) Guider la fiche d'essai en position contre les broches de contact coaxial en s'assurant que la fiche ne bouge pas dans la pince de fiche et qu'elle glisse verticalement sur les broches de contact coaxial. Eviter tout chargement latéral sur les broches car elles risqueraient de se déformer en cas de pression exercée sur le côté.



IEC 2601/11

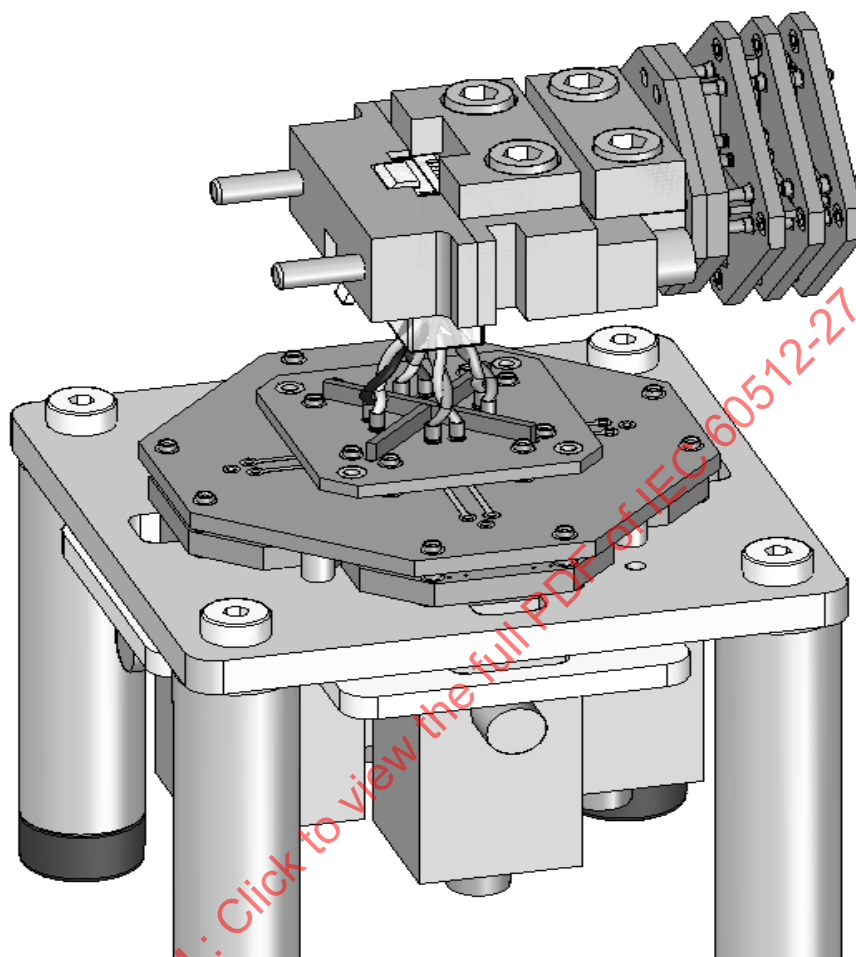
Figure 19 – Fiche d'essai/dispositif direct

- d) Attacher la pince de la fiche et le bloc de pince ensemble au moyen de pinces à ressort comme indiqué sur la Figure 19.

6.2.3 Mesure de l'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche d'essai

Mesurer les vecteurs d'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai pour toutes les combinaisons de paires dans les deux sens. Le Figure 20 montre l'appareil convenable. Utiliser un dispositif direct qualifié selon 6.5.1. Corriger la phase de toutes les mesures d'affaiblissement paradiaphonique par rapport à l'interface entre les contacts de la fiche et le dispositif. Utiliser les procédures décrites en 6.1.2. Les résultats des mesures de vecteurs

corrigés pour l'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai sont utilisés pour le calcul de l'affaiblissement paradiaphonique en situation accouplée afin d'assurer la conformité avec les exigences du matériel de connexion concernant les limites supérieures et inférieures des fiches d'essai.



IEC 2602/11

Figure 20 – Illustration de la mesure de la paradiaphonie d'une fiche d'essai dans le sens direct

6.2.4 Exigences d'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche d'essai

Les vecteurs d'affaiblissement paradiaphonique corrigés (amplitude et phase) de la fiche d'essai dans le sens direct doivent respecter les gammes de valeurs d'affaiblissement paradiaphonique de fiche indiquées dans le Tableau 7. Les exigences d'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai s'appliquent dans le sens direct uniquement. L'affaiblissement paradiaphonique de la fiche d'essai en sens inverse doit également être mesuré de façon à pouvoir utiliser ces données dans le cadre de la procédure de qualification de l'affaiblissement paradiaphonique du matériel de connexion en sens inverse, comme indiqué dans l'Article 5.

Tableau 7 – Gammes de valeurs d'affaiblissement paradiaphonique d'une fiche d'essai

Combinaison de paires	Gamme d'amplitudes d'affaiblissement de NEXT dB ¹⁾	Gamme de phases d'affaiblissement de NEXT degrés ²⁾
3,6-4,5	$78,1-20\log(f) \leq \text{Affaiblissement de NEXT} \leq 79,5-20\log(f)$	50 – 100 MHz: $(-90 + 0,015 \cdot f) \pm 1$ 100 – 500 MHz: $(-90 + 0,015 \cdot f) \pm f/100$
1,2-3,6	$86,5-20\log(f) \leq \text{Affaiblissement de NEXT} \leq 89,5-20\log(f)$	$(-90 + 0,015 \cdot f) \pm 3 \cdot f/100$
3,6-7,8	$86,5-20\log(f) \leq \text{Affaiblissement de NEXT} \leq 89,5-20\log(f)$	$(-90 + 0,015 \cdot f) \pm 3 \cdot f/100$
1,2-4,5	Affaiblissement de NEXT $\geq 97-20\log(f)$ ⁴⁾	$90 \pm (30 \cdot f/100)$ ³⁾
4,5-7,8	Affaiblissement de NEXT $\geq 97-20\log(f)$ ⁴⁾	$90 \pm (30 \cdot f/100)$ ⁴⁾
1,2-7,8	Affaiblissement de NEXT $\geq 106-20\log(f)$ ⁴⁾	Toute phase
1) Les limites d'amplitude s'appliquent sur la gamme de fréquences comprise entre 10 MHz et 500 MHz. 2) Les limites de phase s'appliquent sur la gamme de fréquences comprise entre 50 MHz et 500 MHz. 3) Lorsque l'amplitude d'affaiblissement paradiaphonique de la fiche mesurée est supérieure à $110-20\log(f)$ ou 70 dB, la limite de phase ne s'applique pas. 4) Lorsque les calculs de limites d'amplitude d'affaiblissement paradiaphonique donnent une valeur supérieure à 70 dB, la limite doit revenir à 70 dB. 5) Lorsque l'on utilise le dispositif N447059 DPMF décrit dans l'Annexe A, la limite supérieure d'amplitude pour la combinaison de 36-45 $79,5-20\log(f)$ doit être de $79,5-20\log(f) + 0,5(f-300)/200$ pour la gamme de fréquences comprise entre 300 MHz et 500 MHz.		

6.3 Télédiaphonie d'une fiche d'essai

6.3.1 Mesure de l'affaiblissement télédiaphonique d'une fiche d'essai

Connecter la fiche d'essai au dispositif direct comme décrit en 6.2.2. Mesurer les vecteurs d'affaiblissement télédiaphonique de la fiche d'essai pour toutes les combinaisons de paires. Utiliser le dispositif direct spécifié en 6.5.1 ou un dispositif équivalent.

Corriger la phase de toutes les mesures d'affaiblissement télédiaphonique par rapport au plan de référence de la phase de la fiche d'essai. Utiliser les procédures décrites en 6.1.2.

6.3.2 Exigences d'affaiblissement télédiaphonique de la fiche d'essai

Les vecteurs d'affaiblissement télédiaphonique corrigés (amplitude et phase) des 12 combinaisons de paires de la fiche d'essai doivent respecter les gammes de valeurs d'affaiblissement télédiaphonique de la fiche d'essai indiquées dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Gammes de valeurs d'affaiblissement télédiaphonique d'une fiche d'essai

Combinaison de paires	Gamme de fréquences MHz	Gamme d'amplitudes ^{3), 4)} d'affaiblissement de FEXT dB	Phase ^{1), 2)} degrés
3,6-4,5	10-500	$86-20\log(f) \leq \text{Affaiblissement de FEXT} \leq 96-20\log(f)$	$-90 \pm (0,3 \cdot f)$
1,2-3,6	10-500	$86-20\log(f) \leq \text{Affaiblissement de FEXT} \leq 96-20\log(f)$	$-90 \pm (0,3 \cdot f)$
3,6-7,8	10-500	$86-20\log(f) \leq \text{Affaiblissement de FEXT} \leq 96-20\log(f)$	$-90 \pm (0,3 \cdot f)$
1,2-4,5	10-500	$\geq 95-20\log(f)$	toute phase
4,5-7,8	10-500	$\geq 95-20\log(f)$	toute phase
1,2-7,8	10-500	$\geq 95-20\log(f)$	toute phase
1) Lorsque l'affaiblissement télédiaphonique de la fiche mesuré est supérieur à 70 dB, l'exigence de phase ne s'applique pas. 2) Les limites de phase s'appliquent sur la gamme de fréquences comprise entre 100 MHz et 500 MHz. 3) Lorsque les calculs d'affaiblissement télédiaphonique de limite haute donnent des valeurs supérieures à 70 dB, il ne doit pas y avoir de limite haute pour l'affaiblissement télédiaphonique. 4) Lorsque les calculs d'affaiblissement télédiaphonique de limite basse donnent des valeurs supérieures à 70 dB, la télédiaphonie de limite basse doit revenir à une limite de 70 dB.			

6.4 Affaiblissement de réflexion d'une fiche d'essai

6.4.1 Généralités

Le présent paragraphe décrit les procédures d'essai d'affaiblissement de réflexion des fiches d'essai. Une fiche d'essai au moins doit être qualifiée pour les essais d'affaiblissement de réflexion du matériel de connexion. L'affaiblissement de réflexion de la fiche d'essai doit être qualifié dans un sens au moins, dans le sens inverse suivant le 6.4.2 ou dans le sens direct suivant le 6.4.3.

Les interconnexions utilisées pour la construction de la fiche d'essai doivent être qualifiées en suivant la procédure décrite en 4.9.1. La fiche d'essai peut être raccordée à un dispositif direct à condition d'utiliser des sorties avec charge de référence qualifiées. Il convient que l'extrémité éloignée du dispositif direct soit raccordée aux sorties de résistances de charge de référence d'étalonnage. Les effets de l'impédance du dispositif actif doivent être supprimés en utilisant la procédure de « désaccouplage ».

6.4.2 Procédure de qualification en sens inverse de l'affaiblissement de réflexion de la fiche d'essai

L'affaiblissement de réflexion de la fiche d'essai peut être vérifié par des essais dans le sens inverse, en appliquant des résistances de charge au niveau des interconnexions de la fiche d'essai et en reliant la fiche d'essai aux accès d'essai par le biais d'un dispositif direct étalonné par rapport au plan de référence de phase de la fiche. Le plan de référence de phase de la fiche d'essai est illustré à la Figure 15. Utiliser des résistances pavés 0603 ayant une précision de 0,1 %, ou similaires, comme décrit en 4.7 pour les sorties de mode différentiel. L'application des résistances à l'extrémité éloignée de la fiche d'essai doit être réalisée de façon à réduire la perturbation des interconnexions. On suggère une longueur d'interconnexion de 12 mm.

6.4.3 Procédure de qualification en sens direct de l'affaiblissement de réflexion de la fiche d'essai

6.4.3.1 Généralités

La procédure d'essai pour l'affaiblissement de réflexion de la fiche d'essai dans le sens direct est applicable à la détermination des propriétés d'affaiblissement de réflexion de la fiche d'essai mesurées dans le sens direct et lorsqu'un support de référence est utilisé en tant que sortie. Cette méthode dépend de la cohérence du support sélectionné. Cette procédure utilise trois supports; un support terminé par un court-circuit, un par un circuit ouvert et un par un circuit avec charge. Les propriétés du support de référence sont mathématiquement supprimées grâce à un processus de « désaccouplage » de la matrice.

Cette méthode suppose qu'il est difficile ou peu pratique de raccorder une fiche modulaire en plaçant des résistances pavés directement au travers de ses contacts lorsque la connexion est faite. Cependant, pour que la méthode de « désaccouplage » suivante fonctionne, on doit raccorder une fiche de cette manière (fiche de référence pour affaiblissement de réflexion), en l'occurrence en soudant les résistances pavés aux contacts de la fiche.

On peut utiliser une autre procédure facilitant la connexion directe des résistances pavés aux contacts d'une fiche d'essai sans soudure, ou une autre technique destructive, et éviter les calculs de « désaccouplage ». Si l'on utilise cette procédure, corriger la phase de toutes les mesures d'affaiblissement de réflexion par rapport au plan de référence de la fiche d'essai, comme indiqué à la Figure 15, en utilisant les procédures spécifiées dans l'article 6.1.2.

6.4.3.2 Aperçu de la procédure

La mesure des vecteurs d'affaiblissement de réflexion (amplitude et phase) d'une fiche d'essai pour l'affaiblissement de réflexion implique de suivre les étapes suivantes:

- a) Mesurer l'affaiblissement de réflexion accouplé (S11) de la fiche de référence pour l'affaiblissement de réflexion accouplée à chacun des supports de référence pour l'affaiblissement de réflexion, en circuit ouvert, en court-circuit et avec charge.
- b) Mesurer l'affaiblissement de réflexion (S11) de la fiche de référence pour l'affaiblissement de réflexion.
 - 1) Laisser chaque paire de fils de la fiche de référence pour l'affaiblissement de réflexion sans terminaison.
 - 2) Terminer chaque paire de fils aux extrémités des contacts par un court-circuit.
 - 3) Terminer chaque paire aux extrémités des contacts par une résistance pavé RF de précision $100 \Omega \pm 0,1 \%$.
- c) Calculer les paramètres S du support de référence pour l'affaiblissement de réflexion à partir des mesures des étapes a) et b) en utilisant les paramètres S de la fiche de référence pour l'affaiblissement de réflexion (étape b)) et les paramètres S en situation accouplée (étape a)).
- d) En variante des étapes a) à c), la matrice du support de référence figurant dans le Tableau 9, (qui a été mesurée en suivant les étapes a) à c) ci-dessus), peut être utilisée comme matrice du support de référence pour l'affaiblissement de réflexion si l'on emploie le support de référence décrit en 6.4.3.3.
- e) Mesurer l'affaiblissement de réflexion (S11) d'une fiche d'essai accouplée à chacun des supports de référence en circuit ouvert, en court-circuit et en circuit avec charge.
- f) Calculer les paramètres S de cette fiche d'essai en utilisant les résultats des étapes c) ou d) et de l'étape e) en utilisant la méthode matricielle du 6.4.3.5.

6.4.3.3 Choix d'un support de référence de « désaccouplage » pour l'affaiblissement de réflexion

Cette procédure peut être appliquée à tout dispositif de sortie (support ou dispositif direct). L'utilisation d'un support de référence est décrite dans le présent paragraphe. Il est

recommandé que le dispositif de sortie possède idéalement des performances d'affaiblissement de réflexion transparentes. Il convient que le support de référence présente une longueur de fil minimale entre le plan d'interface et le point où les charges de sortie de précision sont connectées. De plus, un support de référence pour l'affaiblissement de réflexion à montage sur carte imprimée bénéficie de la cohérence entre les résistances à montage en surface et les interconnexions à dimensions contrôlées (traces) reliées aux charges.

NOTE 1 Fluke Networks P/N DTX-PLCAL est un exemple de support de référence répondant à ces paramètres. La Figure 21 montre une vue arrière d'un assemblage de supports de référence possédant des sorties en circuit OUVERT, en COURT-CIRCUIT et en CIRCUIT AVEC CHARGE sur chaque support de référence et une vue de face de l'ouverture du support.

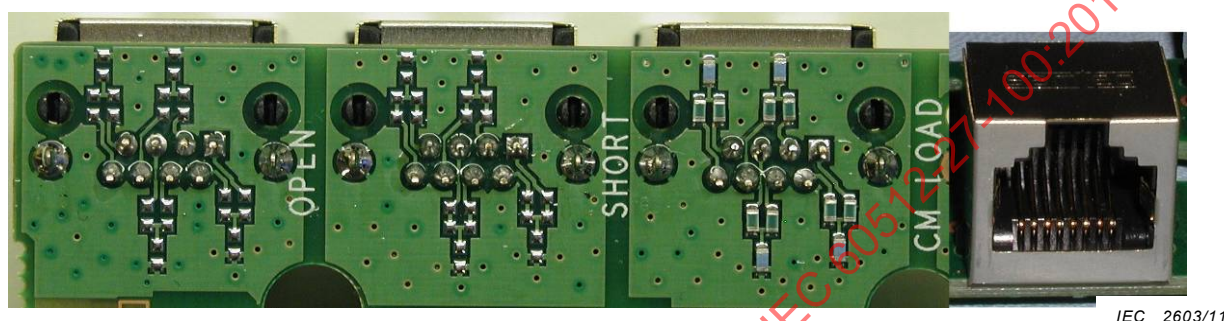


Figure 21 – Exemple de support de référence de « désaccouplage » adapté pour affaiblissement de réflexion

NOTE 2 Le Tableau 9 définit les valeurs nominales des paramètres S pour l'assemblage de supports Fluke Networks P/N DTX-PLCAL comme indiqué sur la Figure 21. Les polynômes sont définis pour une gamme de fréquences comprise entre 1 MHz et 500 MHz.

Les paramètres S sont calculés selon l'équation (11).

$$S_{xx} = k + a \cdot f + b \cdot f^2 \quad (11)$$

Où f est la fréquence en MHz.

Tableau 9 – Vecteurs normalisés de l'assemblage d'embases de référence désaccouplées pour l'affaiblissement de réflexion

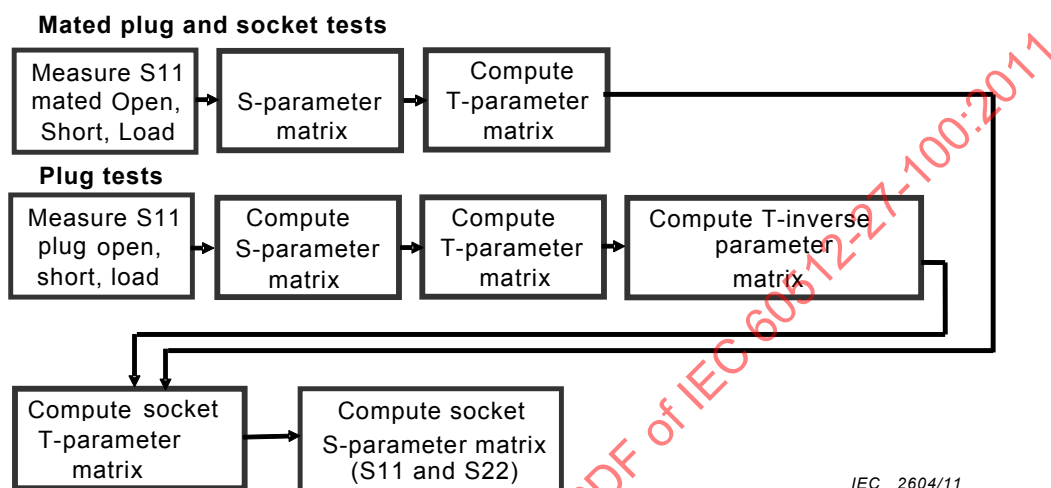
	Coef Poly	12 réel	12 imag	36 réel	36 imag	45 réel	45 imag	78 réel	78 imag
S11	k	0	0	0	0	0	0	0	0
et	a	0	-1,778E-5	1,21E-5	1,61E-4	0	-1,778E-5	0	-1,778E-5
S22	b	0	0	6,64E-8	-8,18E-8	0	0	0	0

	Coef Poly	12 réel	12 imag	36 réel	36 imag	45 réel	45 imag	78 réel	78 imag
S12	k	1	0	1	0	1	0	1	0
et	a	-1,61E-05	-6,44E-04	-2,51E-05	-6,63E-04	-1,95E-05	-6,21E-04	-1,92E-05	-6,30E-04
S21	b	-2,11E-07	0	-2,31E-07	0	-1,82E-07	0	-1,97E-07	0

NOTE Pour établir le vecteur d'embase normalisé, on suppose que S22 est égal à S11.

6.4.3.4 Paramètres S des embases de référence de « désaccouplage » pour l'affaiblissement de réflexion

Les paramètres S d'une embase de référence pour l'affaiblissement de réflexion sont déterminés en accouplant d'abord l'embase de référence pour l'affaiblissement de réflexion à une fiche de référence pour l'affaiblissement de réflexion (voir Figure 22). Les paramètres S de cette fiche de référence pour l'affaiblissement de réflexion sont déterminés de façon destructive après l'obtention des mesures d'affaiblissement de réflexion en situation accouplée.



Légende

Anglais	Français
Mated plug and socket tests	Essais sur fiche et support accouplés
Measure S11 mated Open, Short, Load	Mesurer S11 en circuit Ouvert, Court, en Charge situation accouplée
Compute S-parameter matrix	Calculer matrice paramètres S
Compute T-parameter matrix	Calculer matrice paramètres T
Plug tests	Essais sur fiche
Measure S11 plug open, short, load	Mesurer S11 fiche en circuit ouvert, court, en charge
Compute socket T-parameter matrix	Calculer matrice paramètres T du support
Compute socket S-parameter matrix (S11 and S12)	Calculer matrice paramètres S du support (S11 et S12)

Figure 22 – Schéma permettant de déterminer les paramètres S d'une embase de référence

Une fiche et une embase accouplées peuvent être mathématiquement représentées par deux réseaux en cascade, P (fiche) et J (embase), la sortie de J étant terminée par une impédance connue R comme indiqué sur la Figure 23.

Les mesures peuvent être réalisées sur le réseau et le paramètre d'entrée S11 peut être enregistré avec différentes charges. Pour déterminer les paramètres du réseau, il existe une méthode consistant à varier la charge à partir de l'impédance nominale de 100 Ω en conditions de circuit ouvert et de court-circuit.