

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Fibre-optic communication subsystem test procedures –
Part 4-5: Installed cabling plant – Attenuation measurement of MPO terminated
fibre optic cabling plant using test equipment with MPO interfaces**

**Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques –
Partie 4-5: Installation câblée – Mesurage de l'affaiblissement de l'installation
câblée à fibres optiques à terminaisons MPO utilisant un équipement d'essai
avec interfaces MPO**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Fibre-optic communication subsystem test procedures –

Part 4-5: Installed cabling plant – Attenuation measurement of MPO terminated fibre optic cabling plant using test equipment with MPO interfaces

**Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques –
Partie 4-5: Installation câblée – Mesurage de l'affaiblissement de l'installation
câblée à fibres optiques à terminaisons MPO utilisant un équipement d'essai
avec interfaces MPO**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.01

ISBN 978-2-8322-9165-8

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

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions, graphical symbols and abbreviated terms.....	10
3.1 Terms and definitions.....	10
3.2 Graphical symbols	12
3.3 Abbreviated terms.....	14
4 Test methods.....	14
4.1 General.....	14
4.2 Cabling configurations and applicable test methods	15
5 Overview of uncertainties	16
5.1 General.....	16
5.2 Sources of significant uncertainties.....	16
5.3 Consideration of the PM.....	17
5.4 Consideration of test cord connector grade	17
5.5 Typical uncertainty values for multimode testing	17
5.6 Typical uncertainty values for single-mode testing.....	19
6 Apparatus.....	20
6.1 General.....	20
6.2 Light source	20
6.2.1 General	20
6.2.2 Stability	20
6.2.3 Spectral characteristics (LSPM measurement).....	21
6.3 Launch cord.....	21
6.4 Receive or tail cord.....	22
6.5 Substitution cord.....	22
6.6 Adapter cord.....	23
6.7 Power meter – LSPM methods only.....	23
6.8 OTDR apparatus.....	24
6.9 Connector end face cleaning and inspection equipment	24
6.10 Adapters.....	24
7 Procedures.....	24
7.1 General.....	24
7.2 Common procedures.....	25
7.2.1 Care of the test cords	25
7.2.2 Take reference measurements.....	25
7.2.3 Inspect and clean the ends of the optical fibres in the cabling.....	25
7.2.4 Take the measurements	25
7.2.5 Make the calculations	25
7.2.6 Multi-fibre and bi-directional testing	25
7.3 Calibration	26
7.4 Safety	26
8 Calculations.....	26
9 Documentation	26
9.1 Information for each test	26
9.2 Information to be available	26

Annex A (normative) One-cord method	27
A.1 Applicability of the test method	27
A.2 Apparatus	27
A.3 Procedure for unpinned to unpinned cabling with unpinned power meter	27
A.4 Procedure for unpinned to pinned cabling with unpinned power meter	28
A.5 Procedure for pinned to pinned cabling with pinned power meter	29
A.6 Procedure for unpinned to unpinned cabling with pinned power meter and gender-neutral test cord	30
A.7 Calculation	31
A.8 Components of reported attenuation	31
Annex B (normative) Three-cord method	32
B.1 Applicability of the test method	32
B.2 Apparatus	32
B.3 Procedure for unpinned to unpinned cabling	32
B.4 Procedure for unpinned to pinned cabling	33
B.5 Procedure for pinned to pinned cabling	34
B.6 Procedure, channel test (general)	35
B.7 Calculations	36
B.8 Components of reported attenuation	36
Annex C (normative) Adapter-cord method	37
C.1 Applicability of the test method	37
C.2 Apparatus	37
C.3 Procedure for unpinned to unpinned cabling with pinned power meter	37
C.4 Procedure for unpinned to pinned cabling with pinned power meter	38
C.5 Procedure for pinned to unpinned cabling with unpinned power meter	39
C.6 Procedure for pinned to pinned cabling with unpinned power meter	40
C.7 Calculations	41
C.8 Components of reported attenuation	42
Annex D (normative) Equipment cord method	43
D.1 Applicability of the test method	43
D.2 Apparatus	43
D.3 Procedure	43
D.4 Calculation	44
D.5 Components of reported attenuation	44
D.6 Typical uncertainty values	45
Annex E (normative) Optical time domain reflectometer	46
E.1 Applicability of the test method	46
E.2 Apparatus	46
E.2.1 General	46
E.2.2 OTDR	46
E.2.3 Test cords	47
E.3 Procedure (test method)	47
E.4 Calculation	48
E.4.1 General	48
E.4.2 Connection location	48
E.4.3 Definition of the power levels F_1 and F_2	49
E.4.4 Alternative calculation	50
E.5 OTDR uncertainties	52

Annex F (normative) Requirements for the multimode source characteristics	53
Annex G (informative) OTDR configuration information	54
G.1 General.....	54
G.2 Other measurement configurations	54
G.2.1 General	54
G.2.2 Measurement with low return loss connectors or short length cabling	54
G.2.3 Measurement with APC connectors	56
Annex H (informative) Test cord, breakout cord, and cassette attenuation verification	58
H.1 General.....	58
H.2 Apparatus	58
H.3 General procedure	58
H.3.1 Overview	58
H.3.2 Test cord verification	59
H.3.3 Cassette and breakout cord verification	60
H.4 Test cord verification prior to cabling measurement	61
H.4.1 General	61
H.4.2 Procedure for unpinned to unpinned cabling measurement	61
H.4.3 Procedure for unpinned to pinned cabling measurement.....	62
H.4.4 Procedure for pinned to pinned cabling measurement.....	63
Annex I (normative) On the use of low attenuation grade test cords	66
I.1 General.....	66
I.2 Practical configurations and assumptions.....	66
I.2.1 Component specifications	66
I.2.2 Conventions	67
I.2.3 Reference planes	67
I.3 Impact of using low attenuation grade test cords for recommended LSPM methods.....	68
I.4 Examples for LSPM measurements.....	68
I.4.1 Example 1: Configuration Au-u, 1-C method (Annex A).....	68
I.4.2 Example 2: Configuration Du-u, EC method (Annex D)	69
I.5 Impact of using reference grade test cords for different configurations using the OTDR test method	69
I.5.1 Cabling configurations Au-u, Ap-u and Ap-p	69
I.5.2 Cabling configuration Du-u	70
Bibliography.....	72
Figure 1 – Connector and apparatus symbols	13
Figure 2 – Symbol for cabling under test.....	14
Figure 3 – OTDR schematic with external optical switch	24
Figure A.1 – Reference measurement for unpinned to unpinned cabling using unpinned power meter.....	28
Figure A.2 – Test measurement for unpinned to unpinned cabling using unpinned power meter.....	28
Figure A.3 – Reference measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter.....	29
Figure A.4 – Test measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter.....	29
Figure A.5 – Reference measurement for pinned to pinned cabling using pinned power meter	30

Figure A.6 – Test measurement for pinned to pinned cabling using pinned power meter	30
Figure A.7 – Reference measurement for unpinned to unpinned cabling using pinned power meter	31
Figure A.8 – Test measurement for unpinned to unpinned cabling (gender-neutral TC1) using pinned power meter	31
Figure B.1 – Reference measurement for unpinned to unpinned cabling using pinned power meter	33
Figure B.2 – Test measurement for unpinned to unpinned cabling using pinned power meter	33
Figure B.3 – Reference measurement for unpinned to pinned cabling using pinned power meter	34
Figure B.4 – Test measurement for unpinned to pinned cabling using pinned power meter	34
Figure B.5 – Reference measurement for pinned to pinned cabling using unpinned power meter	35
Figure B.6 – Test measurement for pinned to pinned cabling using unpinned power meter	35
Figure B.7 – Reference measurement for channel test using unpinned power meter	36
Figure B.8 – Test measurement for channel test using unpinned power meter	36
Figure C.1 – Reference measurement for unpinned to unpinned cabling using pinned power meter	38
Figure C.2 – Test measurement for unpinned to unpinned cabling using pinned power meter	38
Figure C.3 – Reference measurement for unpinned to pinned cabling using pinned power meter	39
Figure C.4 – Test measurement for unpinned to pinned cabling using pinned power meter	39
Figure C.5 – Reference measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter	40
Figure C.6 – Test measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter	40
Figure C.7 – Reference measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter	41
Figure C.8 – Test measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter	41
Figure D.1 – Reference measurement using pinned power meter	44
Figure D.2 – Test measurement using pinned power meter	44
Figure E.1 – OTDR method	48
Figure E.2 – Location of the ports of the cabling under test	49
Figure E.3 – Graphic construction of F_1 and F_2	50
Figure E.4 – Graphic construction of F_1 , F_{11} , F_{12} and F_2	51
Figure G.1 – Attenuation measurement with low return loss connectors	55
Figure G.2 – Attenuation measurement of a short length cabling	56
Figure G.3 – Attenuation measurement with APC MPO connections	57
Figure H.1 – Obtaining reference power level P_1	59
Figure H.2 – Obtaining power level P_2	59
Figure H.3 – Obtaining reference power level P_1	60

Figure H.4 – Obtaining power level P_2	60
Figure H.5 – Test measurement for unpinned to unpinned cabling	61
Figure H.6 – Step 1: obtaining reference power level P_1	61
Figure H.7 – Step 2: verification cords, obtaining power level P_2	62
Figure H.8 – Test measurement for unpinned to pinned cabling	62
Figure H.9 – Step 1: obtaining reference power level P_1	63
Figure H.10 – Step 2: obtaining power level P_2	63
Figure H.11 – Test measurement for pinned to pinned cabling	63
Figure H.12 – Step 1: obtaining reference power level P_1	64
Figure H.13 – Step 2: verification of cords, obtaining power level P_2	64
Figure H.14 – Step 3: verification of receive cord, obtaining power level P_3	65
Figure I.1 – Cabling configurations Au-u, Ap-u and Ap-p tested with OTDR method	69
Figure I.2 – Cabling configuration Du-u tested with OTDR method	71
Table 1 – Cabling configurations	16
Table 2 – Test methods and configurations	16
Table 3 – Measurements bias related to test cord connector grade	17
Table 4 – Uncertainty for a given attenuation at 850 nm using same photodetector	18
Table 5 – Uncertainty for a given attenuation at 850 nm using different photodetectors	19
Table 6 – Uncertainty for a given attenuation at 1 310 nm using same photodetector	19
Table 7 – Uncertainty for a given attenuation at 1 310 nm using different photodetectors	20
Table 8 – Spectral requirements	21
Table D.1 – Uncertainty for a given attenuation when equipment cord method is used	45
Table I.1 – Measurement bias adjustment when using low attenuation grade test cords	68
Table I.2 – Acceptance figure adjustment using low attenuation grade test cords – OTDR method	70

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE-OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –**Part 4-5: Installed cabling plant –
Attenuation measurement of MPO terminated fibre
optic cabling plant using test equipment with MPO interfaces****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 61280-4-5 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86C/1669/FDIS	86C/1679/RVD

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

A list of all the parts in the IEC 61280 series, under the general title *Fibre-optic communication subsystem test procedures*, can be found on the IEC website.

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-4-5:2020

FIBRE-OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 4-5: Installed cabling plant – Attenuation measurement of MPO terminated fibre optic cabling plant using test equipment with MPO interfaces

1 Scope

This part of IEC 61280 is applicable to the measurement of attenuation and determination of polarity and length of installed multimode and single-mode optical fibre cabling plant, terminated with MPO connectors, using test equipment having an MPO interface. This cabling plant can include multimode or single-mode optical fibres, connectors, adapters, splices, and other passive devices. The cabling can be installed in a variety of environments including residential, commercial, industrial, and data centre premises, as well as outside plant environments.

In this document, the optical fibres that are addressed include sub-categories A1-OMx, where $x = 2, 3, 4$ and 5 (50/125 μm) multimode optical fibres, as specified in IEC 60793-2-10, and category B-652 and B-657 (9/125 μm) single-mode optical fibres, as specified in IEC 60793-2-50. The attenuation measurements of the other multimode and single-mode categories can also be made using a light source and power meter (LSPM) or optical time domain reflectometer (OTDR) utilising an internal or external optical switch having one MPO interface. Multimode measurements are made with an 850 nm source because transceivers used for parallel optics applications having an MPO interface only operate at 850 nm; 1 300 nm measurements are optional. Single-mode measurements are made with a 1 310 nm and/or 1 550 nm source because transceivers used for parallel optics applications having an MPO interface operate at these wavelengths. This document does not include descriptions of cabling that is not exclusively MPO to MPO.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60825 (all parts), *Safety of laser products*

IEC 61280-1-3, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-3: General communication subsystems – Central wavelength and spectral width measurement*

IEC 61280-4-1:2019, *Fibre-optic communication subsystem test procedures – Part 4-1: Installed cabling plant – Multimode attenuation measurement*

IEC 61300-3-35, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-35: Examinations and measurements – Visual inspection of fibre optic connectors and fibre-stub transceivers*

IEC 61315, *Calibration of fibre-optic power meters*

IEC 61746-1, *Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR) – Part 1: OTDR for single mode fibres*

IEC 61746-2, *Calibration of optical time-domain reflectometers (OTDR) – Part 2: OTDR for multimode fibres*

3 Terms, definitions, graphical symbols and abbreviated terms

For the purposes of this document, the following terms, definitions, graphical symbols and abbreviated terms apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 Terms and definitions

3.1.1

adapter

female-part of a connector in which one or two plugs are inserted and aligned

[SOURCE: IEC TR 61931:1998, 2.6.4]

3.1.2

alternative test method

ATM

test method for measuring a given characteristic in a manner consistent with the definition of this characteristic, and giving results which are reproducible and relatable to the reference test method and to practical use

[SOURCE: IEC TR 61931:1998, 2.8.2, modified – The alternative term "practical test method (for optical fibres)" has been removed]

3.1.3

attenuation

A

reduction of optical power induced by transmission through a medium such as cabling, given as A :

$$A = 10 \log_{10}(P_{\text{in}}/P_{\text{out}})$$

where

P_{in} and P_{out} are the power, typically measured in mW, into and out of the cabling

Note 1 to entry: Attenuation is expressed in dB.

3.1.4

bi-directional measurement

two measurements of the same optical fibre made by launching light into opposite ends of that fibre

3.1.5

channel

end-to-end transmission path connecting any two pieces of application-specific equipment

[SOURCE: ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.26]

3.1.6 configuration

form or arrangements of parts or elements such as terminations, connections and splices

3.1.7 connector

component normally attached to an optical cable or piece of apparatus for the purpose of providing frequent optical interconnection/disconnection of optical fibres or cables

[SOURCE: IEC TR 61931:1998, 2.6.1, modified – The words in brackets "optical" and "fibre" have been omitted from the term.]

3.1.8 encircled flux EF

fraction of cumulative near-field power to total output power as a function of radial distance from the optical centre of the core

[SOURCE: IEC TR 62614-2:2015, 3.3, modified – The words "radial-weighted" have been deleted from the definition.]

3.1.9 light source power meter LSPM

test system consisting of a light source (LS) and power meter (PM) used to measure the attenuation of installed cabling plant

3.1.10 low attenuation grade

connector and plug whose attenuation of a connection formed by mating two such assemblies is lower and more repeatable than a "standard grade" termination (grade B in this document)

Note 1 to entry: An adapter required to assure the reduced attenuation can be considered to be part of the low attenuation grade where required by the test configuration.

3.1.11 measurement bias

estimate of a systematic measurement error

Note 1 to entry: A systematic error is a component of measurement error that in repeated measurements remains constant or varies in a predictable manner.

[SOURCE: ISO/IEC Guide 99:2007, 2.18, modified – Note 1 to entry has been added.]

3.1.12 MPO connector

multi-fibre component consisting of pinned or unpinned plug and mating adapter, normally attached to an optical fibre cable, for the purpose of providing high density termination capability, and frequent interconnection or disconnection

Note 1 to entry: See IEC 61754-7 (all parts) for description.

3.1.13 optical switch

passive component processing one or more ports which selectively transmits, redirects or blocks optical power in an optical fibre transmission line

[SOURCE: IEC 60876-1:2014, 3.2.1]

3.1.14
optical time domain reflectometer
OTDR

test system consisting of an optical time-domain reflectometer used to characterize and measure the attenuation of installed cabling plant and specific elements within that cabling plant

3.1.15
plug
male-type part of a connector

[SOURCE: IEC TR 61931:1998, 2.6.2]

3.1.16
polarity
means of positioning optical fibres between MPO plugs to ensure a specific connectivity or mapping of the cabling

3.1.17
reference plane
theoretical plane without thickness or tolerances

Note 1 to entry: The reference plane is used to define spaces in mechanical structures.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-25-30]

3.1.18
reference test method
RTM

test method for measuring a given characteristic strictly according to the definition of this characteristic, and giving results which are accurate, reproducible and relatable to practical use

[SOURCE: IEC TR 61931:1998, 2.8.1 modified – The words in brackets "for optical fibres" have been omitted from the term.]

3.1.19
test cord
terminated optical fibre cord used to connect the optical source or detector to the cabling, or to provide suitable interfaces to the cabling under test

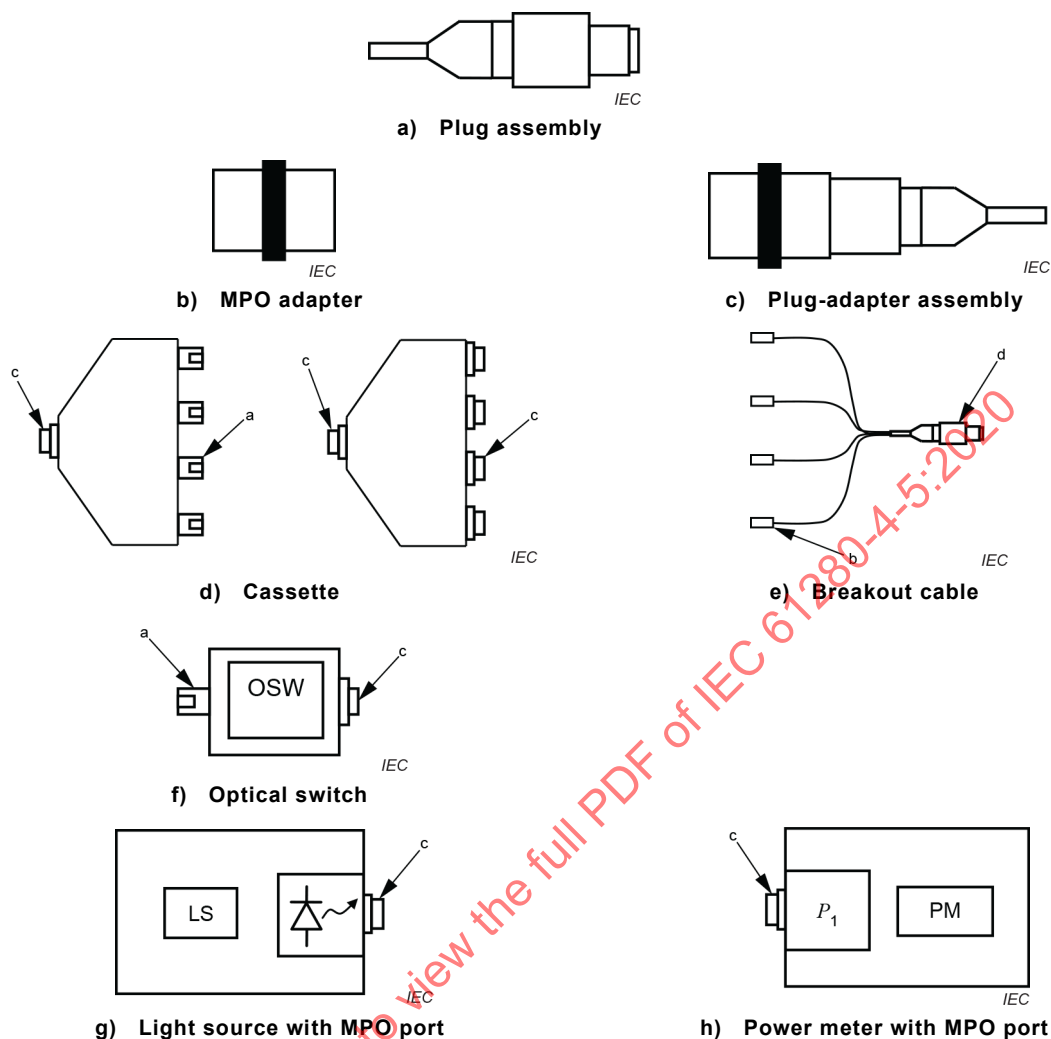
Note 1 to entry: There are five types of test cords:

- launch cord: used to connect the light source to the cabling;
- receive cord: used to connect the cabling to the power meter (LSPM only);
- tail cord: attached to the far end of the cabling when an OTDR is used at the near end; this provides a means of evaluating attenuation of the whole of the cabling including the far end connection;
- adapter cord: used to transition between incompatible connectors in a required test configuration;
- substitution cord: a test cord used within a reference measurement which is replaced during the measurement of the attenuation of the cabling under test.

3.2 Graphical symbols

Graphical symbols for different connection options, which have been adapted from IEC TR 61282-15 and IEC 61280-4-1, and illustrate plug variability, are shown in Figure 1 a) to h). Refer to IEC TR 61930 for other graphical symbols used within this document.

NOTE Low attenuation MPO plugs are terminated on test cords but not marked or shaded differently in the graphical symbols or in testing examples within this document.

**Key**

a	single-fibre socket	d	MPO plug assembly
b	single-fibre plug	LS	light source
c	MPO adapter/socket	PM	power meter

NOTE In the figures above, the MPO plugs and jacks are shown generically, neither as pinned nor unpinned, and neither as key-up nor key-down, for simplicity.

Figure 1 – Connector and apparatus symbols

In the figures that illustrate the measurement configurations in Annexes A through C, the cabling under test is illustrated by a loop and connectors as shown in Figure 2. It can contain additional splices and connectors. For purposes of measuring the attenuation of this cabling, the attenuation associated with the near and far end connectors are considered separately from the cabling itself.

In Figure 2, the cabling is shown with adapters pre-attached.

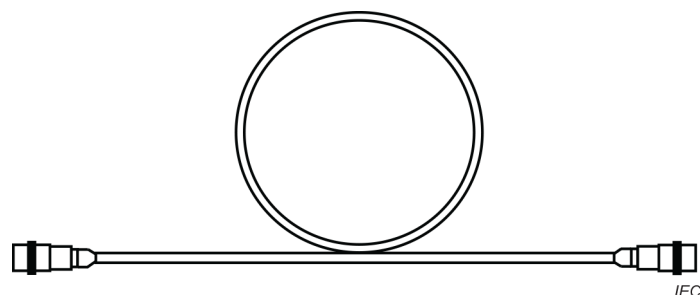


Figure 2 – Symbol for cabling under test

3.3 Abbreviated terms

APC	angled physical contact (description of plug polish)
ATM	alternative test method
BIMMF	bend insensitive multimode fibre
EF	encircled flux
ELED	edge emitting LED
LED	light emitting diode
LSA	least squares approximation
LSPM	light source power meter
MPO	multiple-fibre push on
OSW	optical switch
OTDR	optical time domain reflectometer
PC	physical contact (description of plug polish)
PM	power meter
RMS	root mean square
RTM	reference test method

4 Test methods

4.1 General

Five test methods are designated. The five test methods use MPO test cords to interface to the cabling plant and are designated as follows:

- one-cord method (Annex A);
- three-cord method (Annex B);
- adapter-cord method (Annex C);
- equipment cord method (Annex D);
- optical time domain reflectometer (OTDR) method (Annex E).

The first four methods use an optical light source and power meter (LSPM) to measure input and output power levels of the cabling under test to determine the attenuation and cabling polarity. The light source and power meter each shall have an MPO interface and shall be able to determine polarity automatically. Length can be measured on any fibre contained in a fibre bundle by the LSPM, using sheath marking, or with a secondary tester such as an OTDR.

The main functional difference between these methods is the way the input power level, known as the reference power level, is measured, hence the inclusion or exclusion of the attenuation associated with the connections to the cabling under test and the associated uncertainties of these connections. The process of measuring the input power level is commonly referred to as "taking the reference power level", or "normalization". The use of the term "reference" in the description of the test methods refers to the process of measuring the input power, not the status of the test.

The one-cord method includes the attenuation associated with connections at both ends of the cabling under test. The three-cord method excludes the attenuation of the connections of both ends of the cabling under test. The adapter-cord method includes the attenuation associated with connections at both ends of the cabling under test.

The equipment cord method includes the attenuation associated with the connections between the equipment cords and the fixed cabling, but excludes the attenuation associated with the connectors that will be connected into the equipment.

The maximum allowed cabling attenuation specified (e.g., optical power budget or channel attenuation) for a transmission system normally excludes the connections made to the transmission equipment. It is, therefore, appropriate to use the equipment cord method (if possible) where the cabling under test is intended to be connected directly to transmission equipment.

The OTDR method emits short light impulses into the cabling and measures the backscattered power as a function of propagation time delay or length along the optical fibre. This method allows the measurement of the attenuation of both installed cabling plant and the attenuation of individual cabling components such as connectors and lengths of optical fibre cable. It does not require a separate reference measurement to be completed. Recommendations for the interface cord between the OTDR and optical switch, launch cord, and tail cord are defined in Annex D. In addition to commissioning new cabling plant, the OTDR method is useful for optical fibre cabling testing during troubleshooting and maintenance, since the cabling plant can be characterized by a detailed mapping (the OTDR trace) that can be analysed to highlight any changes.

Uncertainties in the specific methods are documented in their respective annexes. An overview of these uncertainties is given in Clause 5.

General requirements for apparatus, procedures and calculations common to all methods are given in Clauses 6, 7, and 8. Requirements that are specific to each method are documented in Annexes A through E. Clause 6 also includes related procedures such as connector end face cleaning and inspection.

IEC TR 61282-15 provides a description of how polarity and length can be determined.

4.2 Cabling configurations and applicable test methods

This document assumes that the installed cabling takes one of three forms for a permanent link and one form for a channel, as shown in Table 1. If the cabling is terminated with pinned MPO connectors, the test cords shall be terminated with a plug having unpinned MPO connectors. If the cabling is terminated with unpinned MPO connectors, the test cords shall be terminated with a plug having pinned MPO connectors. Permanent links using MPO to non-MPO cassettes can be tested with LSPM having MPO interfaces. However, a non-MPO to MPO receive cord (e.g., breakout cord) is needed on the power meter side.

Transceivers with MPO interfaces are pinned. Equipment cords that plug into the transceiver are unpinned. Channel testing using the equipment cord method is not possible when the light source and power meter are unpinned. The three-cord method is then recommended as an alternative.

The LSPM can have an MPO interface that is either unpinned or pinned. The configurations tested in Annex C include an adapter cord for both types of LSPM.

Table 1 – Cabling configurations

Configuration	Description
Au-u	Permanent link with unpinned MPO connectors
Ap-u	Permanent link with one pinned and one unpinned MPO connectors
Ap-p	Permanent link with pinned MPO connectors
Du-u	Channel with unpinned MPO connectors

The variations in test method used to measure the cabling are dependent on the cabling configuration.

The cabling configuration defines the test methods that should be applied, as described in Table 2. The reference test method (RTM) offers the best measurement accuracy. The alternative test method (ATM) can be required in specific circumstances or by other International Standards but is subject to reduced measurement accuracy compared with the reference test method. Unless otherwise agreed, resolutions of dispute shall employ the appropriate RTM in conjunction with the applicable low attenuation grade connectors and adapters, as described in 6.3, 6.4, 6.5, and 6.9.

Table 2 – Test methods and configurations

Configuration	RTM	ATM
Au-u, Ap-u, Ap-p	Annex A (1-cord)	Annex B (3-cord), Annex C (adapter-cord), Annex E (OTDR)
Du-u	Annex D (equipment cord)	Annex B (3-cord), Annex E (OTDR)

Refer to IEC 61280-4-1:2019 for figures showing the reference planes for the cabling under test.

5 Overview of uncertainties

5.1 General

The measurement uncertainties should be determined using the calculation in IEC TR 61282-14.

Even if a calculation spreadsheet is provided, this full calculation is relatively complex due to the large quantity of considered parameters. Subclauses 5.2 to 5.6 are an alternative to this calculation.

NOTE Elements of uncertainty calculations provided hereafter or in IEC TR 61282-14 assume that the measurement process used is fully compliant with measurement procedures of this document.

5.2 Sources of significant uncertainties

Except for the equipment cord method, calculations using IEC TR 61282-14 show that the source of uncertainty is mainly related to connector mating reproducibility. For the equipment cord method, sources of uncertainties for multimode cabling are mainly related to those generated by launch conditions, source instability, and optical source wavelength. When using multiple photodiode power meters, the uncertainty of the absolute calibration of the power meters shall be considered. See IEC TR 61282-14:2019, 5.2.5 and C.2.8, for reference and refer to Tables 5 and 7 for uncertainty values.

5.3 Consideration of the PM

The power meter should have a detector large enough to capture the entire incident light. In this way, the attenuation and uncertainty associated with coupling the receive cord to the power meter is minimal. This applies to fibre coupled photodiodes; the fibre diameter should be sufficiently large to capture the entire incident light.

5.4 Consideration of test cord connector grade

Multimode and single-mode test cords can have different grades (i.e. low attenuation grade versus grade B), in which case two measurement conditions need to be considered. Using low attenuation grade connectors on test cords introduces measurement bias that shall be considered but reduces measurement uncertainty. Grade B connectors introduce no bias but have higher measurement uncertainty sometimes exceeding the actual attenuation measurement (see Table 3 and Annex I).

Table 3 – Measurements bias related to test cord connector grade

Test cord termination grade	Cabling and equipment cord termination grade	Measurement bias	Total uncertainty
Low attenuation grade	Grade B	In most cases, the measurement is optimistic (see Table I.1)	See Table 4 to Table 7
Grade B	Grade B	None	Uncertainty values are higher than low attenuation grade test cords.

5.5 Typical uncertainty values for multimode testing

Typical uncertainties values to produce Table 4 were calculated using IEC TR 61282-14, assuming the following conditions:

- PM: use of the same photodetector in the power meter for the reference power measurement and attenuation power measurement; the polarity of the reference measurement is the same as the cabling under test;
- source centroidal wavelength, (see IEC 61280-1-3): $850 \text{ nm} \pm 25 \text{ nm}$;
- source level: $\geq -20 \text{ dBm}$ (0,01 mW);
- source stability: $\pm 0,10 \text{ dB}$ ($k = 2$);
- optical fibre: IEC 60793-2-10 sub-category A1-OMxa.

Results of calculation can be used to report measurement results and conformity assessment.

Table 4 reproduces the results of the calculation for a selection of multimode cable lengths and attenuations when using different test methods in this document and different test connector grades.

Table 4 – Uncertainty for a given attenuation at 850 nm using same photodetector

Measured cabling attenuation	Uncertainty values at 95 % using test cords with low attenuation grade connectors			Uncertainty values at 95 % using test cords with grade B connectors		
dB	dB			dB		
	Annex A	Annex C	Annex B	Annex A	Annex C	Annex B
	(1-cord)	(adapter-cord)	(3-cord)	(1-cord)	(adapter-cord)	(3-cord)
0,5	0,60	0,83	0,83	1,24	1,75	1,75
1,0	0,60	0,83	0,83	1,24	1,75	1,75
1,5	0,61	0,84	0,84	1,25	1,76	1,76
2,0	0,62	0,85	0,85	1,25	1,76	1,76
2,5	0,64	0,86	0,86	1,26	1,76	1,76
3,0	0,65	0,87	0,87	1,27	1,77	1,77
3,5	0,67	0,89	0,89	1,28	1,78	1,78
When the uncertainty is larger than the measured attenuation, the uncertainty value should be used or reported.						
NOTE For the purpose of this table, the attenuation of the fibre represents 23,5 % of the total attenuation.						

Typical uncertainties values to produce Table 5 were calculated using IEC TR 61282-14, assuming the following conditions:

- PM: use a different photodetector for the test measurement than for the reference measurement, so two times the PM uncertainty of $\pm 0,2$ dB ($\pm 4,6$ %);
- source centroidal wavelength, (see IEC 61280-1-3): 850 nm $\pm$ 25 nm;
- source level: ≥ -20 dBm (0,01 mW);
- source stability: $\pm 0,10$ dB ($k = 2$);
- optical fibre: IEC 60793-2-10 sub-category A1-OMxa.

Results of calculation can be used to report measurement results and conformity assessment.

Table 5 reproduces the results of the calculation for a selection of multimode cable lengths and attenuations when using different test methods in this document and different test connector grades.

Table 5 – Uncertainty for a given attenuation at 850 nm using different photodetectors

Measured cabling attenuation	Uncertainty values at 95 % using test cords with low attenuation grade connectors			Uncertainty values at 95 % using test cords with grade B connectors		
	dB			dB		
	Annex A	Annex C	Annex B	Annex A	Annex C	Annex B
	(1-cord)	(adapter-cord)	(3-cord)	(1-cord)	(adapter-cord)	(3-cord)
0,5	0,66	0,88	0,88	1,28	1,77	1,77
1,0	0,66	0,88	0,88	1,28	1,77	1,77
1,5	0,67	0,88	0,88	1,28	1,78	1,78
2,0	0,68	0,89	0,89	1,29	1,78	1,78
2,5	0,70	0,90	0,90	1,29	1,79	1,79
3,0	0,71	0,92	0,92	1,30	1,79	1,79
3,5	0,73	0,93	0,93	1,31	1,80	1,80

When the uncertainty is larger than the measured attenuation, the uncertainty value should be used or reported.

NOTE For the purpose of this table, the attenuation of the fibre represents 23,5 % of the total attenuation.

5.6 Typical uncertainty values for single-mode testing

Typical uncertainties to produce Table 6 values were calculated using IEC TR 61282-14, assuming the following conditions:

- PM: use of the same photodetector in the power meter for the reference power measurement and attenuation power measurement; the polarity of the reference measurement is the same as the cabling under test;
- source centroidal wavelength, reference IEC 61280-1-3: 1 310 nm $\pm$ 20 nm;
- source level: ≥ -7 dBm (0,2 mW);
- source stability: $\pm 0,10$ dB ($k = 2$);
- optical fibre: IEC 60793-2-50, B-652 and B-657.

Table 6 – Uncertainty for a given attenuation at 1 310 nm using same photodetector

Measured cabling attenuation	Uncertainty values at 95 % using test cords with low attenuation grade connectors			Uncertainty values at 95 % using test cords with grade B connectors		
	dB			dB		
	Annex A	Annex C	Annex B	Annex A	Annex C	Annex B
	(1-cord)	(adapter-cord)	(3-cord)	(1-cord)	(adapter-cord)	(3-cord)
0,5	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
1,0	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
1,5	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
2,0	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
2,5	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
3,0	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
3,5	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77

When the uncertainty is larger than the measured attenuation, the uncertainty value should be used or reported.

Typical uncertainties to produce Table 7 values were calculated using IEC TR 61282-14, assuming the following conditions:

- PM: use a different photodetector for the test measurement than for the reference measurement, so two times the PM uncertainty of $\pm 0,2$ dB ($\pm 4,6$ %);
- source centroidal wavelength, reference IEC 61280-1-3: 1 310 nm $\pm$ 20 nm;
- source level: ≥ -7 dBm (0,2 mW);
- source stability: $\pm 0,10$ dB ($k = 2$);
- optical fibre: IEC 60793-2-50, B-652 and B-657.

Table 7 – Uncertainty for a given attenuation at 1 310 nm using different photodetectors

Measured cabling attenuation	Uncertainty values at 95 % using test cords with low attenuation grade connectors			Uncertainty values at 95 % using test cords with grade B connectors		
dB	dB			dB		
	Annex A	Annex C	Annex B	Annex A	Annex C	Annex B
	(1-cord)	(adapter-cord)	(3-cord)	(1-cord)	(adapter-cord)	(3-cord)
0,5	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
1,0	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
1,5	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
2,0	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
2,5	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
3,0	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
3,5	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
When the uncertainty is larger than the measured attenuation, the uncertainty should be used or reported.						

6 Apparatus

6.1 General

Apparatus requirements specific to particular methods are found in Annex A, Annex B, and Annex C. Some of the requirements common to the apparatus of the LSPM methods are included in Clause 6.

6.2 Light source

6.2.1 General

The multimode light source shall have a PC MPO (not APC) interface. The single-mode light source shall have an APC MPO interface. The light source MPO interface can be pinned or unpinned.

6.2.2 Stability

The performance of the light source is defined at the output of the multi-fibre launch cord. This is achieved by transmitting the output of a suitable radiation source, such as a laser or light emitting diode into the launch cord. The source used shall be stable in position, wavelength and power over the duration of the entire measurement procedure. Power stability should be low to minimize uncertainty. Power stability of $\pm 0,10$ dB is adequate for MPO testing.

6.2.3 Spectral characteristics (LSPM measurement)

The spectral width of the multimode and single-mode light source shall meet the requirements of Table 8 when measured in accordance with IEC 61280-1-3. These requirements are compatible with LED devices for multimode and laser devices for single-mode. For the single-mode light source, the wavelengths used for the attenuation measurement should be representative of the wavelengths at which the system will operate over the fibre. For premises cabling and many other applications, the single-mode measurement is carried out at nominal wavelengths of 1 310 nm and 1 550 nm.

Table 8 – Spectral requirements

Centroidal wavelength nm	Spectral width range nm
850 ± 25 (on A1-OMx fibre)	10 to 38 (RMS) ^a
1 280 to 1 330 (on A1-OMx fibre)	10 to 75 (RMS) ^b
1 310 ± 30 (on B-652, B-657 fibre)	≤ 5 (RMS) for laser diode ≤ 40 (RMS) for ELED
1 550 ± 30 (on B-652, B-657 fibre)	≤ 5 (RMS) for laser diode ≤ 40 (RMS) for ELED
^a The spectral width range applies to LSPM methods only.	
^b The spectral width range applies to LSPM methods only; it is informative for 1 300 nm.	

6.3 Launch cord

Except for the OTDR method, the launch cord shall be 2 m to 10 m in length. See Annex E for the length of the OTDR launch cord.

The requirements on the near field profile emitted from the multimode launch cord in Annex F should be met.

The connector and adapter terminating the launch cord shall be compatible (e.g., end face type) with the cabling and should be low attenuation grade to minimize the uncertainty of measurement results.

The multimode optical fibres supported by this document are defined in IEC 60793-2-10 as A1-OMx, where x = 2, 3, 4 and 5 (e.g., A1-OM3) with sub-categories:

- A1-OM2 (legacy 50/125 µm);
- A1-OM3 (1st generation laser optimised 50/125 µm);
- A1-OM4 (2nd generation laser optimised 50/125 µm);
- A1-OM5 (wide band 50/125 µm).

A1-OMx fibres are further subdivided as:

- A1-OMxa, where x is 2 to 5 (designating traditional macrobend attenuation performance levels);
- A1-OMxb, where x is 2 to 5 (designating bend-insensitive characteristics – referred to as BIMMF).

The optical fibre within the launch cord at the connection to the cabling under test shall be of the same nominal fibre core size as the optical fibre within the cabling under test.

When undertaking LSPM testing of A1-OMxa or A1-OMxb optical fibres, the launch cord can contain optical fibres of sub-division A1-OMxa or A1-OMxb (BIMMF). The single-mode optical fibres supported by this document and used in the single-mode launch cord are defined in IEC 60793-2-50 as B-652 and B-657.

The MPO end of the launch cord should have a low attenuation grade connector, as recommended in Annex I. For testing single-mode cabling, the MPO launch cord should have high return loss (e.g., 60 dB) when mated to another similar MPO APC plug. Single-mode launch cords shall have APC plugs that connect to the cabling under test.

The connector or adapter terminating the launch cord shall be compatible with the cabling and should be of low attenuation grade to minimize the uncertainty of measurement results.

Additional care is needed when selecting multimode launch cords. Some equipment requires the launch cord to be matched to the light source to provide the required encircled flux launch.

Further information on test cord polarity can be found in IEC TR 61282-15.

6.4 Receive or tail cord

Except for the OTDR method, the receive cord shall be 2 m to 10 m in length. See Annex E for the length of the OTDR receive cord.

The connector or adapter terminating the receive cord shall be compatible (e.g., end face type) with the cabling and should be of low attenuation grade to minimize the uncertainty of measurement results.

The termination of the receive cord at the connection to the power meter shall be compatible with that of the power meter. For example, an unpinned receive cord shall be used with a pinned power meter.

Where bi-directional testing is carried out, the tail cord becomes the launch cord and shall comply with 6.3.

With reference to 6.3:

- the optical fibre within the receive or tail cord at the connection to the cabling under test shall be of the same nominal fibre core size as the optical fibre within the cabling under test;
- when undertaking LSPM testing of A1-OMxa or A1-OMxb optical fibres, the receive cord can contain optical fibres of sub-division A1-OMxa or A1-OMxb (BIMMF).

The single-mode optical fibres supported by this document and used in the single-mode receive cord, are defined in IEC 60793-2-50 as B-652 and B-657.

The MPO ends of the receive cord should have low attenuation terminations, as recommended in Annex I for a low attenuation grade termination. For testing single-mode cabling, the MPO receive cord should have high return loss (e.g., 60 dB) when mated to another similar MPO APC plug.

6.5 Substitution cord

The connector or adapter terminating the substitution cord shall be compatible (e.g., end face type) with the cabling and should be of low attenuation grade to minimize the uncertainty of measurement results. The length of substitution cord shall be 2 m to 10 m in length.

With reference to 6.3:

- the optical fibre within the substitution cord shall be of the same nominal fibre core size as the optical fibre within the cabling under test;
- when undertaking LSPM testing of A1-OMxa or A1-OMxb optical fibres, the substitution cord can contain optical fibres of sub-division A1-OMxa or A1-OMxb (BIMMF).

The single-mode optical fibres supported by this document and used in the single-mode substitution cord, are defined in IEC 60793-2-50 as B-652 and B-657.

The MPO end of the substitution cord should have low attenuation consistent with a low attenuation grade termination, as recommended in Annex I. For testing single-mode cabling, the MPO substitution cord should have high return loss (e.g., 60 dB) when mated to another similar MPO APC plug.

6.6 Adapter cord

The connector or adapter terminating the adapter cord shall be compatible (e.g., end face type) with the cabling and should be of low attenuation grade to minimize the uncertainty of measurement results.

With reference to 6.3:

- the optical fibre within the adapter cord shall be of the same nominal fibre core size as the optical fibre within the cabling under test;
- when undertaking LSPM testing of A1-OMxa or A1-OMxb optical fibres, the adapter cord can contain optical fibres of sub-division A1-OMxa or A1-OMxb (BIMMF).

The single-mode optical fibres supported by this document and used in the single-mode adapter cord, are defined in IEC 60793-2-50 as B-652 and B-657.

The MPO end of the adapter cord should have low attenuation consistent with a low attenuation grade termination, as recommended in Annex I. For testing single-mode cabling, the MPO adapter cord should have high return loss (e.g., 60 dB) when mated to another similar MPO APC plug.

See Clause C.2 for length guidelines.

6.7 Power meter – LSPM methods only

The power meter shall be capable of measuring the range of power normally associated with the cabling, including considerations on the power launched into the cabling. The power meter shall meet the calibration requirements of IEC 61315. The meter shall have a detecting surface of sufficient size to capture all the power coming from the optical fibre that is put into it. If the power meter port has a compatible MPO plug within the meter that has fibre pigtailed connected to the MPO plug, and any number of photodiodes connected to the fibre pigtailed, the pigtailed optical fibre shall be sufficiently large to capture all the power coming in from the test cord.

The power meter having an MPO compatible port, either pinned or unpinned, shall interface with either an MPO/PC multimode plug or MPO/APC single-mode plug.

The power meter shall be able to determine the position (polarity) of each fibre position on the MPO plug during testing, in addition to measuring attenuation, and report the polarity.

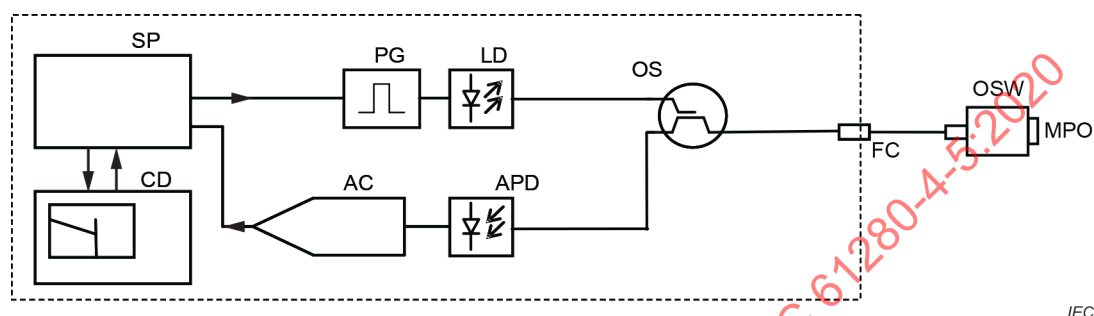
Caution is advised when interfacing to the power meter MPO port, since it can be pinned or unpinned.

Further information on power meter features can be found in IEC TR 61282-15.

6.8 OTDR apparatus

Figure 3 is a schematic of the OTDR apparatus shown with a simple attachment point. Annex E has some more detailed requirements for the length of the launch cord and other aspects related to the OTDR measurement. The other requirements of 6.1 apply.

For testing optical fibre cabling terminated with MPO connectors, an optical switch is needed. It can be installed within the OTDR mainframe and provide a single MPO interface port. Alternatively, the optical switch can be implemented outside of the OTDR mainframe with a single fibre to multi-fibre interface.



IEC

Key

PG	pulse generator	AC	amplifier and converter
LD	laser diode	SP	signal processor
OS	optical splitter	CD	control and display
FC	front panel connector	OSW	optical switch
APD	avalanche photo diode	MPO	MPO connector

Figure 3 – OTDR schematic with external optical switch

6.9 Connector end face cleaning and inspection equipment

Cleaning equipment (including apparatus, materials, and substances) and the methods to be used shall be suitable for the connectors to be cleaned. IEC TR 62627-01 recommends suitable cleaning tools and cleaning methods for connector end faces. Connector suppliers' instructions shall be consulted where doubt exists as to the suitability of particular equipment and cleaning methods.

End faces of installed connectors shall be inspected for cleanliness (absence of dirt) with a low-resolution microscope in accordance with IEC 61300-3-35 and cleaned when necessary. Microscopes using adapters compatible with the connectors are required.

6.10 Adapters

Where appropriate, adapters shall be compatible with the connector style being used and shall allow the required performance of low attenuation grade terminations to be achieved.

IEC 61754-7 (all parts) provides information on adapters and keying differences.

7 Procedures

7.1 General

Procedure requirements that are specific to particular methods are found in Annex A through Annex E.

LSPM methods require a reference measurement to be taken prior to measuring the cabling. Equipment should be assessed before commencing testing to ascertain how frequently reference measurements should be taken. Generally, this should be before the equipment has drifted more than 0,1 dB. The test environment (particularly the temperature) can affect the frequency of re-referencing.

Allow sufficient time for light source stabilisation in accordance with the manufacturer's recommendations.

7.2 Common procedures

7.2.1 Care of the test cords

The ends of the test cords shall be free of dirt or dust and shall meet the requirements of IEC 61300-3-35. If contamination is seen, clean and inspect using the equipment and methods of 6.9.

When the test cords are not in use, the ends should be capped, and they should be stored in kink-free coils of a diameter greater than the minimum bending diameter.

Verify the optical performance of all test cords to be used following the procedures in Annex H before any testing commences.

7.2.2 Take reference measurements

Measure the output power from the low attenuation grade test cord(s).

7.2.3 Inspect and clean the ends of the optical fibres in the cabling

The ends of the cabling should be inspected according to IEC 61300-3-35 prior to being connected each time they are mated.

The ends of the cabling shall be free of contamination. If contamination is seen, the connector end face shall be cleaned and inspected using the equipment and methods of 6.9.

7.2.4 Take the measurements

This is an iterative process for each optical fibre in the cabling including:

- attachment of optical fibre cabling to the launch and receive or tail cords;
- completing the measurement at each wavelength;
- storing or recording the results.

7.2.5 Make the calculations

Make the calculations to determine the difference between the reference measurement and the test measurements and record the final result, together with other information, in accordance with Clause 8.

7.2.6 Multi-fibre and bi-directional testing

When multiple fibres are measured simultaneously with multi-fibre connectors, the requirements of each interface shall be met as though it were a single connector. If bi-directional measurements are required, the procedures are repeated by launching into the other end of the cabling under test.

7.3 Calibration

Power meters and OTDR equipment shall be calibrated in accordance with IEC 61315, IEC 61746-1 and IEC 61746-2, respectively.

The equipment used shall have a valid calibration certificate in accordance with the manufacturers' recommendation or applicable quality system for the period over which the testing is done.

7.4 Safety

All tests performed on optical fibre communication systems, or that use a laser or LED in a test set, shall be carried out with the safety precautions in IEC 60825 (all parts).

NOTE Light sources used in LSPM for testing optical fibre cabling are usually considered to be safe. Light sources used in OTDRs will usually be Class 1 products. Class 1 laser products are safe under reasonably foreseeable circumstances.

8 Calculations

The calculations for each method are given in their respective annexes.

9 Documentation

9.1 Information for each test

- test procedure and method;
- measurement results including:
 - attenuation (dB);
 - OTDR trace(s), events, and section analysis tables (OTDR method only, from both directions when bi-directional measurements have been done); mapping is optional; the OTDR documentation is required only if an OTDR trace is done;
 - polarity;
 - length;
 - wavelength (nm);
 - optical fibre type;
 - termination location;
 - optical fibre identifier;
 - cable identifier.
- date of test.

9.2 Information to be available

- details of the spectral characteristics of the light source;
- reference power level (dBm) (LSPM methods only);
- calibration records;
- information indicating compliance with the required launch condition in accordance with 6.3;
- details of the test cords used for the measurements.

Annex A (normative)

One-cord method

A.1 Applicability of the test method

The one-cord method measurement includes the attenuation of both connections to the cabling under test. It is the RTM for measurement of installed cabling plant of configuration Au-u to Ap-p (see 4.2). Annex A illustrates testing methods when the cabling is unpinned on each end, pinned on one end and unpinned on the other end, and pinned on both ends.

NOTE Test cords that can be modified for keying orientation and for a pinned or unpinned configuration (i.e. gender-neutral) can be used to make testing easier and satisfy the one-cord method.

Polarity measurements are not defined herein and are expected to be automated and reported by the LSPM. IEC TR 61282-15 provides further information on polarity variations.

A.2 Apparatus

The light source, power meter, adapters, launch and receive cord shall be in accordance with Clause 6. The light source can be pinned or unpinned; for simplicity, Figure A.1 to Figure A.8 show the light source as being unpinned. In the examples below, the power meter has unpinned (Figure A.1 to Figure A.4) or pinned (Figure A.5 to Figure A.8) MPO interfaces, depending on the cabling configuration. The one-cord measurement method is only possible when the power meter has the same pinning as the cabling under test (i.e. pinned cabling and pinned power meter), or when test cords can be modified for keying orientation and for a pinned or unpinned configuration, or when the power meter can accept a pinned or unpinned MPO connector. Otherwise, an adapter cord, acting as a hybrid cord, is required. This then becomes the adapter-cord measurement.

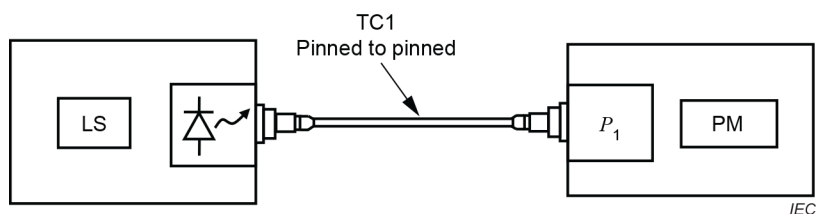
This is called the one-cord method because only one (e.g., launch cord) test cord is used for the reference measurement. A receive cord is also needed to undertake the measurement.

As it cannot be assumed that reference and attenuation measurements will have the same polarity, all P1 references shall be tagged with source identification (1 – n).

This method assumes that the launch cord is not disconnected from the light source between a reference measurement and a test measurement. If either the design of the test equipment or the design of the cabling under test makes such a disconnection unavoidable, the alternative method (Annex B) can be used, provided that the increased measurement uncertainty of that method is taken into account and appropriately modified test limits are applied.

A.3 Procedure for unpinned to unpinned cabling with unpinned power meter

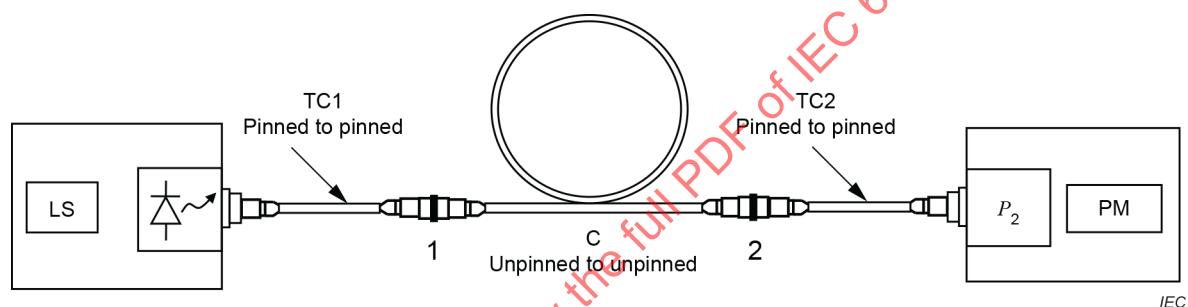
- Connect the light source and unpinned power meter using the launch cord (TC1) as shown in Figure A.1.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
- Disconnect the power meter from TC1.
 - Do not disconnect TC1 from the light source without repeating a reference measurement.
- Connect the power meter to the receive cord (TC2).
- Connect TC1 and TC2 to the cabling under test as shown in Figure A.2.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement.



Key

- LS light source
TC1 launch cord
PM power meter (unpinned)

Figure A.1 – Reference measurement for unpinned to unpinned cabling using unpinned power meter



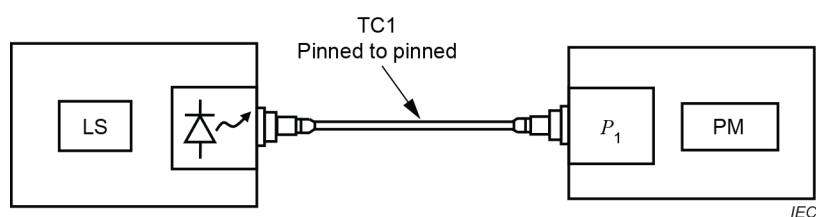
Key

- | | | | |
|-----|-------------------------------------|-----|------------------------------------|
| LS | light source | TC2 | receive cord |
| TC1 | launch cord | PM | power meter (unpinned) |
| C | cabling under test | 1 | cabling under test input interface |
| 2 | cabling under test output interface | | |

Figure A.2 – Test measurement for unpinned to unpinned cabling using unpinned power meter

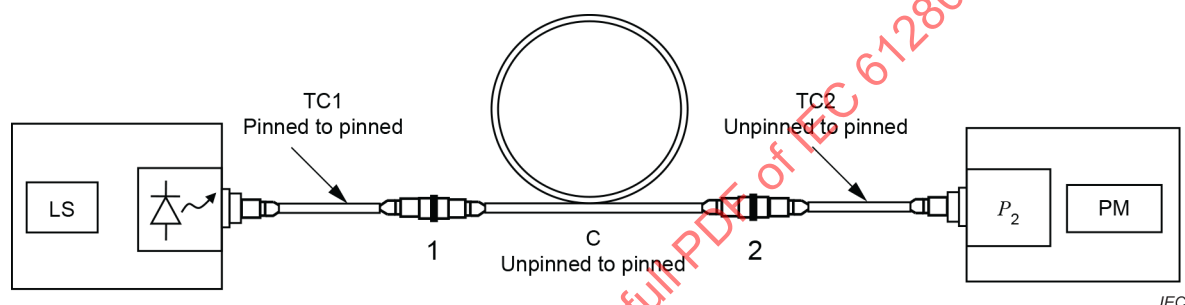
A.4 Procedure for unpinned to pinned cabling with unpinned power meter

- Connect the light source and unpinned power meter using the launch cord (TC1) as shown in Figure A.3.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
- Disconnect the power meter from TC1.
 - Do not disconnect TC1 from the light source without repeating a reference measurement.
- Connect the power meter to the receive cord (TC2).
- Connect TC1 and TC2 to the cabling under test as shown in Figure A.4.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement.

**Key**

- LS light source
 TC1 launch cord
 PM power meter (unpinned)

Figure A.3 – Reference measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter

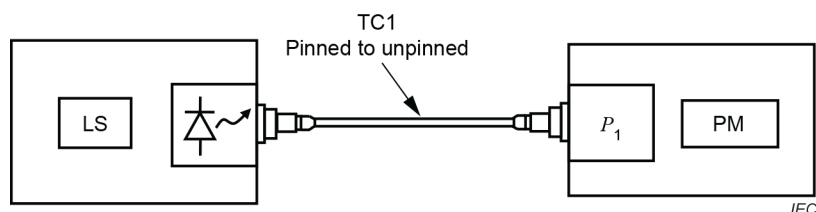
**Key**

- | | | | |
|-----|--------------------|------|------------------------|
| LS | light source | TC2 | receive cord |
| TC1 | launch cord | PM | power meter (unpinned) |
| C | cabling under test | 1, 2 | connector sets |

Figure A.4 – Test measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter

A.5 Procedure for pinned to pinned cabling with pinned power meter

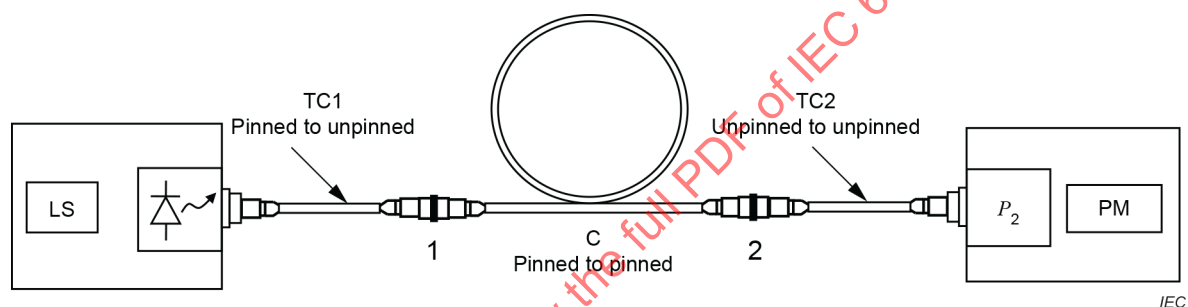
- Connect the light source and pinned power meter using the launch cord (TC1) as shown in Figure A.5.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
- Disconnect the power meter from TC1.
 - Do not disconnect TC1 from the light source without repeating a reference measurement.
- Connect the power meter to the receive cord (TC2).
- Connect TC1 and TC2 to the cabling under test as shown in Figure A.6.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement.



Key

- LS light source
TC1 launch cord
PM power meter (pinned)

Figure A.5 – Reference measurement for pinned to pinned cabling using pinned power meter



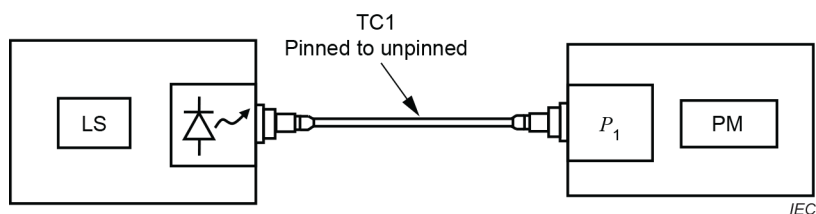
Key

- | | | | |
|-----|--------------------|------|----------------------|
| LS | light source | TC2 | receive cord |
| TC1 | launch cord | PM | power meter (pinned) |
| C | cabling under test | 1, 2 | connector sets |

Figure A.6 – Test measurement for pinned to pinned cabling using pinned power meter

A.6 Procedure for unpinned to unpinned cabling with pinned power meter and gender-neutral test cord

- Connect the light source and pinned power meter using the gender-neutral launch cord (TC1), pinned to unpinned, as shown in Figure A.7.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
- Disconnect the power meter from TC1 and change the far end from unpinned to pinned to be compatible with the cabling under test.
 - Do not disconnect TC1 from the light source without repeating a reference measurement.
- Connect the pinned power meter to the receive cord (TC2), pinned to unpinned.
- Connect TC1 and TC2 to the cabling under test as shown in Figure A.8.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement.

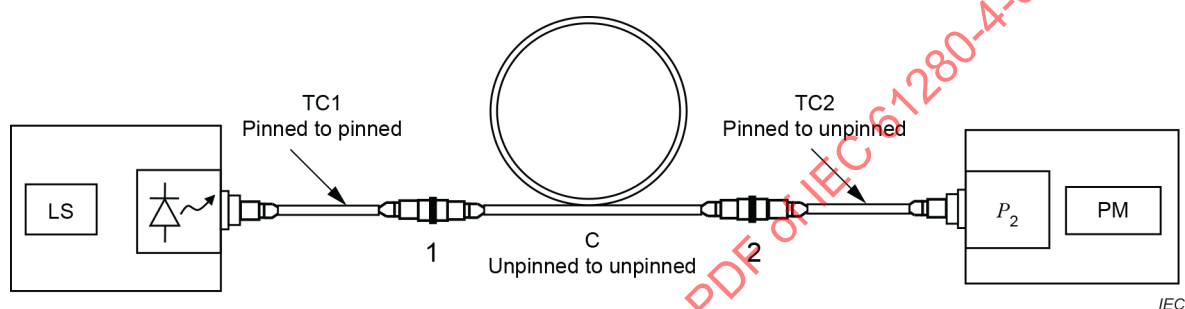
**Key**

LS light source

TC1 launch cord(gender-neutral, pinned to unpinned)

PM power meter (pinned)

Figure A.7 – Reference measurement for unpinned to unpinned cabling using pinned power meter

**Key**

LS light source

TC1 launch cord (pinned to pinned)

C cabling under test

2 cabling under test output interface

TC2 receive cord

PM power meter (pinned)

1 cabling under test input interface

Figure A.8 – Test measurement for unpinned to unpinned cabling (gender-neutral TC1) using pinned power meter

A.7 Calculation

The attenuation, A , is given by:

$$A = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \text{ (dB)} \quad (\text{A.1})$$

A.8 Components of reported attenuation

The attenuating elements are identified in Figure A.1 to Figure A.8. These are the attenuation of the cabling, A_C , and various connection attenuation values, in dB. The reported attenuation, A , is:

$$A = A_1 + A_2 + A_C \quad (\text{A.2})$$

Differences between the result reported by this method and the other LSPM methods are illustrated in Annex I.

Annex B (normative)

Three-cord method

B.1 Applicability of the test method

The three-cord method is designed to exclude the attenuation of both connections to the cabling under test. It is the ATM for measurement of installed cabling plant of configuration Au-u to Du-u (see 4.2) and in certain circumstances, or as directed by external standards, can be used in place of the test methods specified in Annexes A and C.

Annex B illustrates test methods when the cabling is unpinned on each end, pinned on one end and unpinned on the other end, and pinned on each end. Annex B also illustrates a general method for testing a channel using the three-cord method.

Polarity measurements are not defined herein and are expected to be automated and reported by the LSPM. IEC TR 61282-15 provides further information on polarity variations.

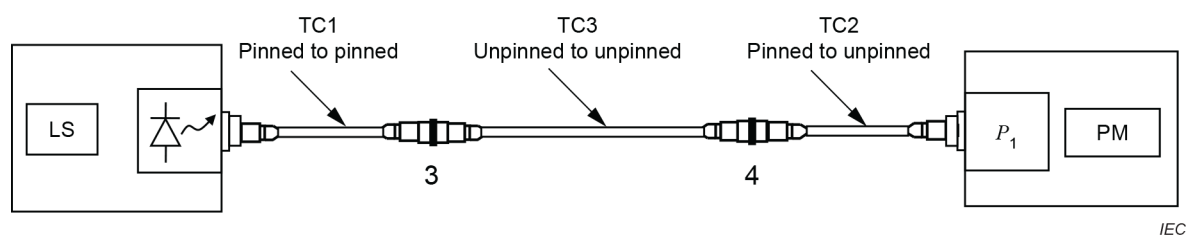
B.2 Apparatus

The light source, power meter, adapter, and all test cords shall be in accordance with Clause 6. Three test cords are used – launch cord, substitution cord, and receive cord. The attenuation values of the connections between these cords are critical to the uncertainty of the measurement.

The light source can be pinned or unpinned; for simplicity, Figure B.1 to Figure B.8 show the light source as being unpinned. In the examples below, the power meter has pinned or unpinned interfaces.

B.3 Procedure for unpinned to unpinned cabling

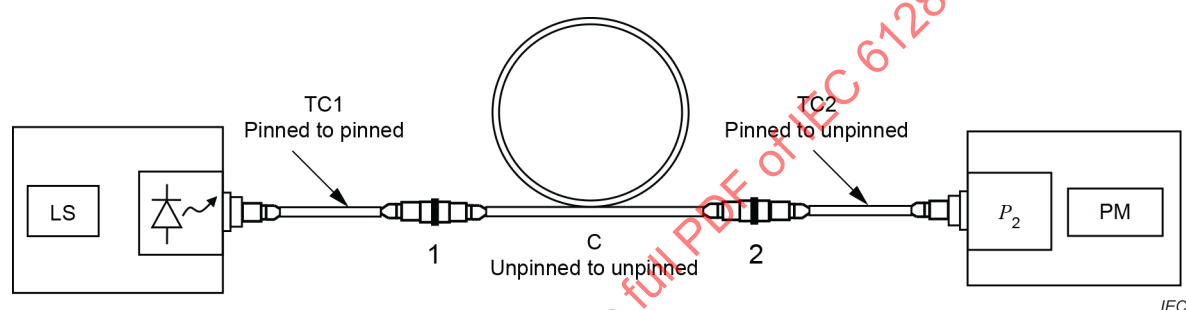
- Connect the launch cord (TC1) and receive cord (TC2) to the light source and power meter as shown in Figure B.1.
- Connect the substitution cord (TC3) between TC1 and TC2.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
 - Do not disconnect TC1 and TC2 from the light source and the power meter without repeating a reference measurement
- Replace the substitution cord with the cabling under test (leaving the adapters attached to TC1 and TC2), as shown in Figure B.2.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement.

**Key**

LS light source
 TC1 launch cord
 TC3 substitution cord

TC2 receive cord
 PM power meter (pinned)
 3, 4 connector sets

Figure B.1 – Reference measurement for unpinned to unpinned cabling using pinned power meter

**Key**

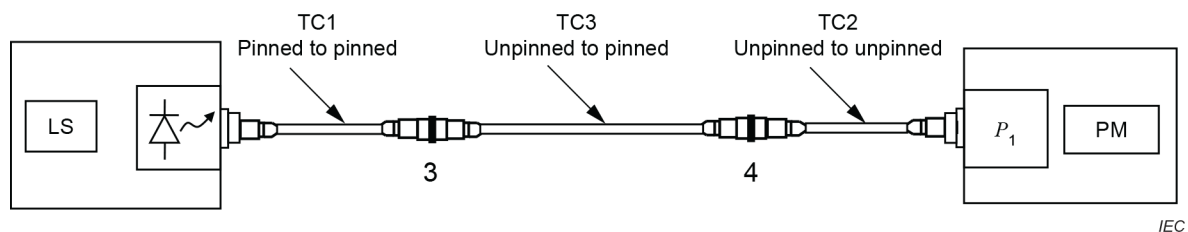
LS light source
 TC1 launch cord
 C cabling under test

TC2 receive cord
 PM power meter (pinned)
 1, 2 connector sets

Figure B.2 – Test measurement for unpinned to unpinned cabling using pinned power meter

B.4 Procedure for unpinned to pinned cabling

- Connect the launch cord (TC1) and receive cord (TC2) to the light source and power meter as shown in Figure B.3.
- Connect the substitution cord (TC3) between TC1 and TC2.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
 - Do not disconnect TC1 and TC2 from the light source and power meter without repeating a reference measurement.
- Replace the substitution cord with the cabling under test (leaving the adapters attached to TC1 and TC2), as shown in Figure B.4.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement.

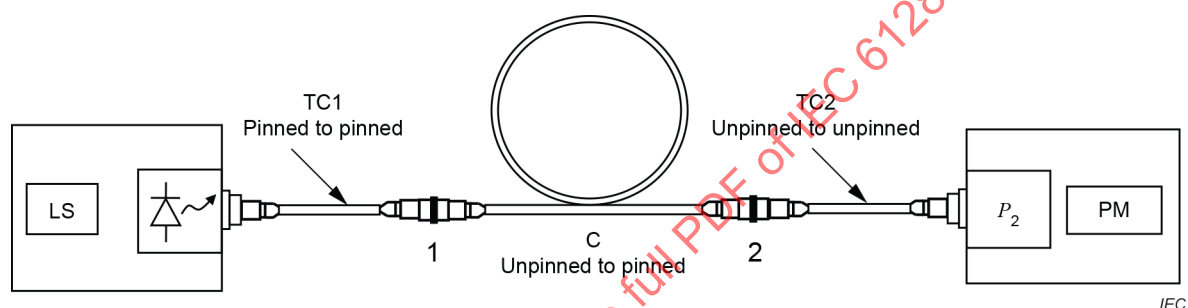


Key

LS light source
TC1 launch cord
TC3 substitution cord

TC2 receive cord
PM power meter (pinned)
3, 4 connector sets

Figure B.3 – Reference measurement for unpinned to pinned cabling using pinned power meter



Key

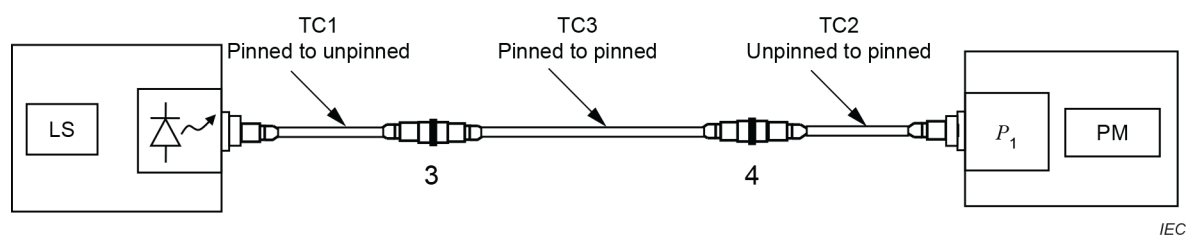
LS light source
TC1 launch cord
C cabling under test

TC2 receive cord
PM power meter (pinned)
1, 2 connector sets

Figure B.4 – Test measurement for unpinned to pinned cabling using pinned power meter

B.5 Procedure for pinned to pinned cabling

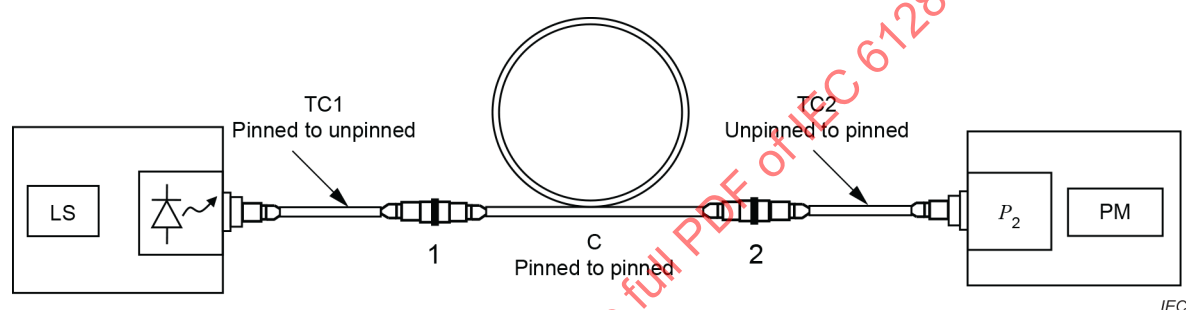
- Connect the launch cord (TC1) and receive cord (TC2) to the light source and power meter as shown in Figure B.5.
- Connect the substitution cord (TC3) between TC1 and TC2.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
 - Do not disconnect TC1 and TC2 from the light source and power meter without repeating a reference measurement.
- Replace the substitution cord with the cabling under test (leaving the adapters attached to TC1 and TC2), as shown in Figure B.6.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement.

**Key**

LS light source
 TC1 launch cord
 TC3 substitution cord

TC2 receive cord
 PM power meter (unpinned)
 3, 4 connector sets

Figure B.5 – Reference measurement for pinned to pinned cabling using unpinned power meter

**Key**

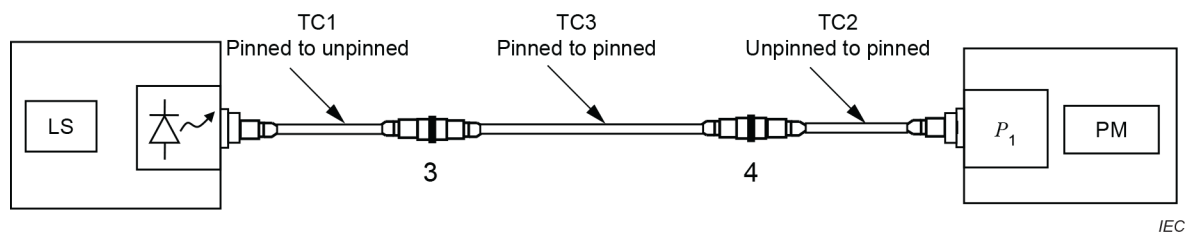
LS light source
 TC1 launch cord
 C cabling under test

TC2 receive cord
 PM power meter (unpinned)
 1, 2 connector sets

Figure B.6 – Test measurement for pinned to pinned cabling using unpinned power meter

B.6 Procedure, channel test (general)

- Connect the launch cord (TC1) and receive cord (TC2) to the light source and power meter as shown in Figure B.7.
- Connect the substitution cord (TC3) between TC1 and TC2 .
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
 - Do not disconnect TC1 and TC2 from the light source and power meter without repeating a reference measurement.
- Replace the substitution cord with the cabling under test (leaving the adapters attached to TC1 and TC2), as shown in Figure B.8.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement.

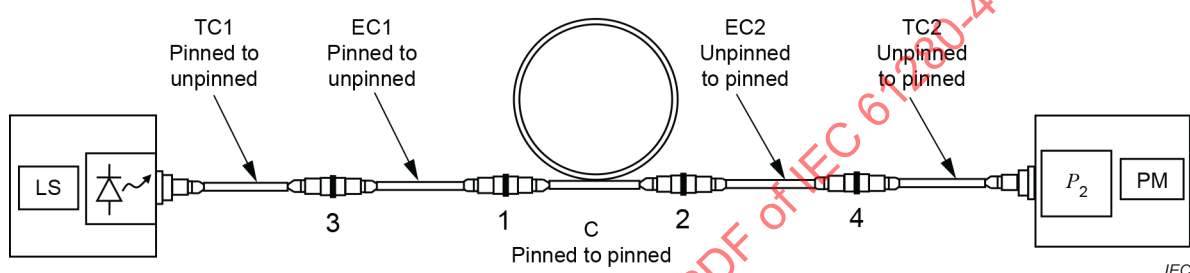


Key

LS light source
TC1 launch cord
TC3 substitution cord

TC2 receive cord
PM power meter (unpinned)
3, 4 connector sets

Figure B.7 – Reference measurement for channel test using unpinned power meter



Key

LS light source
TC1 launch cord
C cabling under test
1, 2 connector sets

TC2 receive cord
PM power meter (unpinned)
EC equipment cord
3, 4 connector sets

Figure B.8 – Test measurement for channel test using unpinned power meter

B.7 Calculations

The attenuation, A , is given by:

$$A = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \text{ (dB)} \quad (\text{B.1})$$

B.8 Components of reported attenuation

The attenuating elements are identified in Figure B.1 to Figure B.8. These are attenuation values of the cabling, A_C , and various connection attenuation values, in dB. The reported attenuation, A , is:

$$A = A_1 + A_2 + A_C - A_3 - A_4 \quad (\text{B.2})$$

A_3 and A_4 are the attenuation values of the connections in the reference test set-up, and together include the attenuation over the length of TC3, which is negligible.

Differences between the result reported by this method and the other LSPM methods are illustrated in Annex I.

Annex C (normative)

Adapter-cord method

C.1 Applicability of the test method

The adapter-cord method measurement includes the attenuation of both connections to the cabling under test. It is the ATM for the measurement of installed cabling plant of configuration Au-u to Ap-p (see 4.2). Annex C illustrates testing methods when the cabling is unpinned on each end, pinned on one end and unpinned on the other end, and pinned on both ends. For each configuration, the adapter-cord method is used instead of the one-cord method because the power meter pinning is not compatible with the cabling under test.

The method is called the adapter-cord method because after the initial reference is made, an adapter cord is added during the cabling measurement. By adding the adapter cord, two connector losses are measured.

Polarity measurements are not defined herein and are expected to be automated and reported by the LSPM. IEC TR 61282-15 provides further information on polarity variations.

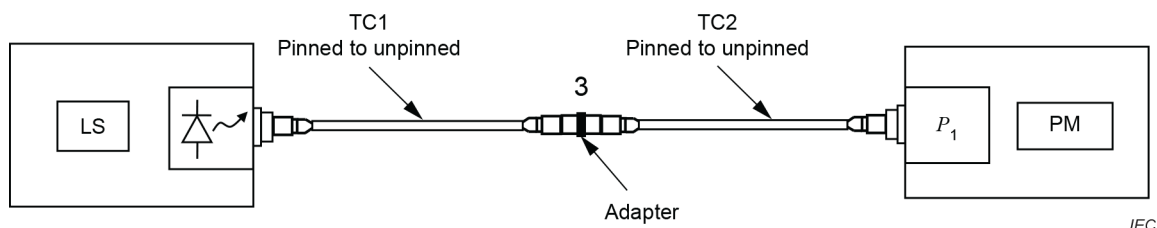
C.2 Apparatus

The light source, power meter, adapters, launch and receive cord shall be in accordance with Clause 6. A short adapter cord, having negligible loss, is used.

The light source can be pinned or unpinned; for simplicity, Figure C.1 to Figure C.8 show the light source as being unpinned. In the examples below, the power meter has pinned and unpinned interfaces. The LSPM can also have pinned or unpinned MPO interfaces. However, only examples of incompatible pinning between the power meter and the cabling, constituting an adapter-cord method, are shown.

C.3 Procedure for unpinned to unpinned cabling with pinned power meter

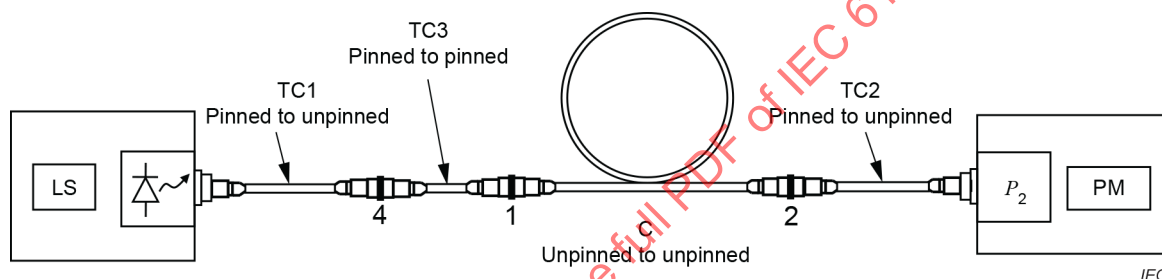
- Connect the launch cord (TC1) and receive cord (TC2) to the light source and power meter and to each other, as shown in Figure C.1.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
- Disconnect TC1 and TC2.
 - Do not disconnect TC1 from the light source and TC2 from the power meter without repeating a reference measurement.
- Insert
 - the cabling under test, as shown in Figure C.2,
 - the adapter cord and the cabling under test, as shown in Figure C.2.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement.



Key

- LS light source
TC1 launch cord
PM power meter (pinned)
3 connector set

Figure C.1 – Reference measurement for unpinned to unpinned cabling using pinned power meter



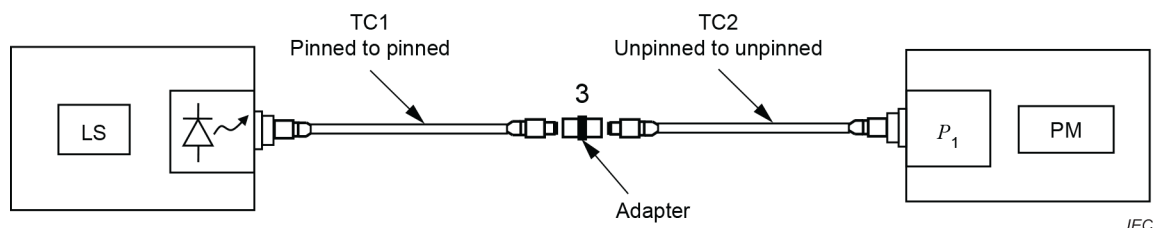
Key

- LS light source
TC1 launch cord
C cabling under test
TC2 receive cord
PM power meter (pinned)
TC3 adapter cord
1, 2, 4 connector sets

Figure C.2 – Test measurement for unpinned to unpinned cabling using pinned power meter

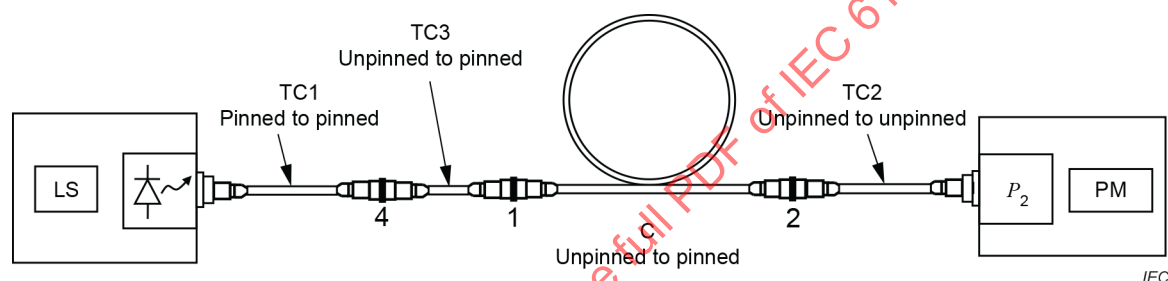
C.4 Procedure for unpinned to pinned cabling with pinned power meter

- Connect the launch cord (TC1) and receive cord (TC2) to the light source and power meter and to each other, as shown in Figure C.3..
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
- Disconnect TC1 and TC2.
 - Do not disconnect TC1 from the light source and TC2 from the power meter without repeating a reference measurement.
- Insert
 - the cabling under test, as shown in Figure C.4,
 - the adapter cord and the cabling under test, as shown in Figure C.4.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement

**Key**

LS	light source
TC1	launch cord
PM	power meter (pinned)
3	connector set

Figure C.3 – Reference measurement for unpinned to pinned cabling using pinned power meter

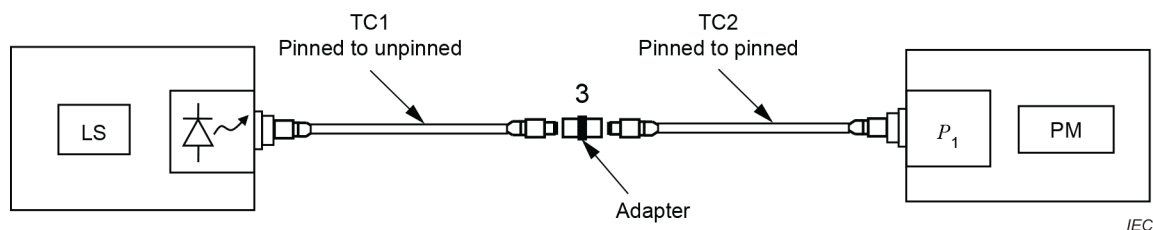
**Key**

LS	light source	TC2	receive cord
TC1	launch cord	PM	power meter (pinned)
C	cabling under test	TC3	adapter cord
		1, 2, 4	connector sets

Figure C.4 – Test measurement for unpinned to pinned cabling using pinned power meter

C.5 Procedure for pinned to unpinned cabling with unpinned power meter

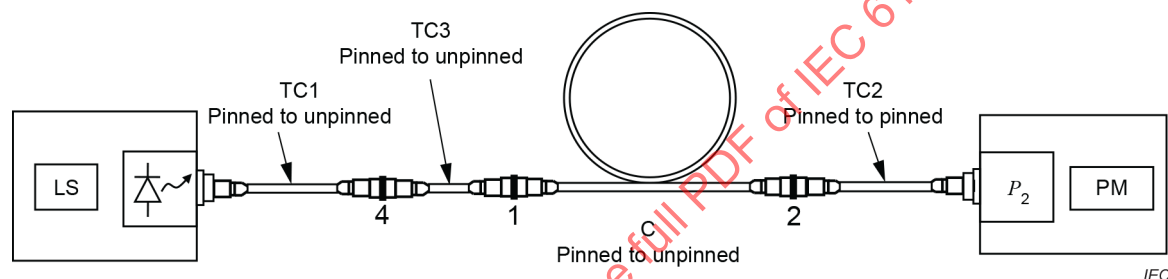
- Connect the launch cord (TC1) and receive cord (TC2) to the light source and power meter and to each other, as shown in Figure C.5.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
- Disconnect TC1 and TC2.
 - Do not disconnect TC1 from the light source and TC2 from the power meter without repeating a reference measurement.
- Insert
 - the cabling under test, as shown in Figure C.6,
 - the adapter cord and the cabling under test, as shown in Figure C.6.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement.



Key

- LS light source
 TC1 launch cord
 PM power meter (unpinned)
 3 connector set

Figure C.5 – Reference measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter



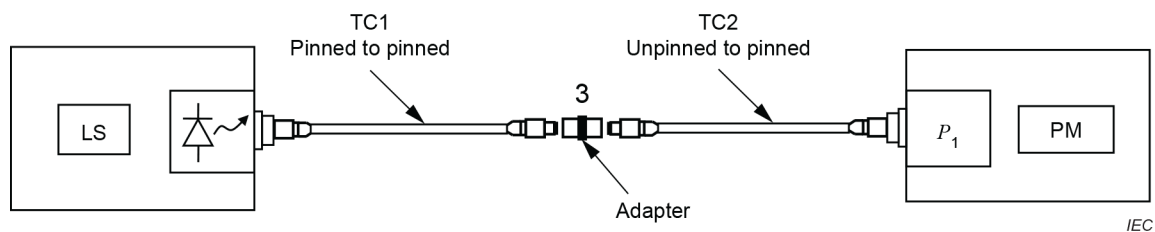
Key

- | | | | |
|-----|--------------------|---------|------------------------|
| LS | light source | TC2 | receive cord |
| TC1 | launch cord | PM | power meter (unpinned) |
| C | cabling under test | TC3 | adapter cord |
| | | 1, 2, 4 | connector sets |

Figure C.6 – Test measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter

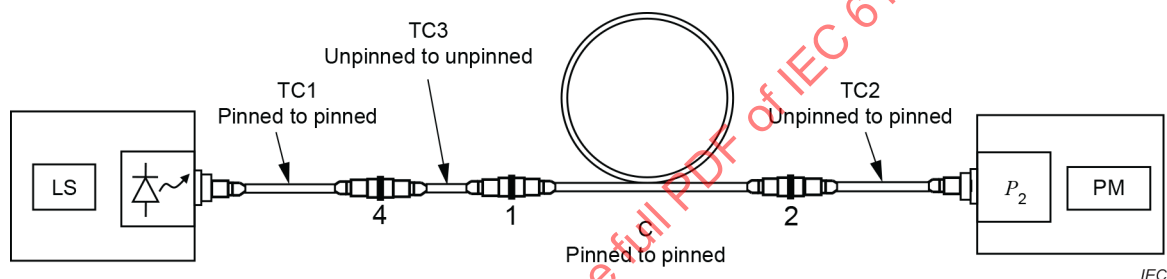
C.6 Procedure for pinned to pinned cabling with unpinned power meter

- Connect the launch cord (TC1) and receive cord (TC2) to the light source and power meter and to each other, as shown in Figure C.7.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
- Disconnect TC1 and TC2.
 - Do not disconnect TC1 from the light source and TC2 from the power meter without repeating a reference measurement.
- Insert
 - the cabling under test, as shown in Figure C.8,
 - the adapter cord and the cabling under test, as shown in Figure C.8.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the test power measurement.

**Key**

- LS light source
 TC1 launch cord
 PM power meter (unpinned)
 3 connector set

Figure C.7 – Reference measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter

**Key**

- | | | | |
|-----|--------------------|---------|------------------------|
| LS | light source | TC2 | receive cord |
| TC1 | launch cord | PM | power meter (unpinned) |
| C | cabling under test | TC3 | adapter cord |
| | | 1, 2, 4 | connector sets |

Figure C.8 – Test measurement for unpinned to pinned cabling using unpinned power meter

C.7 Calculations

The attenuation, A , is given by:

$$A = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \text{ (dB)} \quad (\text{C.1})$$

C.8 Components of reported attenuation

The attenuating elements are identified in Figure C.2, Figure C.4, Figure C.6, and Figure C.8. These are of the cabling, A_C , and various connection attenuation, in dB.

For these cases, the reported attenuation, A , is:

$$A = A_1 + A_2 + A_C + A_4 - A_3 \quad (\text{C.2})$$

A_3 is the attenuation value of the connections in the reference test set-up, and includes the attenuation over the length of TC3, which is negligible.

Differences between the result reported by this method and the other LSPM methods are illustrated in Annex I.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-4-5:2020

Annex D (normative)

Equipment cord method

D.1 Applicability of the test method

The equipment cord method directly measures the attenuation of the cabling under test, the attenuation of equipment cord connections to the cabling under test, and the attenuation of the optical fibre in one the equipment cords (EC2 in Figure D.2). The attenuation of the equipment cord connections to the equipment is not included. It is the RTM for the measurement of installed cabling plant of configuration Du-u. The equipment cord method is only suitable if both equipment cords are present during testing and are not replaced before operation and applies to cabling that is pinned to pinned and having equipment cords terminated with MPO plugs on both ends, unpinned to unpinned. The attenuation of the optical fibre in the equipment cords is negligible if the equipment cords are short (e.g., 0,02 dB).

D.2 Apparatus

The light source, power meter and all test cords shall be in accordance with Clause 6. This is called the equipment cord method because the launch test cord and the customer's equipment cords are used for the reference measurement. However, a second customer (receive) cord is needed. The performance of the test cords and customer cords should be verified before testing commences. This is done by connecting the test, receive, or customer cord to the launch cord and measuring the attenuation of the connection. See Annex H for more information.

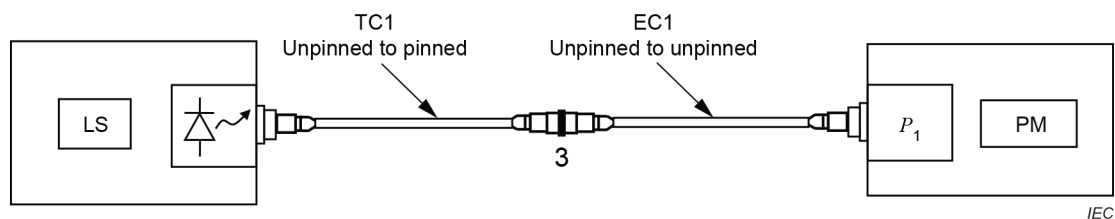
This method requires that the launch cord and the customer equipment cord to be connected in series between the light source and the power meter for the reference measurement. Refer to the three-cord method if the test equipment is not compatible with the cabling configuration.

This method also assumes that:

- the connector on the power meter is compatible with that of the cabling under test into which the equipment cord EC1 in Figure D.1 is connected;
- the launch cord and equipment cord are not disconnected from the light source between a reference measurement and a test measurement;
- equipment cords are unpinned to unpinned;
- the cabling is pinned to pinned;
- the light source and power meter are pinned (in the example below).

D.3 Procedure

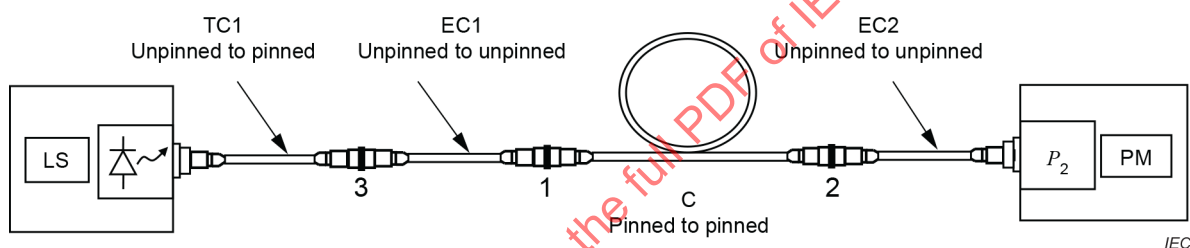
- Connect the light source and power meter using the launch cord (TC1) and equipment cord (EC1) as shown in Figure D.1.
- Record the measured optical power, P_1 . This is the reference power measurement.
- Disconnect the power meter from EC1.
 - Do not disconnect TC1 from the light source and TC2 from TC1 without repeating a reference measurement .
- Connect the power meter to the equipment receive cord (EC2).
- Connect TC1/EC1 and EC2 to the cabling under test as shown in Figure D.2.
- Record the measured optical power, P_2 . This is the test power measurement.



Key

- LS light source
- TC1 launch cord
- EC1 equipment launch cord
- PM power meter (pinned)
- 3 connector sets

Figure D.1 – Reference measurement using pinned power meter



Key

- | | | | |
|-----|--------------------|---------|------------------------|
| LS | light source | EC1 | equipment launch cord |
| TC1 | launch cord | PM | power meter (pinned) |
| C | cabling under test | EC2 | equipment receive cord |
| | | 1, 2, 3 | connector sets |

Figure D.2 – Test measurement using pinned power meter

D.4 Calculation

The attenuation, A , is given by:

$$A = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \text{ (dB)} \quad (\text{D.1})$$

D.5 Components of reported attenuation

The attenuating elements are identified in Figure D.1 and Figure D.2. These are the attenuation of the cabling, A_C , and various connection attenuation values, in dB. The reported attenuation, A , is:

$$A = A_1 + A_2 + A_C \quad (\text{D.2})$$

Differences between the result reported by this method and the other LSPM methods are illustrated in Annex I.

D.6 Typical uncertainty values

Typical uncertainty values were calculated using IEC TR 61282-14, assuming the following conditions found in 5.5 and 5.6.

Table D.1 reproduces the results of the calculation for a selection of cable lengths and attenuations when using the equipment cord method in this document and different test cord connector grades.

Table D.1 – Uncertainty for a given attenuation when equipment cord method is used

Measured cabling attenuation	Uncertainty values at 95 % using test cords with low attenuation grade connectors				Uncertainty values at 95 % using test cords with Grade B connectors			
dB	dB				dB			
	850 nm	850 nm	1 310 nm	1 310 nm	850 nm	850 nm	1 310 nm	1 310 nm
	1 power meter	2 power meters	1 power meter	2 power meters	1 power meter	2 power meters	1 power meter	2 power meters
0,5	0,30	0,41	0,28	0,40	0,30	0,41	0,28	0,40
1,0	0,32	0,43	0,28	0,40	0,32	0,43	0,28	0,40
1,5	0,35	0,45	0,28	0,40	0,35	0,45	0,28	0,40
2,0	0,38	0,47	0,28	0,40	0,38	0,47	0,28	0,40
2,5	0,42	0,51	0,28	0,40	0,42	0,51	0,28	0,40
3,0	0,47	0,54	0,28	0,40	0,47	0,54	0,28	0,40
3,5	0,51	0,59	0,29	0,40	0,51	0,59	0,29	0,40

NOTE For the purpose of this table, the attenuation of the fibre represents 23,5 % of the total attenuation for multimode cabling (850 nm).

NOTE For the purpose of this table, the attenuation of the fibre represents 23,5 % of the total attenuation for multimode cabling (850 nm).

Annex E (normative)

Optical time domain reflectometer

E.1 Applicability of the test method

The OTDR method measurement includes the attenuation of both connections to the cabling under test. The OTDR method can be used for measurement of installed cabling plant of configuration Au-u to Du-u (see 4.2) and used, as an alternative method, in place of the test methods specified in Annexes A, B, and C. Annex E describes the setup and signal response when testing cabling terminated with MPO connections when an optical switch is used. In Annex E, an external optical switch is used to illustrate and explain several OTDR signals.

When bi-directional measurements (see Clause G.2) are specified, the procedures within this annex are repeated, but from the opposite end of the cabling under test, without disconnecting the launch and tail cords from the cabling under test.

NOTE 1 Multimode MPO connectors have PC ferrule end faces with return loss as low as 20 dB. Low return loss (e.g., 20 dB) will cause signal distortion, which requires a longer tail cord, where applicable, to remove the effect and obtain an accurate total attenuation measurement.

NOTE 2 Single-mode MPO connectors are terminated with APC end faces, having high return loss (e.g., 60 dB). For most OTDRs, return loss this high cannot cause a reflection.

NOTE 3 The OTDR traces shown in Annex E are shown with typical 50 dB return loss connector end faces and do not show closely spaced connectors between the OTDR and the optical switch or the attenuation at the optical switch.

NOTE 4 Methods for determining cabling polarity using an OTDR are not shown herein. IEC TR 61282-15 provides information on polarity determination.

E.2 Apparatus

E.2.1 General

The OTDR, test cords, and adapters are required for making attenuation and length measurements on the installed cabling. See 6.8 for a schematic of the OTDR equipment using an external optical switch. A launch and tail cord shall be used during testing.

For the test set-up examples in Annex E, a test cord, optical switch, launch cord, and tail cord are shown. Reflectance associated with the connectors of the test cords (launch and tail), as well as the cabling, should be minimized.

Index matching fluids or gels between the polished end faces of connectors shall not be used.

The use of the tail cord allows the attenuation of the remote end connection to be measured and, therefore, the attenuation of the entire cabling section can be measured. If no tail cord is used, no information regarding the remote end connector can be obtained. In fact, not even continuity of the optical fibre is assured, since there can be a break close to the far end, or the optical fibres can be incorrectly connected somewhere along their length.

E.2.2 OTDR

The OTDR shall be capable of supporting a range of pulse widths and averaging times to achieve a measurement typically in lengths of up to 2 000 m, with a sufficient signal to noise ratio.

The OTDR should have an attenuation dead zone (see Clause G.1) of less than 8 m, using a short pulse width (< 10 ns) following single-ferrule connectors (i.e. return loss 35 dB).

The requirements for the near field profile emitted from the multimode launch cord found in Annex F should be met.

E.2.3 Test cords

The optical fibre type of the launch and tail cords shall be coated so the cladding light is removed. The length of both launch and tail cords shall be longer than the dead zone created by the pulse width selected for a particular length of optical fibre to be measured. Suppliers of OTDR equipment should recommend lengths. In addition, these lengths shall be long enough for a reliable straight-line fit of the backscatter trace that follows the attenuation dead zone with single-ferrule connector reflectance.

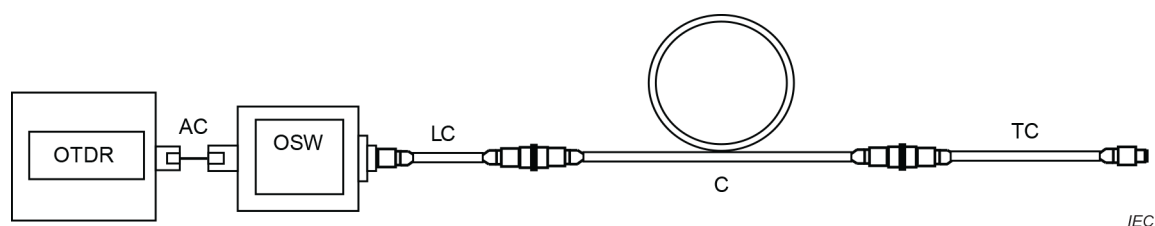
In the absence of other information, the minimum length of launch and tail cords can be determined such that their return delay is equal to the OTDR pulse width multiplied by a suitable factor. For example, using the relationship that light travels in optical fiber at 5 ns/m (0,2 m/ns), a factor of 50 multiplied by a typical pulse width of 20 ns would give a return delay of 1 000 ns, equivalent to lengths of 100 m for launch and tail cords.

The following recommendations apply to the preparation of the test cords:

- the single-mode launch and tail cord should have similar backscatter coefficients;
- the attenuation due to induced winding attenuation should be minimized. To do this, use a minimum radius of 45 mm, if using non-BIMMF;
- the cords are terminated at each end with an MPO connector suitable for attachment to the optical switch and cabling under test;
- the optical fibre used in the cord should be protected. This can be done by enclosing most of the length of the cord in a container or by using test cords that are entirely ruggedized. An appropriate length of protected optical fibre length of the cord should extend outside the container to connect the OTDR and the cabling under test.

E.3 Procedure (test method)

- Connect the test cords, optical switch, and the OTDR as shown in Figure E.1.
- Configure the OTDR using the following rule:
 - the shortest pulse width possible should be selected that is consistent with acquiring a trace in a reasonable timescale that is sufficiently smooth (i.e. with a sufficient signal-to-noise ratio) to allow effective analysis.
- Refer to Annex G for a better understanding of the OTDR settings.
- Select the appropriate wavelength.
- Record the backscattered trace.



Key

OTDR	optical time domain reflectometer
AC	adapter cord
OSW	optical switch
LC	launch cord
C	cabling under test
TC	tail cord

Figure E.1 – OTDR method

E.4 Calculation

E.4.1 General

The attenuation is given by:

$$A = F_1 - F_2 \text{ (dB)} \quad (\text{E.1})$$

where

F_1 and F_2 are the displayed power level of the input and output port of the cabling under test (see Clause E.3).

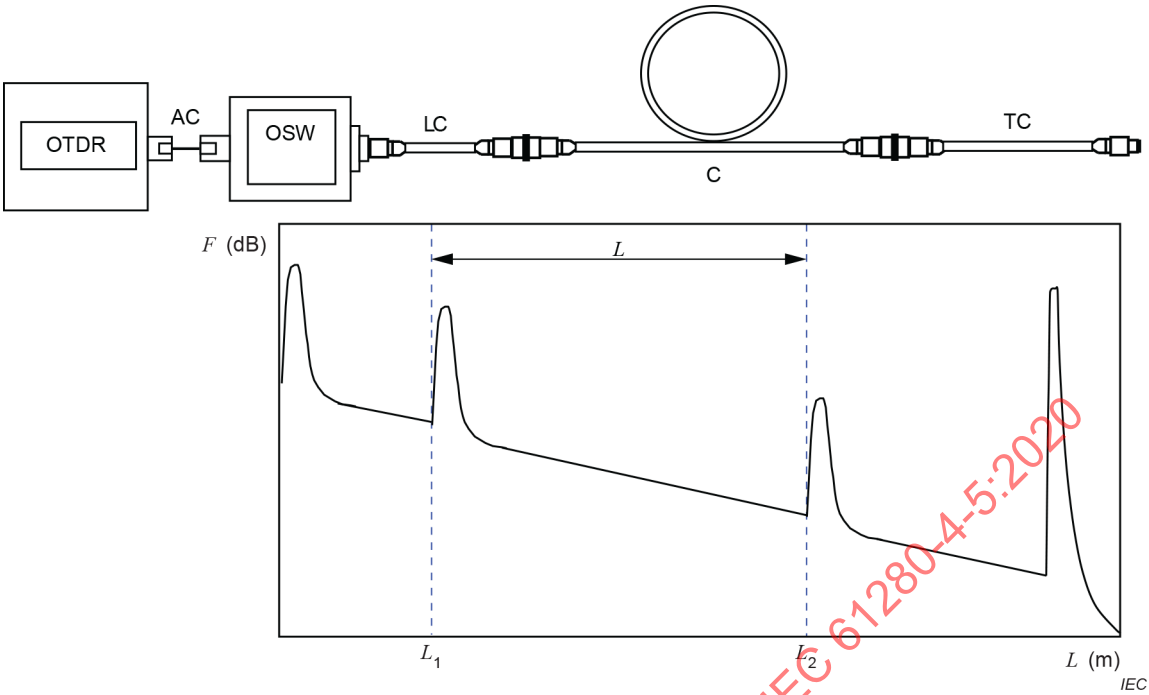
NOTE The OTDR vertical scale displays five times the logarithm of the received power, plus a constant offset. The OTDR horizontal scale displays distance along the optical fibre. This is calculated by dividing the measured time delay for the round trip by two, and by the speed of light in the optical fibre defined by the effective group refractive index of the optical fibre core.

E.4.2 Connection location

The two connections of the cabling under test are located at the change of curvature before the two peaks that represent the two connectors.

It is a requirement to properly locate the position of the two connections and to properly define the displayed power levels.

Figure E.2 illustrates the location of the connectors on a typical trace.



Key

OTDR	optical time domain reflectometer	F	reflected power level
LC	launch cord	L_1, L_2	cabling port locations
C	cabling under test	L	distance from OTDR launch cord output port
TC	tail cord	AC	adapter cord
		OSW	optical switch

Figure E.2 – Location of the ports of the cabling under test

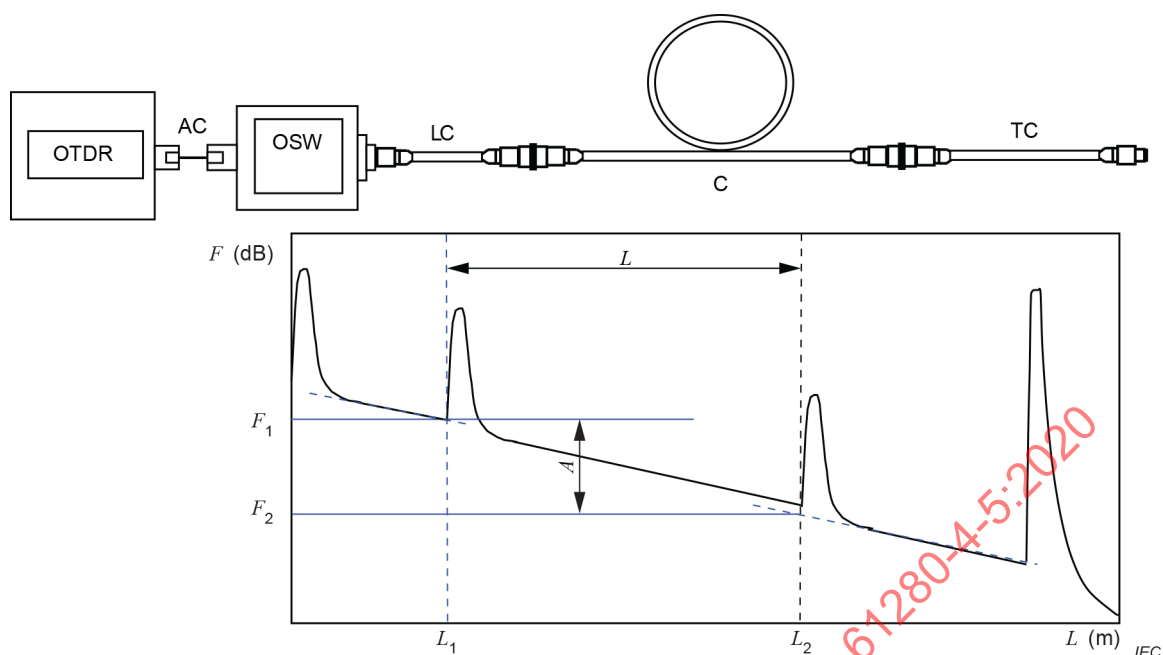
E.4.3 Definition of the power levels F_1 and F_2

The displayed power level F_1 at location L_1 is defined at the intercept of the linear regression (LSA) obtained from the linear part of the backscattering power provided by the launch cord and the vertical axis at location L_1 .

The displayed power level F_2 at location L_2 is defined at the intercept of the linear regression (LSA) obtained from the linear part of the backscattering power provided by the tail cord and the vertical axis at location L_2 .

Figure E.3 illustrates the position of level F_1 and F_2 on a typical trace.

This measurement process is also called five points analysis with LSA. See Annex G for more details.



Key

OTDR	optical time domain reflectometer	F	reflected power level
LC	launch cord	L_1, L_2	cabling port locations
C	cabling under test	L	distance from OTDR launch cord output port
TC	tail cord	F_1, F_2	displayed power level at L_1 and L_2
AC	adapter cord	A	attenuation
OSW	optical switch		

Figure E.3 – Graphic construction of F_1 and F_2

E.4.4 Alternative calculation

Alternatively, the OTDR can provide two other displayed levels, F_{11} and F_{12} , in order to provide a detailed analysis of the trace (see Figure E.4). Figure E.4 is used when a bi-directional measurement is made.

The displayed power level F_{11} at location L_1 is defined at the intercept of the linear regression (LSA) obtained from the linear part of the backscattering power provided by the cabling under test and the vertical axis at location L_1 .

The displayed power level F_{21} at location L_2 is defined at the intercept of the linear regression (LSA) obtained from the linear part of the backscattering power provided by the cabling under test and the vertical axis at location L_2 .

Three other attenuations are given by:

$$A_1 = F_1 - F_{11} \text{ (dB)} \quad (\text{E.2})$$

$$A_2 = F_{21} - F_2 \text{ (dB)} \quad (\text{E.3})$$

$$A_c = F_{11} - F_{12} \text{ (dB)} \quad (\text{E.4})$$

where

A_1 is the attenuation of the near-end connector;

A_2 the attenuation of the far-end connector;

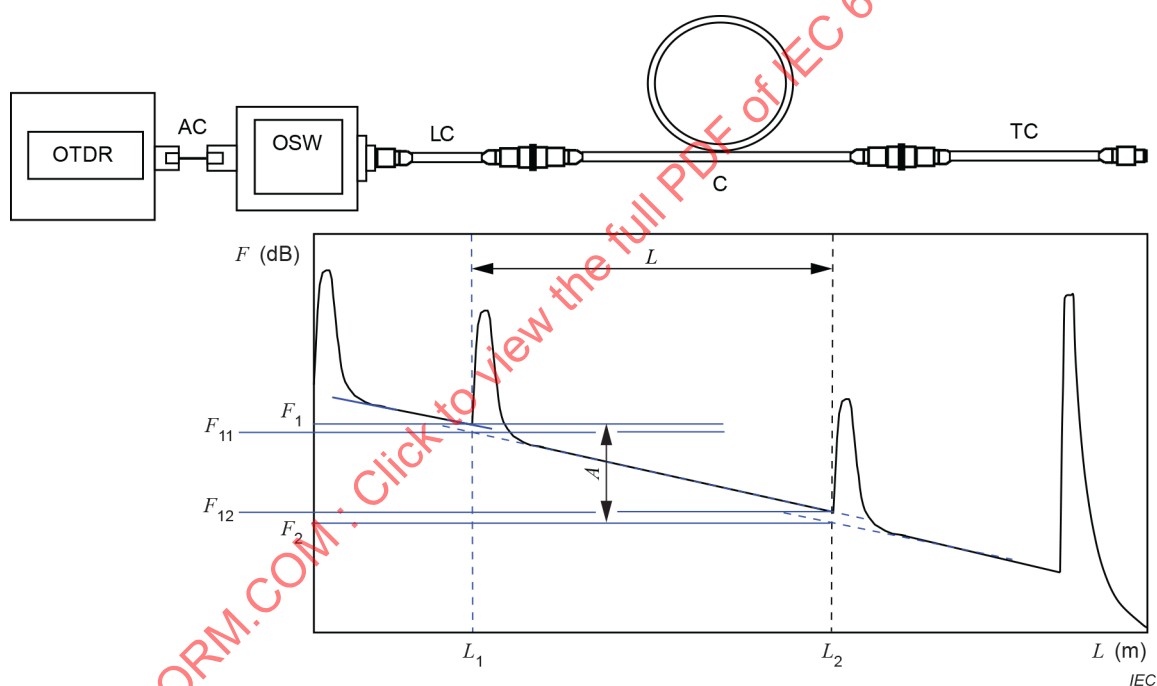
A_c is the attenuation of the cabling without connectors.

Leading to:

$$A = A_1 + A_c + A_2 \text{ (dB)} \quad (\text{E.5})$$

Assuming calculation errors are negligible, Formula (E.5) has the same validity as Formula (E.1).

In some cases, the attenuation A_1 , A_c and A_2 can be available in an event table.



Key

OTDR	optical time domain reflectometer	L_1, L_2	cabling port locations
LC	launch cord	L	distance from OTDR launch cord output port
C	cabling under test	F_1, F_2	displayed power level at L_1 and L_2
TC	tail cord	F_{11}, F_{12}	displayed power level at L_1 and L_2
F	reflected power level	A	attenuation
AC	adapter cord	OSW	optical switch

Figure E.4 – Graphic construction of F_1 , F_{11} , F_{12} and F_2

E.5 OTDR uncertainties

The following sources of uncertainties should be considered when reporting the measurement.

- Noise level contribution – errors due to a large amount of Gaussian noise or system noise; noise is always higher as the backscatter level approaches the noise floor on a logarithmic trace. A large amount of noise on the trace disturbs the linear regressions leading to a wrong evaluation of the different displayed power levels. The noise can be reduced by increasing the averaging time or by increasing the pulse width. When the slope of the linear regression is available (e.g., in dB/km), low slope or high slope are generally associated with an excessive level of noise;
- Backscatter coefficient – intrinsic property difference between the launch and tail cords can cause variations in the apparent (measured) total attenuation of the cabling. For example, when the optical fibre used in the launch cord has a lower backscatter coefficient compared to the backscatter coefficient of the tail cord, the measured attenuation can be lower than the real one, so underestimated;
- Strong reflection – non-linear effects of strong reflections (e.g., 20 dB return loss) cause attenuation errors, attenuation coefficient errors, and dead zone widening, sometimes resulting in positive attenuation when a short length of fibre follows a strong reflection. For the total attenuation measurement, this effect can be removed by using a long enough length of tail cord where possible;
- Cursor location error – error in either software analyser placement of cursors or manual operation of cursors. This can lead to some error when the slopes of the different optical fibres are very different.

Annex F (normative)

Requirements for the multimode source characteristics

The launch modal condition shall meet the requirements of IEC 61280-4-1, except where noted in this document.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-4-5:2020

Annex G (informative)

OTDR configuration information

G.1 General

Annex G provides information regarding OTDRs and their configuration relative to testing cabling terminated with MPO connectors while using an external optical switch. Refer to IEC 61280-4-1 for further information on multimode OTDR configurations and IEC 61280-4-2 for single-mode OTDR configurations (i.e. technical description, operation, good practices, key parameters, etc.). Annex G also provides additional diagrams to help in the application of Annex E. Refer to IEC 61746-2 for multimode calibration information and IEC 61746-1 for single-mode calibration information.

NOTE Testing multimode MPO terminated cabling can be problematic due to the low return loss (e.g., 20 dB) that can cause signal distortion. High reflectance will cause a longer recovery time, which requires a longer tail cord, where applicable, to remove the effect and obtain an accurate total attenuation measurement.

G.2 Other measurement configurations

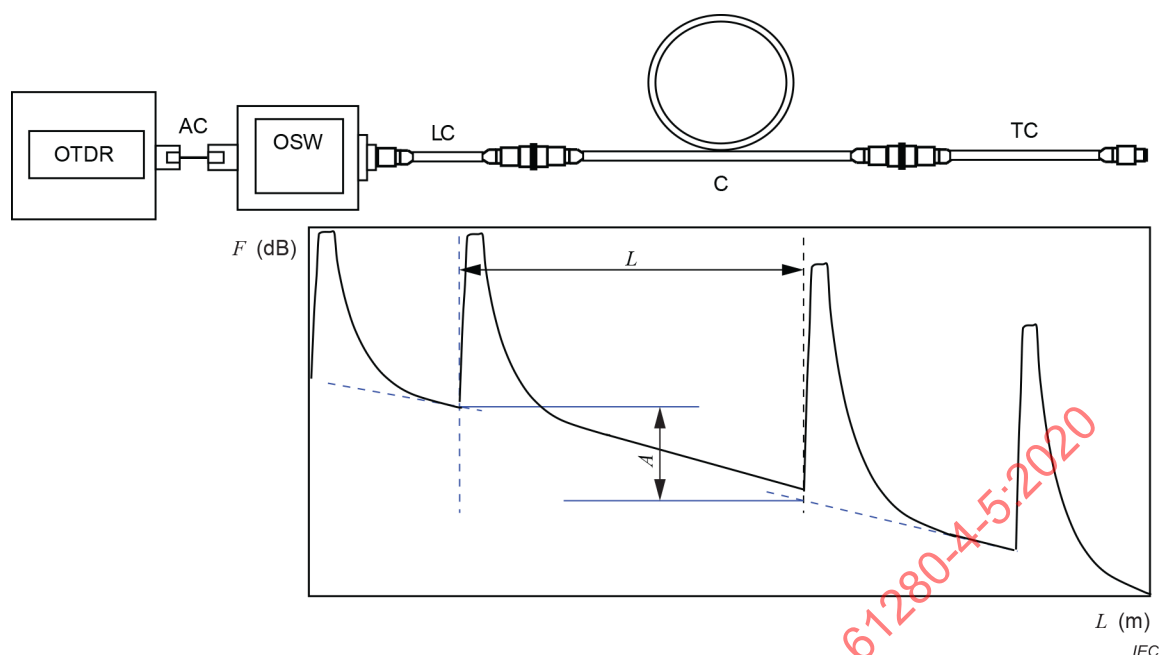
G.2.1 General

Clause G.2 reports some particular measurement configurations that are not part of Annex E.

G.2.2 Measurement with low return loss connectors or short length cabling

Figure G.1 illustrates a measurement of installed multimode cabling with low return loss MPO connectors. The strong reflection at all the MPO connectors causes pulse clipping and tailing slow recovery time. A long recovery time makes attenuation coefficients and closely spaced events difficult to measure. However, for measuring total permanent link or channel attenuation, the length of the launch cord and tail cord, if sufficiently long for pulse distortion recovery, will alleviate this difficulty.

This demonstrates the importance of following a measurement procedure that does not use any part of the non-linear signal. This also demonstrates that if there is not enough linear backscatter signal, which is especially a problem for short distance cabling, automatic placement of cursors and LSA can cause errors in measurements.

**Key**

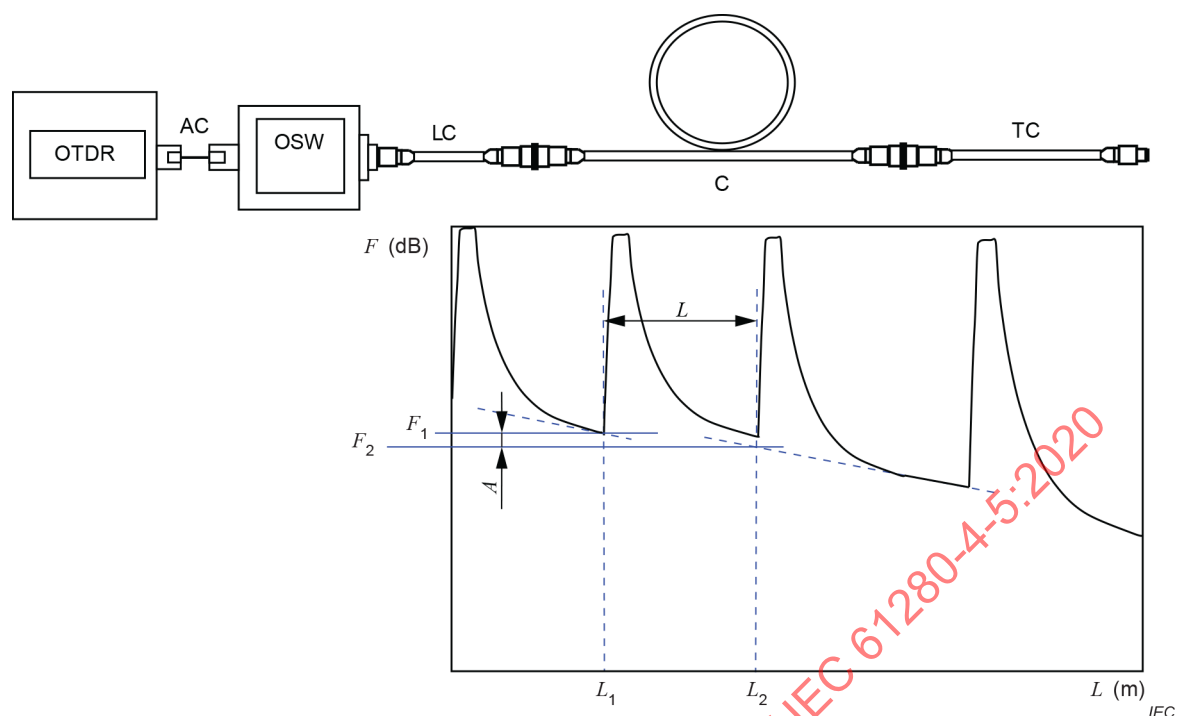
OTDR optical time domain reflectometer
 LC launch cord
 C cabling under test
 TC tail cord
 AC adapter cord

F reflected power level
 L length of cabling under test
 A attenuation
 OSW optical switch

Figure G.1 – Attenuation measurement with low return loss connectors

Figure G.2 illustrates a measurement of a short length cabling. The length of the link is shorter than the attenuation dead zone. Separate measurements of the cabling and connections are not available (see Clause E.3), while the overall measurement is still available.

This demonstrates again how it is important to follow the measurement procedure that does not use any part of the tailing signal. This further demonstrates that if there is not enough linear backscatter signal, which is especially a problem for short distance cabling, automatic placement of cursors and LSA can cause errors in measurements.



Key

OTDR	optical time domain reflectometer	F	reflected power level
LC	launch cord	L	length of cabling under test
C	cabling under test	A	attenuation
TC	tail cord	L_1, L_2	cabling port locations
AC	adapter cord	OSW	optical switch

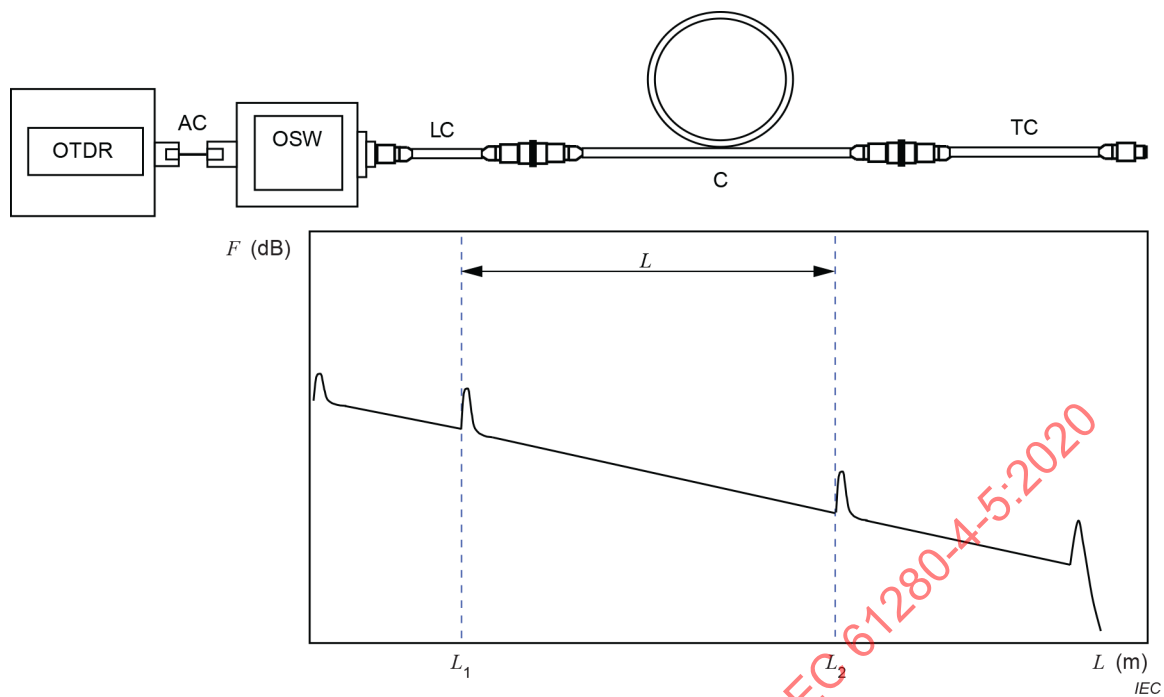
Figure G.2 – Attenuation measurement of a short length cabling

NOTE Single-mode measurements have high return loss (e.g., 60 dB) at connectors, since MPO connectors use an APC end face.

G.2.3 Measurement with APC connectors

Figure G.3 illustrates a measurement of installed single-mode cabling with high return loss MPO connectors (e.g., 60 dB).

NOTE The return loss at the MPO/APC connectors produces a very low reflected pulse and a linear backscatter trace.

**Key**

OTDR optical time domain reflectometer
 LC launch cord
 C cabling under test
 TC tail cord
 AC adapter cord

F reflected power level
 L length of cabling under test
 A attenuation
 OSW optical switch

Figure G.3 – Attenuation measurement with APC MPO connections

Annex H (informative)

Test cord, breakout cord, and cassette attenuation verification

H.1 General

The validity of installed cabling attenuation measurements critically depends on the attenuation performance of the test cords used in all LSPM methods. Test cord attenuation verification should be performed before formal testing of installed cabling begins. Cords should be re-verified at the beginning of each testing session (e.g., daily) or after the number of plug insertions approaches the stated mating durability specification, typically defined in hundreds of cycles.

Test cord attenuation performance verification involves measuring the attenuation of the test cords, and possibly performing steps to obtain acceptably low attenuation performance, prior to measuring the installed cabling. The maximum acceptable attenuation can be established in a number of ways (e.g., by customer testing requirements, the specifications claimed by the manufacturer of the test cords or by cabling standards).

For multimode testing, the launch cord affects the launch condition. The recommended verification sequence is to first choose a launch cord that is inspected to be in good condition and previously confirmed to produce the required launch condition, including any necessary mode conditioning devices, when used with the specific light source intended for installed cabling tests. Should poor launch cord attenuation performance necessitate its replacement, first establish the launch conditioning required, if any, for the replacement launch cord using the test cord supplier's recommendations, then return to Annex H to verify attenuation performance.

H.2 Apparatus

The light source, power meter and all test cords are defined in Clause 6. The multimode light source should contain any mode conditioning elements required to bring the launch condition into compliance. A launch cord that can produce the desired far field launch condition, attached to a light source, should be used. It is necessary to use a power meter that will mate to the plugs of the test cords, that is, offer either a pinned or unpinned plug.

H.3 General procedure

H.3.1 Overview

The verification procedure applies to a launch cord, receive cord, substitution cord, adapter cord, reference cord, breakout cord, and cassette. A light source and power meter with an unpinned interface are illustrated in this annex, since installed optical fibre cabling, test cords, light sources, and power meters can be either pinned or unpinned, making the variability in specific test methods too numerous for this document. It cannot be possible to verify and measure attenuation of the launch cord and receive cord ends that interface to the cabling under test since one should be pinned and the other unpinned. For example, if the cabling is pinned on both ends, it is not possible to verify test cords since the test cords would need to be unpinned to unpinned. In this case, test cord verification should be performed individually.

Most of the procedures contain optional sequences that are designed to test the cords bi-directionally. Regardless of whether these optional steps are performed, labelling of the cords is advised so that their orientation and order in the test cord sequence can be identified.

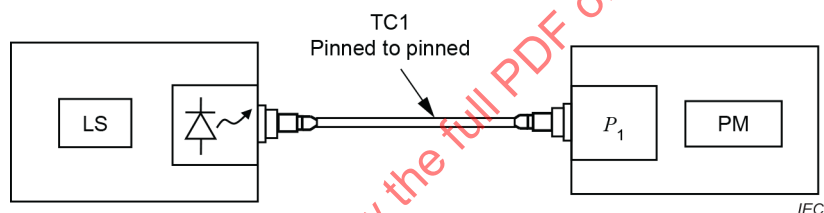
The attenuation formulas assume that power readings are made in absolute linear units, such as microwatts (μW) or milliwatts (mW), which shall be converted to decibels using logarithms. If the power readings are made in relative logarithmic units, such as decibels relative to a milliwatt (dBm), the attenuation is determined by subtraction of the reading from the reference. For example, if the reference is -12 dBm and the reading is $-12,5 \text{ dBm}$, the attenuation is:

$$(-12 \text{ dBm}) - (-12,5 \text{ dBm}) = + 0,5 \text{ dB} \quad (\text{H.1})$$

In any of the procedures, should the connection between the launch cord TC1 and the light source be disturbed (e.g., by disconnection or mechanical stress), a new reference power level should be obtained because the amount of power coupled from the light source is typically sensitive to these disturbances.

H.3.2 Test cord verification

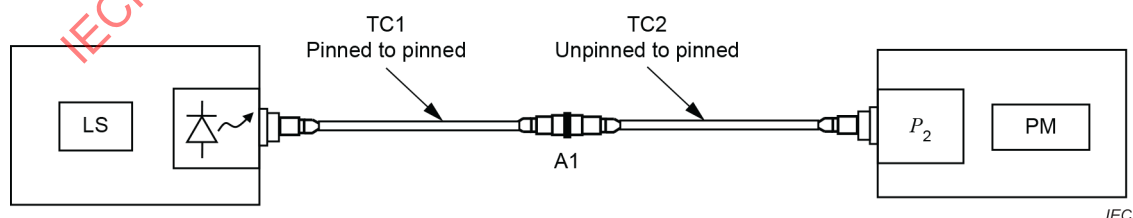
- 1) Obtain reference power measurement P_1 with launch cord TC1 as shown in Figure H.1.
- 2) Insert adapter A1 and test cord TC2 between TC1 and the power meter as shown in Figure H.2 and record P_2 .
- 3) Determine the attenuation as $10 \log_{10}(P_1/P_2)$ [dB]. Verify that attenuation is within acceptable limits. If not, clean the plugs and adapter A1, or replace TC1, TC2 and A1 as necessary before continuing. After cleaning or replacement, repeat from step 1).



Key

LS	light source
TC1	launch cord
PM	power meter (unpinned)

Figure H.1 – Obtaining reference power level P_1



Key

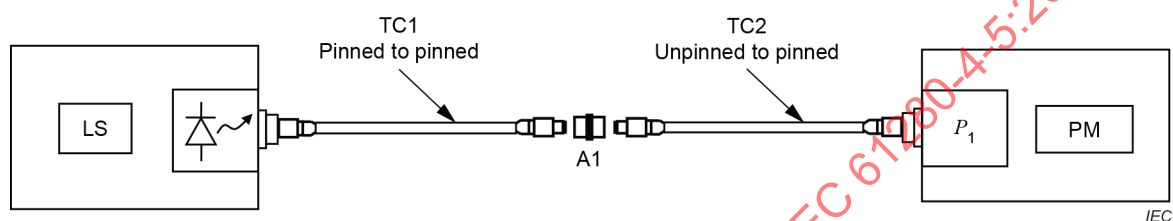
LS	light source	TC2	test cord
TC1	launch cord	PM	power meter (unpinned)
A1	connector set		

Figure H.2 – Obtaining power level P_2

H.3.3 Cassette and breakout cord verification

For the example shown below, a breakout cord with an LC connector is used.

- 1) Obtain reference power measurement P_1 with launch cord TC1, adapter A1, and test cord TC2 as shown in Figure H.3.
- 2) Insert breakout cord BC, cassette CAS, between test cord TC1 and test cord TC2 in Figure H.4. Obtain attenuation measurement P_2 .
- 3) Determine the attenuation as $10 \log_{10}(P_1/P_2)$ [dB]. Verify that attenuation is within acceptable limits. If not, clean the plugs and adapter A1, or replace TC1, TC2 and A1 as necessary before continuing. After cleaning or replacement, repeat from step 1).

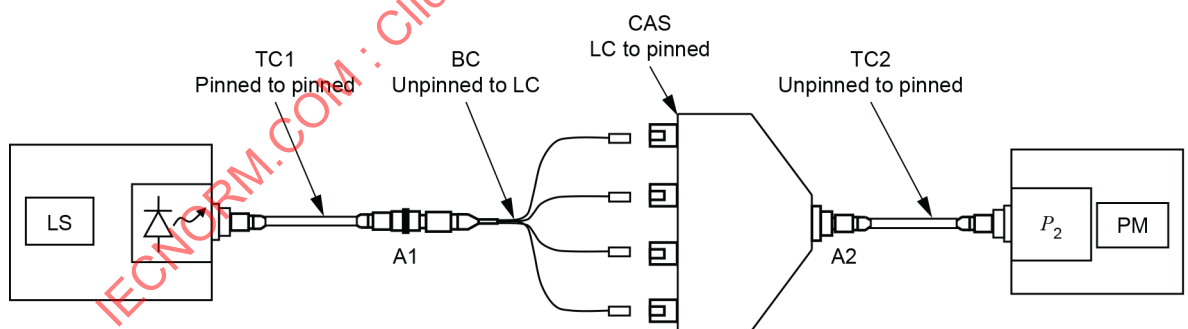


Key

LS light source
TC1 launch cord
A1 connector set

TC2 test cord
PM power meter (unpinned)

Figure H.3 – Obtaining reference power level P_1



Key

LS light source
TC1 launch cord
A1 connector set
CAS cassette

TC2 test cord
TC2 receive cord
PM power meter (unpinned)
BC breakout cord

Figure H.4 – Obtaining power level P_2

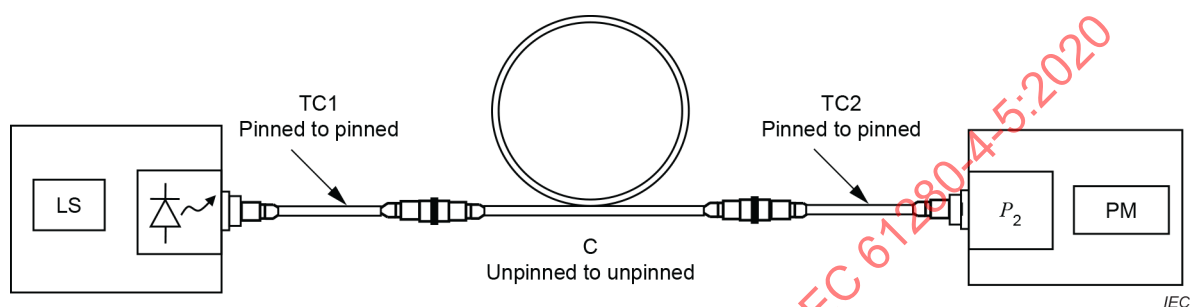
H.4 Test cord verification prior to cabling measurement

H.4.1 General

Three procedure examples are shown for the verification of test cords specifically used when testing cabling that is unpinned to unpinned, unpinned to pinned, and pinned to pinned using unpinned test equipment.

H.4.2 Procedure for unpinned to unpinned cabling measurement

Figure H.5 illustrates the test measurement for unpinned to unpinned cabling.

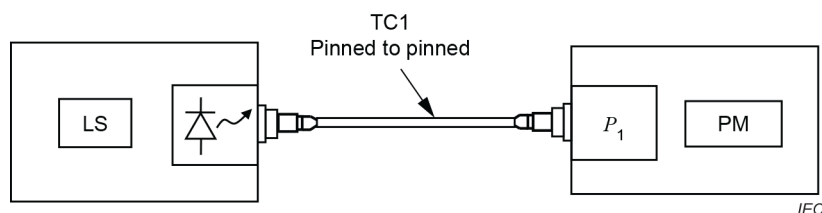


Key

LS	light source	TC2	receive cord
TC1	launch cord	PM	power meter (unpinned)
C	cabling under test		

Figure H.5 – Test measurement for unpinned to unpinned cabling

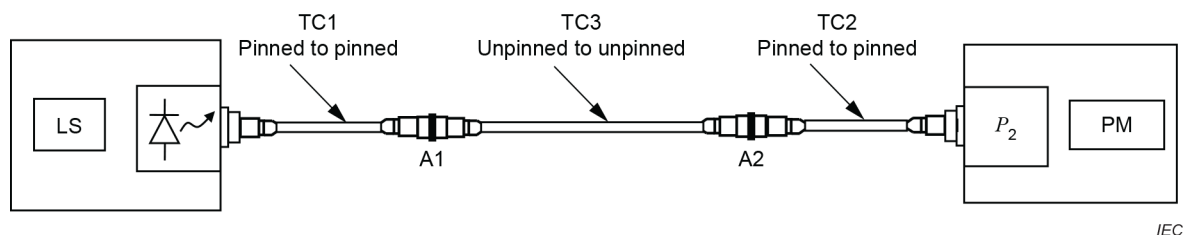
- Connect the light source and power meter using the launch cord (TC1) as shown in Figure H.6.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
- Disconnect the power meter from TC1.
 - Do not disconnect TC1 from the light source without repeating a reference measurement.
- Connect the power meter to the receive cord (TC2).
- Connect TC1 and TC2 to the adapter cord (TC3) as shown in Figure H.7.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the attenuation measurement of A1 and A2.



Key

LS	light source
TC1	launch cord
PM	power meter (unpinned)

Figure H.6 – Step 1: obtaining reference power level P_1



Key

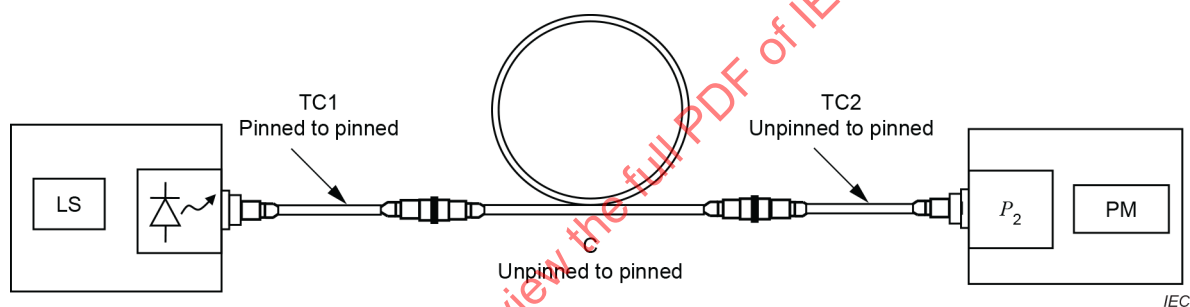
LS light source
TC1 launch cord
A1, A2 connector set

TC2 receive cord
PM power meter (unpinned)
TC3 adapter cord

Figure H.7 – Step 2: verification cords, obtaining power level P_2

H.4.3 Procedure for unpinned to pinned cabling measurement

Figure H.8 illustrates the test measurement for unpinned to pinned cabling.



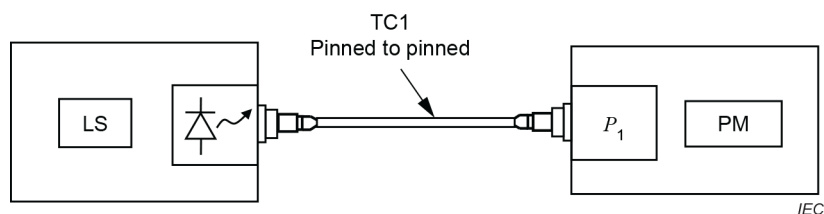
Key

LS light source
TC1 launch cord
C cabling under test

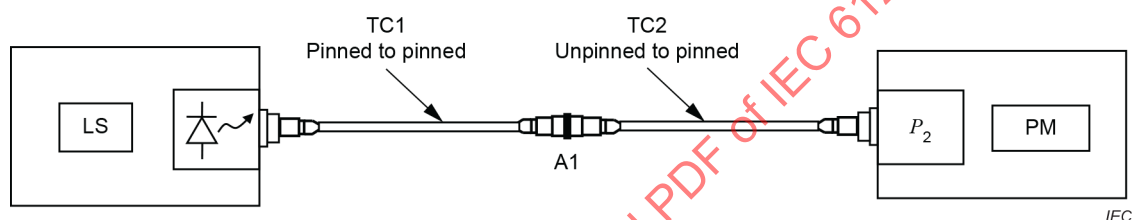
TC2 receive cord
PM power meter (unpinned)

Figure H.8 – Test measurement for unpinned to pinned cabling

- Connect the light source and power meter using the launch cord (TC1) as shown in Figure H.9.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
- Disconnect the power meter from TC1.
 - Do not disconnect TC1 from the light source without repeating a reference measurement.
- Connect the power meter to the receive cord (TC2).
- Connect TC1 and TC2 using an adapter as shown in Figure H.10.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the attenuation measurement of A1.

**Key**

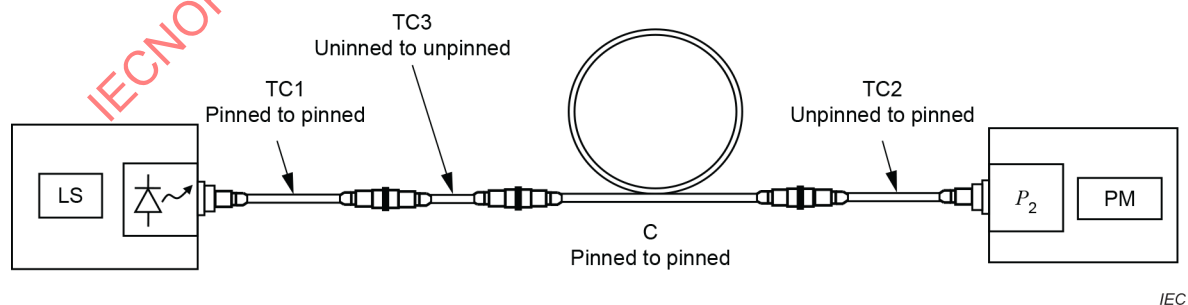
LS	light source
TC1	launch cord
PM	power meter (unpinned)

Figure H.9 – Step 1: obtaining reference power level P_1 **Key**

LS	light source	TC2	receive cord
TC1	launch cord	PM	power meter (unpinned)
A1	connector set		

Figure H.10 – Step 2: obtaining power level P_2 **H.4.4 Procedure for pinned to pinned cabling measurement**

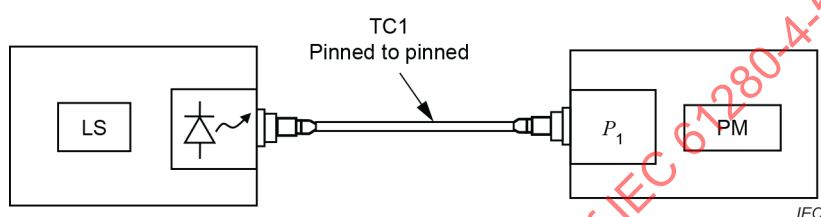
Figure H.11 illustrates the test measurement for pinned to pinned cabling.

**Key**

LS	light source	TC2	receive cord
TC1	launch cord	PM	power meter (unpinned)
C	cabling under test	TC3	adapter cord

Figure H.11 – Test measurement for pinned to pinned cabling

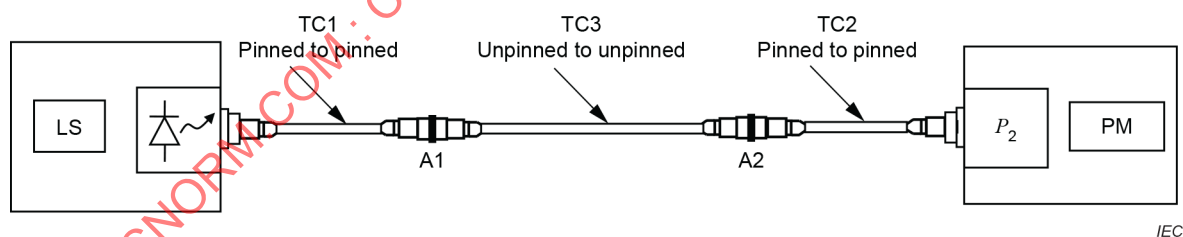
- Connect the light source and power meter using the launch cord (TC1) as shown in Figure H.12.
- Record the measured optical power, P_1 , which is the reference power measurement.
- Disconnect the power meter from TC1.
 - Do not disconnect TC1 from the light source without repeating a reference measurement.
- Connect the power meter to a previously verified reference cord (TCx).
- Connect TC1 and TCx using an adapter cord (TC3) as shown in Figure H.13.
- Record the measured optical power, P_2 , which is the attenuation measurement of A1 and A2.
- Set aside TCx and connect TC1 to TC2 as shown in Figure H.14.
- Record the measured optical power, P_3 , which is the attenuation measurement of A3.



Key

LS light source
TC1 launch cord
PM power meter (unpinned)

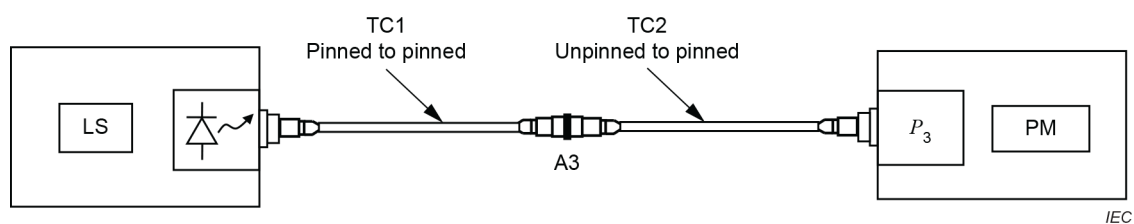
Figure H.12 – Step 1: obtaining reference power level P_1



Key

LS	light source	TCx	reference cord
TC1	launch cord	PM	power meter (unpinned)
		TC3	adapter cord
A1, A2	connector set		

Figure H.13 – Step 2: verification of cords, obtaining power level P_2

**Key**

LS light source
TC1 launch cord
A3 connector set

TC2 receive cord
PM power meter (unpinned)

Figure H.14 – Step 3: verification of receive cord, obtaining power level P_3

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-4-5:2020

Annex I (normative)

On the use of low attenuation grade test cords

I.1 General

Test cords with low attenuation grade (applies to single-mode and multimode) MPO connectors are used, where possible, to reduce measurement uncertainty. If a connector with an off-centre optical fibre were to be used, the results would vary depending on the particular orientation of the launch cord connector to the orientation of the offset of the connector in the cabling. However, the use of higher grade, low attenuation grade terminations on the test cords means that the measured attenuation of the cabling will typically be less than if lower grade, grade B (applies to single-mode and multimode) terminations were used, thus leading to a bias in the measurement.

The interpretation of the measured attenuation of the cabling is likely to be based on comparison with a specified acceptance figure to provide a pass/fail result but this is not within the scope of this document.

I.2 Practical configurations and assumptions

I.2.1 Component specifications

Cabling under test comprises cable(s), splice(s) and connections.

For cables and splices, the value to be used in the establishment of the attenuation contribution is the maximum value specified in the relevant cabling or cable standard. The cable attenuation is calculated by multiplying the maximum attenuation coefficient specified by the length of the cable. For example, a cabled optical fibre of category OM3 (in accordance with IEC 60794-2-21) has a maximum attenuation coefficient of 3,5 dB/km at 850 nm and so a 100-meter length of cabling under test is allowed to include up to 0,35 dB of cable attenuation, in addition to the other component attenuations. ISO/IEC 11801-1 has a maximum attenuation coefficient of 3,0 dB/km at 850 nm.

For multimode MPO connections, the values to be used are:

- a) a maximum value specified in the relevant cabling standard, or
- b) a 100 % (max.) performance value specified in a connecting hardware standard.

For the purposes of Annex I, three types of connection are considered:

- 1) grade B where the connector performance is specified by industry accepted values. In Annex I, $100 \% \leq 0,75 \text{ dB}$ is applied as a maximum value;
- 2) low attenuation grade where the connector performance is specified by industry accepted values. In Annex I, $100 \% \leq 0,35 \text{ dB}$ is applied as a maximum value;
- 3) "mixed" where low attenuation grade components are connected to grade B components. There are no values for this performance.

NOTE It is assumed that the mixed connection performance will be between grade B and low attenuation grade. For purposes of the worked examples given in Clause I.4, it is assumed to be 0,60 dB.

For single-mode MPO connections, the values to be used are:

- a) a maximum value specified in the relevant cabling standard, or
- b) a 100 % (max.) performance value specified in a connecting hardware standard.

For the purposes of Annex I, three types of connection are considered:

- 1) grade B where the connector performance is specified by industry accepted values. In Annex I, $100 \% \leq 0,75 \text{ dB}$ is applied as a maximum value;
- 2) low attenuation grade where the connector performance is specified by industry accepted values. In Annex I, $100 \% \leq 0,35 \text{ dB}$ is applied as a maximum value;
- 3) "mixed" where grade B components are connected to low attenuation grade components. There are no values for this performance.

NOTE It is assumed that the mixed connection performance will be between grade B and low attenuation grade. For purposes of the worked examples given in Clause I.4, it is assumed to be 0,60 dB.

I.2.2 Conventions

In Annex I, the various connections in the reference and test configurations of I.2.3 are denoted by a letter. For example, the connection between the launch cord and the cabling under test is usually designated *A*.

A convention has been adopted in Annex I to denote the grade of connectors that are used in that connection as follows:

- when the connection is "grade B", the letter is used by itself, e.g. *A*;
- when the connection is "grade B to low attenuation grade" or "grade B to low attenuation grade", the letter is used with a single prime suffix, e.g. *A'*;
- when the connection is "low attenuation grade", the letter is used with a double prime suffix, e.g. *A''*.
- the maximum values used are designated as follows for multimode connections (using *A* as an example):
 - $A_{\text{max}} = 0,75 \text{ dB}$;
 - $A'_{\text{max}} = 0,60 \text{ dB}$;
 - $A''_{\text{max}} = 0,35 \text{ dB}$.
- the maximum values used are designated as follows for single-mode connections (using *A* as an example):
 - $A_{\text{max}} = 0,75 \text{ dB}$;
 - $A'_{\text{max}} = 0,60 \text{ dB}$;
 - $A''_{\text{max}} = 0,35 \text{ dB}$.

I.2.3 Reference planes

Reference planes define the start and finish of the required measurements. The reference planes for the four cabling configurations using the recommended test methods are shown in IEC 61280-4-1:2019, Figure 3 to Figure 6 for LSPM. The term "required result" or "required loss" is defined as the loss in the measured cabling configuration between the reference plane start and the reference plane finish.

The same reference planes apply to OTDR test equipment (in IEC 61280-4-1:2019, Figure 4 to Figure 6, the OTDR would replace the LS and the PM would not be present).

I.3 Impact of using low attenuation grade test cords for recommended LSPM methods

In the test methods described in Annex A to Annex D, the measured result, A , is defined as the difference between the reference power level and the measured power level. In each case, the annex defines the contributions to that result in terms such as the formula " $A = A_1 + A_2 + A_C$ " from Annex A.

In Annex A to Annex C:

- A_1 is the attenuation of the connection between the launch cord and the cabling under test;
- A_2 is the attenuation of the connection between the cabling under test and the receive cord;
- A_C is the attenuation of the cabling excluding its terminating connectors;
- A_3 and A_4 , where used, are the attenuations of extra connections that are necessary to implement the required reference configuration of test cords.

In Annex D, A_1 and A_2 are the attenuations of the connections between the equipment cords and each end of the fixed cabling.

Table I.1 shows the results and the measurement bias adjustment for the different cabling configurations and their recommended test methods using low attenuation grade test cords. The table also shows that no additional uncertainty (above that in Clause 5) is produced when using low attenuation grade test cords.

Table I.1 – Measurement bias adjustment when using low attenuation grade test cords

Configuration	Method: Annex	Measured result	Required result	Measurement bias
Au-u, Ap-u, Ap-p	A (1-C)	$A = A_1' + A_2' + A_C$	$A_1 + A_2 + A_C$	$(A_{1\max}' - A_{1\max}) + (A_{2\max}' - A_{2\max})$ $\approx (0,60 - 0,75) + (0,60 - 0,75) = -0,30$ dB
Au-u, Ap-u, Ap-p	B (3-C)	$A = A_1' + A_2' + A_C - A_3'' - A_4''$	$A_1 + A_2 + A_C$	$(A_{1\max}' - A_{1\max}) + (A_{2\max}' - A_{2\max}) - A_3'' - A_4''$ $\approx (-0,30) - 0,35 - 0,35 = -1,00$ dB
Au-u, Ap-u, Ap-p	C (adapter-C)	$A = A_1' + A_2' + A_C + A_4'' - A_3''$	$A_1 + A_2 + A_C$	$(A_{1\max}' - A_{1\max}) + (A_{2\max}' - A_{2\max}) + A_4'' - A_3''$ $\approx (-0,30) + 0,35 - 0,35 = -0,30$ dB
Du-u	D (EC)	$A = A_1 + A_2 + A_C + A_3' - A_3'$	$A_1 + A_2 + A_C$	None

I.4 Examples for LSPM measurements

I.4.1 Example 1: Configuration Au-u, 1-C method (Annex A)

A multimode cable 100 m long constructed of cable with a worst-case attenuation coefficient of 3,0 dB/km at 850 nm is terminated using grade B components in a panel at each end. The maximum attenuation, assuming grade B terminations for the finally configured system, would be a total of:

$$A_{1\max} + A_{2\max} + A_{C\max} = 0,75 \text{ dB} + 0,75 \text{ dB} + 0,30 \text{ dB} = 1,80 \text{ dB} \quad (\text{I.1})$$

When this is tested using the one-cord reference method with test cords terminated with low attenuation grade components, then we measure the attenuation of the 100 m of optical fibre (A_C) plus the connections at each end (A_1' and A_2'). In this case, the acceptance figure shall be:

$$A_{1\max}' + A_{2\max}' + A_{C\max} = 0,60 \text{ dB} + 0,60 \text{ dB} + 0,30 \text{ dB} = 1,50 \text{ dB} \quad (\text{I.2})$$

We then see that, when measured using low attenuation grade test cords, the acceptance figure shall be adjusted by $(A_{1\max}' - A_{1\max}) + (A_{2\max}' - A_{2\max}) = -0,3 \text{ dB}$, as shown in Table I.1 (but the uncertainty stated in Clause 5 of about 0,67 dB is not increased). When measured with grade B test cords, there is no change to the acceptance figure but a large additional uncertainty as seen in Table 5 (due to the reproducibility of grade B test cords). The use of low attenuation grade test cords is therefore recommended, at the condition of adjusting the acceptance figure.

I.4.2 Example 2: Configuration Du-u, EC method (Annex D)

A multimode cable 98 m long with a worst-case attenuation coefficient of 3,0 dB/km at 850 nm is terminated using grade B components in a panel at each end. Equipment cords, 2 m long fitted with grade B components, will be used to connect transceiver equipment to the panels at each end. The maximum attenuation would be a total of:

$$A_{1\max} + A_{2\max} + A_{C\max} = 0,75 \text{ dB} + 0,75 \text{ dB} + 0,30 \text{ dB} = 1,80 \text{ dB} \quad (\text{I.3})$$

When this is tested using the recommended equipment-cord (EC) reference method, then we want to measure the attenuation of the 100 m of optical fibre (A_C) plus the two grade B connections A_1 and A_2 at the panels. We want to exclude the attenuation of the connections at the end of the equipment cords that will be connected to the transceiver equipment. The benefit of the EC test method is that it gives a direct measurement of $A_1 + A_2 + A_C$. In this case, the acceptance figure is not adjusted and shall be:

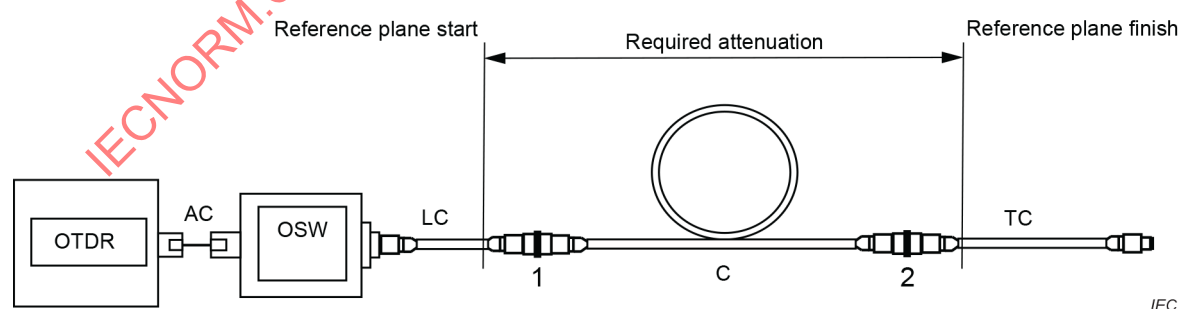
$$A_{1\max} + A_{2\max} + A_{C\max} + (A_3' - A_3' = 0) = 0,75 \text{ dB} + 0,75 \text{ dB} + 0,30 \text{ dB} = 1,80 \text{ dB} \quad (\text{I.4})$$

In this configuration, the acceptance figure is independent of whether or not the launch cord uses low attenuation grade or grade B components.

I.5 Impact of using reference grade test cords for different configurations using the OTDR test method

I.5.1 Cabling configurations Au-u, Ap-u and Ap-p

When using the OTDR test method with a suitably high resolution OTDR and sufficiently long launch and tail cords, it is possible to separately identify and measure the attenuation of each of the contributory factors ($A_1 + A_2 + A_C$ etc.) as shown in Figure I.1.



Key

OTDR	optical time domain reflectometer	TC	tail cord
LC	launch cord	AC	adapter cord
C	cabling under test	OSW	optical switch
		1, 2	connector set

Figure I.1 – Cabling configurations Au-u, Ap-u and Ap-p tested with OTDR method

The OTDR will usually produce an event table or schematic diagram containing details of the distance to each event and its attenuation as well as the length and attenuation of the sections of cabling between the events.

There is no substitution of connections from a reference measurement and so the setting of test limits is simplified as shown in Table I.2.

Table I.2 – Acceptance figure adjustment using low attenuation grade test cords – OTDR method

Configuration	Method: Annex	Measured result	Required result	Measurement bias
Au-u	E (OTDR)	$A=A_1'+A_2'+A_C$	$A_1 + A_2 + A_C$	$(A_{1\max}' - A_{1\max}) + (A_{2\max}' - A_{2\max}) \approx -0,30 \text{ dB}$
Ap-u	E (OTDR)	$A=A_1'+A_2'+A_C$	$A_1 + A_2 + A_C$	$(A_{1\max}' - A_{1\max}) + (A_{2\max}' - A_{2\max})$ $\approx (0,60 - 0,75) + (0,60 - 0,75) = -0,30 \text{ dB}$
Ap-p	E (OTDR)	$A=A_1'+A_2'+A_C$	$A_1 + A_2 + A_C$	$(A_{1\max}' - A_{1\max}) + (A_{2\max}' - A_{2\max})$ $\approx (0,60 - 0,75) + (0,60 - 0,75) = -0,30 \text{ dB}$
Du-u	E (OTDR)	$A=A_1+A_2+A_C$	$A_1 + A_2 + A_C$	None
Du-u (see Note)	E (OTDR)	$A=A_1+A_3'+A_2+A_4'-A_C$	$A_1 + A_2 + A_C$	For further study

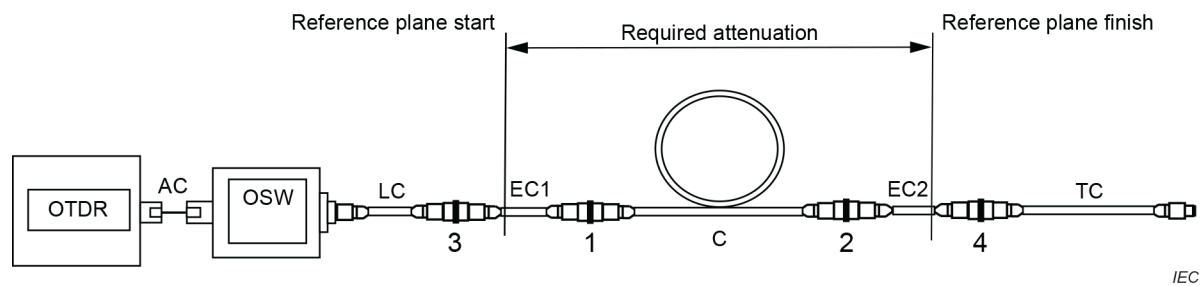
NOTE When the equipment cords are short, it can be impossible to separately identify and measure A_1 and A_3' and A_2 and A_4' . The acceptance figure could be adjusted to include the combined attenuations, but it would be dangerous to get a false pass by doing so; subject is still under discussion.

I.5.2 Cabling configuration Du-u

When using the OTDR test method with a suitably high resolution OTDR and a sufficiently long launch cord, tail cord and equipment cords, it is possible to separately identify and measure the attenuation of each of the contributory factors ($A_1 + A_2 + A_C + A_3 + A_4$, etc.) as shown in Figure I.2.

The OTDR will usually produce an event table containing details of the distance to each event and its attenuation as well as the length and attenuation of the sections of cabling between the events.

However, the ability of the OTDR method to separately identify and measure connections A_1 and A_3 , and A_2 and A_4 depends upon the capability of the OTDR and the lengths of the equipment cords. Where it is not possible to separately resolve and measure the attenuations of the connections at both ends of the equipment cords accurately, then the acceptance figure could be adjusted to include the attenuation of the connections between the launch cord and the cabling under test and the receive cord and the cabling under test, shown on Figure I.2 as A_3 and A_4 , but it would be dangerous to get a false pass by doing so; this subject is still under discussion.

**Key**

OTDR optical time domain reflectometer

LC launch cord

C cabling under test

TC tail cord

1, 2 connector set

EC1 equipment launch cord

EC2 equipment receive cord

AC adapter cord

OSW optical switch

3, 4 connector set

Figure I.2 – Cabling configuration Du-u tested with OTDR method

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-4-5:2020

Bibliography

IEC 60050-581, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment* (available at www.electropedia.org)

IEC 60793-1-40, *Optical fibres – Part 1-40: Attenuation measurement methods*

IEC 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*

IEC 60793-2-10, *Optical fibres – Part 2-10: Product specifications – Sectional specification for category A1 multimode fibres*

IEC 60793-2-50, *Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres*

IEC 60876-1:2014, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic spatial switches – Part 1: Generic specification*

IEC 61280-4-2, *Fibre-optic communication subsystem test procedures – Part 4-2: Installed cable plant – Single-mode attenuation and optical return loss measurement*

IEC TR 61282-14:2019, *Fibre optic communication system design guides – Part 14: Determination of the uncertainties of attenuation measurements in fibre plants*

IEC TR 61282-15, *Fibre optic communication system design guides – Part 15: Cable plant and link – Testing multi-fibre optic cable plant terminated with MPO connectors*

IEC 61300-3-6, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-6: Examinations and measurements – Return loss*

IEC 61300-3-45, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-45: Examinations and measurements – Attenuation of random mated multi-fibre connectors*

IEC 61745, *End-face image analysis procedure for the calibration of optical fibre geometry test sets*

IEC 61754-7 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces – Part 7: Type MPO connector family*

IEC 61755-3-31, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connector optical interfaces – Part 3-31: Connector parameters of non-dispersion shifted single mode physically contacting fibres – Angled polyphenylene sulphide rectangular ferrules*

IEC TR 61930, *Fibre optic graphical symbology*

IEC TR 61931:1998, *Fibre optic – Terminology*

IEC TR 62614-2:2015, *Fibre optics – Multimode launch conditions – Part 2: Determination of launch condition requirements for measuring multimode attenuation*

IEC TR 62627-01, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Part 01: Fibre optic connector cleaning methods*

ISO/IEC Guide 99:2007, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

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

ISO/IEC 14763-3, *Information technology – Implementation and operation of customer premises cabling – Part 3: Testing of optical fibre cabling*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-4-5:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	80
1 Domaine d'application	82
2 Références normatives	82
3 Termes, définitions, symboles graphiques et termes abrégés	83
3.1 Termes et définitions	83
3.2 Symboles graphiques.....	86
3.3 Termes abrégés.....	88
4 Méthodes d'essai.....	88
4.1 Généralités	88
4.2 Configurations de câblage et méthodes de mesure applicables.....	89
5 Présentation des incertitudes.....	90
5.1 Généralités	90
5.2 Sources d'incertitudes significatives.....	91
5.3 Facteurs à prendre en considération pour le mesureur de puissance	91
5.4 Facteurs à prendre en considération pour la classe de connecteur des cordons d'essai	91
5.5 Valeurs d'incertitude types pour les essais multimodaux	91
5.6 Valeurs d'incertitude types pour les essais unimodaux	93
6 Appareillage	95
6.1 Généralités	95
6.2 Source lumineuse	95
6.2.1 Généralités	95
6.2.2 Stabilité	95
6.2.3 Caractéristiques spectrales (mesurage MPSL).....	95
6.3 Cordon d'amorce	95
6.4 Cordon de réception ou de fin de fibre	96
6.5 Cordon de substitution	97
6.6 Cordon adaptateur	97
6.7 Mesureur de puissance – Méthodes MPSL uniquement.....	98
6.8 Appareillage de l'OTDR.....	98
6.9 Équipement de nettoyage et d'examen de la face d'extrémité des connecteurs	99
6.10 Adaptateurs	99
7 Procédures	99
7.1 Généralités	99
7.2 Procédures communes.....	100
7.2.1 Soins particuliers aux cordons d'essai.....	100
7.2.2 Réalisation des mesurages de référence	100
7.2.3 Examen et nettoyage des extrémités des fibres optiques du câblage.....	100
7.2.4 Réalisation des mesurages.....	100
7.2.5 Réalisation des calculs	100
7.2.6 Essais multifibres et bidirectionnels	100
7.3 Étalonnage	101
7.4 Sécurité	101
8 Calculs	101

9	Documentation	101
9.1	Informations pour chaque essai	101
9.2	Informations à fournir	101
Annexe A	(normative) Méthode à cordon unique	102
A.1	Applicabilité de la méthode de mesure	102
A.2	Appareillage	102
A.3	Procédure pour le câblage de type non broché sur non broché avec mesureur de puissance non broché	103
A.4	Procédure pour le câblage de type non broché sur broché avec mesureur de puissance non broché	104
A.5	Procédure pour le câblage de type broché sur broché avec mesureur de puissance broché	105
A.6	Procédure pour le câblage de type non broché sur non broché avec mesureur de puissance broché et cordon d'essai neutre	106
A.7	Calcul	107
A.8	Composantes de l'affaiblissement indiqué	107
Annexe B	(normative) Méthode à trois cordons	108
B.1	Applicabilité de la méthode de mesure	108
B.2	Appareillage	108
B.3	Procédure pour le câblage de type non broché sur non broché	108
B.4	Procédure pour le câblage de type non broché sur broché	109
B.5	Procédure pour le câblage de type broché sur broché	110
B.6	Procédure générale de vérification par essai du canal	111
B.7	Calcul	112
B.8	Composantes de l'affaiblissement indiqué	112
Annexe C	(normative) Méthode des cordons adaptateurs	113
C.1	Applicabilité de la méthode de mesure	113
C.2	Appareillage	113
C.3	Procédure pour le câblage de type non broché sur non broché avec mesureur de puissance broché	113
C.4	Procédure pour le câblage de type non broché sur broché avec mesureur de puissance broché	114
C.5	Procédure pour le câblage de type broché sur non broché avec mesureur de puissance non broché	115
C.6	Procédure pour le câblage de type broché sur broché avec mesureur de puissance non broché	116
C.7	Calcul	117
C.8	Composantes de l'affaiblissement indiqué	117
Annexe D	(normative) Méthode des cordons d'équipement	119
D.1	Applicabilité de la méthode de mesure	119
D.2	Appareillage	119
D.3	Procédure	119
D.4	Calcul	120
D.5	Composantes de l'affaiblissement indiqué	120
D.6	Valeurs d'incertitude types	121
Annexe E	(normative) Réflectomètre optique dans le domaine temporel	122
E.1	Applicabilité de la méthode de mesure	122
E.2	Appareillage	122
E.2.1	Généralités	122

E.2.2	OTDR	123
E.2.3	Cordons d'essai	123
E.3	Procédure (méthode de mesure)	123
E.4	Calcul	124
E.4.1	Généralités	124
E.4.2	Emplacement des connexions	124
E.4.3	Définition des niveaux de puissance F_1 et F_2	125
E.4.4	Calcul alternatif	126
E.5	Incertitudes de l'OTDR	128
Annexe F (normative) Exigences relatives aux caractéristiques de la source multimodale		129
Annexe G (informative) Informations de configuration de l'OTDR		130
G.1	Généralités	130
G.2	Autres configurations de mesure	130
G.2.1	Généralités	130
G.2.2	Mesurage avec des connecteurs à affaiblissement de réflexion faible ou un câblage court	130
G.2.3	Mesurage avec des connecteurs APC	132
Annexe H (informative) Vérification de l'affaiblissement des cordons d'essai, cordons de branchement et cassettes		134
H.1	Généralités	134
H.2	Appareillage	134
H.3	Procédure générale	134
H.3.1	Vue d'ensemble	134
H.3.2	Vérification des cordons d'essai	135
H.3.3	Vérification de la cassette et du cordon de branchement	136
H.4	Vérification des cordons d'essai préalablement au mesurage du câblage	137
H.4.1	Généralités	137
H.4.2	Procédure pour le mesurage du câblage de type non broché sur non broché	137
H.4.3	Procédure pour le mesurage du câblage de type non broché sur broché	138
H.4.4	Procédure pour le mesurage du câblage de type broché sur broché	139
Annexe I (normative) Utilisation des cordons d'essai de classe d'affaiblissement faible		142
I.1	Généralités	142
I.2	Configurations pratiques et hypothèses	142
I.2.1	Spécifications des composants	142
I.2.2	Conventions	143
I.2.3	Plans de référence	144
I.3	Conséquences de l'utilisation des cordons d'essai de classe d'affaiblissement faible pour les méthodes MPSL recommandées	144
I.4	Exemples de mesurages MPSL	145
I.4.1	Exemple 1: Configuration Au-u, méthode à cordon unique (Annexe A)	145
I.4.2	Exemple 2: Configuration Du-u, méthode des cordons d'équipement (Annexe D)	145
I.5	Conséquences de l'utilisation des cordons d'essai de classe de référence pour différentes configurations utilisant la méthode de mesure par OTDR	146
I.5.1	Configurations de câblage Au-u, Ap-u et Ap-p	146
I.5.2	Configuration de câblage Du-u	147
Bibliographie		148

Figure 1 – Symboles des connecteurs et appareillages	87
Figure 2 – Symbole d'un câblage en essai	88
Figure 3 – Schéma de l'OTDR avec commutateur optique externe	99
Figure A.1 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché	103
Figure A.2 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché	103
Figure A.3 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché	104
Figure A.4 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché	104
Figure A.5 – Mesurage de référence pour le câblage de type broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché	105
Figure A.6 – Mesurage d'essai pour le câblage de type broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché	105
Figure A.7 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance broché	106
Figure A.8 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur non broché (neutre TC1) au moyen d'un mesureur de puissance broché	106
Figure B.1 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance broché	109
Figure B.2 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance broché	109
Figure B.3 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché	110
Figure B.4 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché	110
Figure B.5 – Mesurage de référence pour le câblage de type broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché	111
Figure B.6 – Mesurage d'essai pour le câblage de type broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché	111
Figure B.7 – Mesurage de référence pour la vérification par essai du canal au moyen d'un mesureur de puissance non broché	112
Figure B.8 – Mesurage d'essai pour la vérification par essai du canal au moyen d'un mesureur de puissance non broché	112
Figure C.1 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance broché	114
Figure C.2 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance broché	114
Figure C.3 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché	115
Figure C.4 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché	115
Figure C.5 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché	116
Figure C.6 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché	116
Figure C.7 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché	117

Figure C.8 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché.....	117
Figure D.1 – Mesurage de référence au moyen d'un mesureur de puissance broché.....	120
Figure D.2 – Mesurage d'essai au moyen d'un mesureur de puissance broché	120
Figure E.1 – Méthode par OTDR.....	124
Figure E.2 – Emplacement des ports du câblage en essai.....	125
Figure E.3 – Construction graphique de F_1 et F_2	126
Figure E.4 – Construction graphique de F_1 , F_{11} , F_{12} et F_2	127
Figure G.1 – Mesurage de l'affaiblissement avec des connecteurs à affaiblissement de réflexion faible	131
Figure G.2 – Mesurage de l'affaiblissement d'un câblage court	132
Figure G.3 – Mesurage de l'affaiblissement avec des connexions APC MPO	133
Figure H.1 – Obtention du niveau de puissance de référence P_1	135
Figure H.2 – Obtention du niveau de puissance P_2	136
Figure H.3 – Obtention du niveau de puissance de référence P_1	136
Figure H.4 – Obtention du niveau de puissance P_2	137
Figure H.5 – Mesurage d'essai du câblage de type non broché sur non broché.....	137
Figure H.6 – Étape 1: obtention du niveau de puissance de référence P_1	138
Figure H.7 – Étape 2: vérification des cordons, obtention du niveau de puissance P_2	138
Figure H.8 – Mesurage d'essai du câblage de type non broché sur broché	138
Figure H.9 – Étape 1: obtention du niveau de puissance de référence P_1	139
Figure H.10 – Étape 2: obtention du niveau de puissance P_2	139
Figure H.11 – Mesurage d'essai du câblage de type broché sur broché	140
Figure H.12 – Étape 1: obtention du niveau de puissance de référence P_1	140
Figure H.13 – Étape 2: vérification des cordons, obtention du niveau de puissance P_2	141
Figure H.14 – Étape 3: vérification du cordon de réception, obtention du niveau de puissance P_3	141
Figure I.1 – Configurations de câblage Au-u, Ap-u et Ap-p soumises à l'essai en utilisant la méthode par OTDR	146
Figure I.2 – Configuration de câblage Du-u soumise à l'essai en utilisant la méthode par OTDR.....	147
Tableau 1 – Configurations de câblage	90
Tableau 2 – Méthodes et configurations de mesure	90
Tableau 3 – Biais de mesure lié à la classe de connecteur des cordons d'essai.....	91
Tableau 4 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 850 nm avec le même photodétecteur.....	92
Tableau 5 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 850 nm avec des photodétecteurs différents	93
Tableau 6 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 1 310 nm avec le même photodétecteur.....	94
Tableau 7 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 1 310 nm avec des photodétecteurs différents	94

Tableau 8 – Exigences spectrales.....	95
Tableau D.1 – Incertitude pour un affaiblissement donné avec application de la méthode des cordons d'équipement.....	121
Tableau I.1 – Ajustement du biais de mesure lors de l'utilisation de cordons d'essai de classe d'affaiblissement faible	144
Tableau I.2 – Ajustement de la valeur d'acceptation lors de l'utilisation de cordons d'essai de classe d'affaiblissement faible – Méthode par OTDR.....	146

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-4-5:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES
DE TÉLÉCOMMUNICATION FIBRONIQUES –**Partie 4-5: Installation câblée –
Mesurage de l'affaiblissement de l'installation câblée à fibres optiques à
terminaisons MPO utilisant un équipement d'essai avec interfaces MPO**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61280-4-5 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

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

FDIS	Rapport de vote
86C/1669/FDIS	86C/1679/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de la présente Norme internationale.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61280, sous le titre général *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-4-5:2020

PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION FIBRONIQUES –

Partie 4-5: Installation câblée – Mesurage de l'affaiblissement de l'installation câblée à fibres optiques à terminaisons MPO utilisant un équipement d'essai avec interfaces MPO

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61280 s'applique au mesurage de l'affaiblissement et à la détermination de la polarité et de la longueur d'une installation câblée à fibres optiques multimodales et unimodales, avec terminaisons par connecteurs MPO, utilisant un équipement d'essai à interface MPO. Cette installation câblée peut inclure des fibres optiques multimodales ou unimodales, des connecteurs, des adaptateurs, des épissures et d'autres dispositifs passifs. Le câblage peut être installé dans différents environnements, y compris des locaux résidentiels, commerciaux ou industriels et des centres de traitement de données, ainsi que dans des environnements d'installations extérieures.

Les fibres optiques traitées dans le présent document comprennent les fibres optiques multimodales des sous-catégories A1-OMx, où $x = 2, 3, 4$ et 5 ($50/125 \mu\text{m}$), telles que spécifiées dans l'IEC 60793-2-10, et les fibres optiques unimodales des catégories B-652 et B-657 ($9/125 \mu\text{m}$), telles que spécifiées dans l'IEC 60793-2-50. Les mesurages de l'affaiblissement des autres catégories multimodales et unimodales peuvent également être effectués en utilisant une source lumineuse et un mesureur de puissance (MPSL) ou un réflectomètre optique dans le domaine temporel (OTDR - *optical time domain reflectometer*) avec commutateur optique interne ou externe à interface MPO. Les mesurages des catégories multimodales sont effectués avec une source lumineuse de 850 nm étant donné que les émetteurs-récepteurs utilisés pour les applications optiques parallèles à interface MPO fonctionnent uniquement avec une source lumineuse de 850 nm. Les mesurages avec une source lumineuse de 1 300 nm sont facultatifs. Les mesurages des catégories unimodales sont effectués avec une source lumineuse de 1 310 nm et/ou 1 550 nm étant donné que les émetteurs-récepteurs utilisés pour les applications optiques parallèles à interface MPO fonctionnent à ces longueurs d'onde. Le présent document ne comprend pas les descriptions du câblage qui n'utilise pas exclusivement une interface MPO/MPO.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60825 (toutes les parties), *Sécurité des appareils à laser*

IEC 61280-1-3, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques – Partie 1-3: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Mesure de la longueur d'onde centrale et de la largeur spectrale*

IEC 61280-4-1:2019, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication fibroniques – Partie 4-1: Installation câblée – Mesure de l'affaiblissement en multimodal*

IEC 61300-3-35, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-35: Examens et mesures – Examen visuel des connecteurs à fibres optiques et des émetteurs-récepteurs à embase fibrée*

IEC 61315, *Étalonnage de wattmètres pour dispositifs à fibres optiques*

IEC 61746-1, *Étalonnage des réflectomètres optiques dans le domaine temporel (OTDR) – Partie 1: OTDR pour fibres unimodales*

IEC 61746-2, *Étalonnage des réflectomètres optiques dans le domaine temporel (OTDR) – Partie 2: OTDR pour fibres multimodales*

3 Termes, définitions, symboles graphiques et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions, symboles graphiques et abréviations suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Termes et définitions

3.1.1

adaptateur

partie d'un connecteur portant les contacts femelles dans lequel deux fiches ou plus sont introduites et alignées

[SOURCE: IEC TR 61931:1998, 2.6.4]

3.1.2

méthode de mesure de remplacement

ATM

méthode d'essai selon laquelle une caractéristique donnée est mesurée d'une façon compatible avec la définition de cette caractéristique et qui donne des résultats reproductibles pouvant être comparés à ceux de la méthode de mesure de référence et se rapportant à la pratique

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "ATM" est dérivé du terme anglais développé correspondant "alternative test method".

[SOURCE: IEC TR 61931:1998, 2.8.2, modifiée – L'article a été reformulé en français.]

3.1.3

affaiblissement

A

diminution de la puissance optique provoquée par la transmission à travers un support tel qu'un câblage, indiquée par *A*:

$$A = 10 \log_{10}(P_{\text{in}}/P_{\text{out}})$$

où

P_{in} et P_{out} sont les puissances d'entrée et de sortie du câblage, généralement mesurées en mW

Note 1 à l'article: L'affaiblissement est exprimé en dB.

3.1.4

mesurage bidirectionnel

deux mesurages de la même fibre optique, effectués en injectant de la lumière par les extrémités opposées de cette fibre

3.1.5

canal

trajet de transmission de bout en bout reliant deux équipements quelconques spécifiques à une application

[SOURCE: En anglais, ISO/IEC 11801-1:2017, 3.1.26]

3.1.6

configuration

forme ou disposition de pièces ou d'éléments tels que les terminaisons, les connexions et les épissures

3.1.7

connecteur

dispositif normalement fixé à un câble optique ou à un appareil afin de permettre une connexion et une déconnexion fréquentes des fibres ou des câbles optiques

[SOURCE: IEC TR 61931:1998, 2.6.1, modifiée – Le terme entre parenthèses "optique" a été supprimé du terme défini.]

3.1.8

flux inscrit

EF

fraction de la puissance en champ proche cumulée sur la puissance de sortie totale en fonction de la distance radiale par rapport au centre optique du cœur

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "EF" est dérivé du terme anglais développé correspondant "*encircled flux*".

[SOURCE: En anglais, IEC 62614-2:2010, 3.3]

3.1.9

mesureur de puissance de la source lumineuse

MPSL

système d'essai consistant en une source lumineuse (SL) et un mesureur de puissance (MP) utilisé pour mesurer l'affaiblissement d'une installation câblée

3.1.10

classe d'affaiblissement faible

connecteur et fiche pour lesquels l'affaiblissement d'une connexion formée par accouplement de deux assemblages de ce type est plus faible et plus reproductible que celui d'une terminaison de "classe normale" (classe B dans le présent document)

Note 1 à l'article: Un adaptateur dont il est exigé qu'il présente l'affaiblissement réduit peut être considéré comme faisant partie de la classe d'affaiblissement faible lorsque la configuration d'essai l'exige.

3.1.11

biais de mesure

estimation d'une erreur systématique

Note 1 à l'article: Une erreur systématique est une composante de l'erreur de mesure qui, dans des mesurages répétés, demeure constante ou varie de façon prévisible.

[SOURCE: ISO/IEC GUIDE 99:2007, 2.18, modifiée – La Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.1.12**connecteur MPO**

composant multifibre constitué d'une fiche et d'un adaptateur d'accouplement brochés ou non brochés, normalement fixé à un câble à fibres optiques, afin d'assurer une terminaison à haute densité, ainsi qu'une interconnexion ou une déconnexion fréquente

Note 1 à l'article: Voir l'IEC 61754-7 (toutes les parties) pour une description.

3.1.13**commutateur optique**

composant passif traitant un ou plusieurs ports et permettant, au choix, de transmettre, de réacheminer ou de bloquer la puissance optique dans une ligne de transmission par fibre optique

[SOURCE: IEC 60876-1:2014, 3.2.1]

3.1.14**réflectomètre optique dans le domaine temporel****OTDR**

système d'essai consistant en un réflectomètre optique dans le domaine temporel utilisé pour caractériser et mesurer l'affaiblissement d'une installation câblée et des éléments spécifiques de cette installation câblée

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "OTDR" est dérivé du terme anglais développé correspondant "*optical time domain reflectometer*".

3.1.15**fiche**

partie d'un connecteur portant les contacts mâles

[SOURCE: IEC TR 61931:1998, 2.6.2]

3.1.16**polarité**

moyen de positionnement des fibres optiques entre des fiches MPO afin d'assurer une connectivité ou un mapping spécifique du câblage

3.1.17**plan de référence**

plan théorique sans épaisseur ou tolérances

Note 1 à l'article: Le plan de référence est utilisé pour définir des espaces dans les structures mécaniques.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-25-30]

3.1.18**méthode de mesure de référence****RTM**

méthode d'essai selon laquelle une caractéristique donnée est mesurée en se conformant rigoureusement à la définition de cette caractéristique et qui donne des résultats exacts, reproductibles et se rapportant à la pratique

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "RTM" est dérivé du terme anglais développé correspondant "*reference test method*".

[SOURCE: IEC TR 61931:1998, 2.8.1, modifiée – Le terme entre parenthèses "optique" a été supprimé du terme défini.]

3.1.19

cordon d'essai

cordon à fibres optiques équipé utilisé pour connecter la source ou le détecteur optique au câblage, ou pour réaliser des interfaces appropriées au câblage en essai

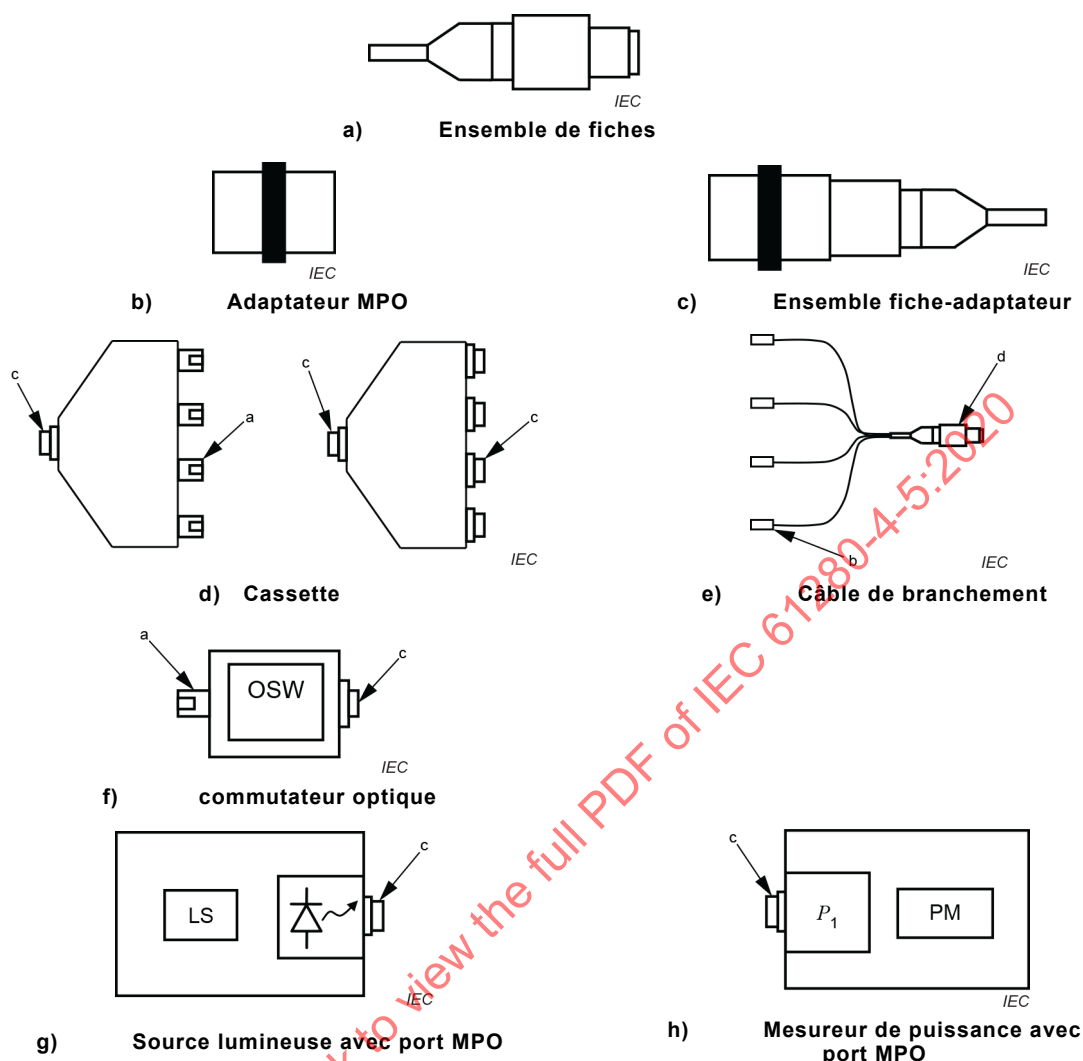
Note 1 à l'article: Il existe cinq types de cordons d'essai:

- cordon d'amorce: utilisé pour connecter la source lumineuse au câblage;
- cordon de réception: utilisé pour connecter le câblage au mesureur de puissance (MPSL uniquement);
- cordon de fin de fibre: fixé à l'extrémité éloignée du câblage lorsqu'un OTDR est utilisé à l'extrémité proche. Celui-ci constitue un moyen d'évaluation de l'affaiblissement de la totalité du câblage, y compris la connexion à l'extrémité éloignée;
- cordon adaptateur: utilisé pour réaliser une transition entre des connecteurs incompatibles dans une configuration d'essai exigée;
- cordon de substitution: cordon d'essai utilisé dans un mesurage de référence qui est remplacé lors du mesurage de l'affaiblissement du câblage en essai.

3.2 Symboles graphiques

Les symboles graphiques pour différentes options de connexion, adaptés d'après l'IEC TR 61282-15 et l'IEC 61280-4-1, qui représentent la variabilité des fiches, sont représentés de la Figure 1a) à la Figure 1h). Se reporter à l'IEC TR 61930 pour les autres symboles graphiques utilisés dans le présent document.

NOTE Les cordons d'essai constituent les terminaisons des fiches MPO à affaiblissement faible. Les symboles graphiques ou les exemples d'essai dans le présent document qui s'y rapportent ne présentent toutefois pas un marquage ou un grisé différent.



Légende

a	embase monofibre	d	ensemble de fiches MPO
b	fiche monofibre	LS	source lumineuse (SL)
c	adaptateur/embase MPO	PM	mesureur de puissance (MP)

NOTE Les figures ci-dessus représentent les fiches et prises MPO de manière générique, à savoir ni brochées ou non brochées, et ni clavetées vers le haut ou vers le bas à des fins de simplicité

Figure 1 – Symboles des connecteurs et appareillages

Sur les figures qui représentent les configurations de mesure des Annexes A à C, le câblage en essai est représenté par une boucle et des connecteurs comme cela est représenté à la Figure 2. Le câblage peut contenir des épissures et des connecteurs supplémentaires. Afin de mesurer l'affaiblissement de ce câblage, l'affaiblissement associé aux connecteurs d'extrémités proche et éloignée est pris en considération séparément de celui du câblage proprement dit.

La Figure 2 représente le câblage avec préconnexion des adaptateurs.

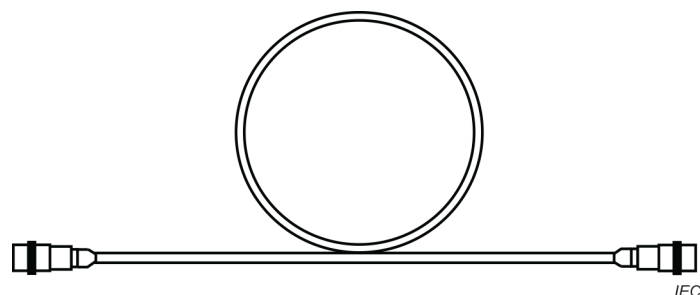


Figure 2 – Symbole d'un câblage en essai

3.3 Termes abrégés

APC	angled physical contact (contact physique avec angle) (description du poli des fiches)
ATM	alternative test method (méthode de mesure de remplacement)
BIMMF	bend insensitive multimode fibre (fibre multimodale insensible aux courbures)
EF	encircled flux (flux inscrit)
ELED	edge emitting LED (LED à émission longitudinale)
LED	light emitting diode (diode électroluminescente)
LSA	least squares approximation (approximation par la méthode des moindres carrés)
MPSL	mesureur de puissance de la source lumineuse
MPO	multiple-fibre push on (connecteur multifibre emboîtable)
OSW	optical switch (commutateur optique)
OTDR	optical time domain reflectometer (réflectomètre optique dans le domaine temporel)
PC	physical contact (contact physique) (description du poli des fiches)
MP	mesureur de puissance
EFF	valeur efficace
RTM	reference test method (méthode de mesure de référence)

4 Méthodes d'essai

4.1 Généralités

Cinq méthodes de mesure sont désignées. Ces cinq méthodes de mesure utilisent des cordons d'essai MPO comme interface avec l'installation câblée et sont désignées comme suit:

- la méthode à cordon unique (Annexe A);
- la méthode à trois cordons (Annexe B);
- la méthode des cordons adaptateurs (Annexe C);
- la méthode des cordons d'équipement (Annexe D);
- la méthode par réflectomètre optique dans le domaine temporel (OTDR) (Annexe E).

Les quatre premières méthodes utilisent une source lumineuse optique et un mesureur de puissance (MPSL) pour mesurer les niveaux de puissance d'entrée et de sortie du câblage en essai afin de déterminer l'affaiblissement et la polarité du câblage. La source lumineuse et le mesureur de puissance doivent avoir une interface MPO et doivent être capables de déterminer automatiquement la polarité. Le MPSL peut mesurer la longueur sur chaque fibre contenue dans un faisceau de fibres au moyen d'un marquage sur gaine ou à l'aide d'un appareil d'essai secondaire tel qu'un OTDR.

La principale différence fonctionnelle entre ces méthodes est la façon dont le niveau de puissance d'entrée, appelé niveau de puissance de référence, est mesuré, donc l'inclusion ou l'exclusion de l'affaiblissement associé aux connexions avec le câblage en essai, et les incertitudes associées à ces connexions. Le processus de mesure du niveau de puissance d'entrée est généralement appelé "prise du niveau de puissance de référence" ou "normalisation". L'utilisation du terme "référence" dans la description des méthodes de mesure se rapporte au processus de mesure de la puissance d'entrée, et non au statut de l'essai.

La méthode à cordon unique inclut l'affaiblissement associé aux connexions aux deux extrémités du câblage en essai. La méthode à trois cordons exclut l'affaiblissement des connexions aux deux extrémités du câblage en essai. La méthode des cordons adaptateurs inclut l'affaiblissement associé aux connexions aux deux extrémités du câblage en essai.

La méthode des cordons d'équipement inclut l'affaiblissement associé aux connexions entre les cordons d'équipement et le câblage fixe, mais exclut l'affaiblissement associé aux connecteurs qui sont connectés à l'équipement.

L'affaiblissement maximal admis du câblage spécifié pour un système de transmission (par exemple, affaiblissement de budget de puissance optique ou affaiblissement dans le canal) exclut normalement les connexions effectuées avec l'équipement de transmission. Il est par conséquent approprié d'utiliser (si possible) la méthode des cordons d'équipement lorsque le câblage en essai est destiné à être directement connecté à l'équipement de transmission.

La méthode par OTDR consiste à émettre de courtes impulsions lumineuses dans le câblage et à mesurer la puissance rétrodiffusée en fonction du temps de propagation ou de la longueur de la fibre optique. Cette méthode permet de mesurer l'affaiblissement à la fois du câblage et de ses composants individuels tels que les connecteurs, ainsi que la longueur des câbles à fibres optiques. Elle n'exige pas d'effectuer un mesurage de référence séparé. Les recommandations relatives au cordon d'interface entre l'OTDR et le commutateur optique, le cordon d'amorce et le cordon de fin de fibre sont définies à l'Annexe D. Outre la mise en service d'une nouvelle installation câblée, la méthode par OTDR s'avère utile pour soumettre à l'essai le câblage à fibres optiques pendant le dépannage et la maintenance, car l'installation câblée peut être caractérisée par un mapping détaillé (la trace de l'OTDR) qui peut être analysé afin de mettre en exergue toute modification.

Les incertitudes liées aux méthodes spécifiques sont décrites dans leurs annexes respectives. L'Article 5 présente ces incertitudes.

Les exigences générales concernant l'appareillage, les procédures et les calculs, qui sont communs à toutes les méthodes, sont spécifiées aux Articles 6, 7 et 8. Les exigences spécifiques à chaque méthode sont décrites dans les Annexes A à E. L'Article 6 comporte également des procédures associées telles que le nettoyage et l'examen des faces d'extrémité des connecteurs.

L'IEC TR 61282-15 fournit une description de la façon dont la polarité et la longueur peuvent être déterminées.

4.2 Configurations de câblage et méthodes de mesure applicables

Le présent document considère par hypothèse que l'installation câblée se présente sous l'une des trois formes pour une liaison permanente et sous une forme pour un canal, comme cela est indiqué dans le Tableau 1. Si le câblage se termine par des connecteurs MPO brochés, les cordons d'essai doivent se terminer par une fiche comportant des connecteurs MPO non brochés. Si le câblage se termine par des connecteurs MPO non brochés, les cordons d'essai doivent se terminer par une fiche comportant des connecteurs MPO brochés. Les liaisons permanentes utilisant des cassettes MPO/non MPO peuvent être soumises à l'essai au moyen d'un MPSTL comportant des interfaces MPO. Toutefois, un cordon de réception non MPO/MPO (par exemple, cordon de branchement) est nécessaire du côté mesureur de puissance.

Les émetteurs-récepteurs avec interfaces MPO sont brochés. Les cordons d'équipement qui s'enfichent dans un émetteur-récepteur sont non brochés. La méthode des cordons d'équipement ne permet pas de soumettre à l'essai les canaux lorsque la source lumineuse et le mesureur de puissance sont non brochés. La méthode à trois cordons est alors recommandée comme variante.

Le MPSL peut avoir une interface MPO non brochée ou brochée. Les configurations soumises à l'essai à l'Annexe C comportent un cordon adaptateur pour les deux types de MPSL.

Tableau 1 – Configurations de câblage

Configuration	Description
Au-u	Liaison permanente avec connecteurs MPO non brochés
Ap-u	Liaison permanente avec un connecteur MPO broché et un connecteur MPO non broché
Ap-p	Liaison permanente avec connecteurs MPO brochés
Du-u	Canal avec connecteurs MPO non brochés

Les variantes de la méthode de mesure utilisée pour mesurer le câblage dépendent de la configuration de câblage.

La configuration de câblage définit les méthodes de mesure qu'il convient d'appliquer, comme cela est décrit dans le Tableau 2. La méthode de mesure de référence (RTM) donne la meilleure exactitude de mesure. La méthode de mesure de remplacement (ATM) peut être exigée dans des circonstances spécifiques ou par d'autres Normes internationales, mais elle induit une moins bonne exactitude de mesure que la méthode de mesure de référence. Sauf accord contraire, pour la résolution des litiges, la RTM appropriée doit être utilisée conjointement avec les connecteurs et les adaptateurs applicables de classe d'affaiblissement faible, comme cela est décrit en 6.3, 6.4, 6.5 et 6.9.

Tableau 2 – Méthodes et configurations de mesure

Configuration	RTM	ATM
Au-u, Ap-u, Ap-p	Annexe A (1 cordon)	Annexe B (3 cordons), Annexe C (cordon adaptateur), Annexe E (OTDR)
Du-u	Annexe D (cordon d'équipement)	Annexe B (3 cordons), Annexe E (OTDR)

Se reporter à l'IEC 61280-4-1:2019 pour les figures qui représentent les plans de référence pour le câblage en essai.

5 Présentation des incertitudes

5.1 Généralités

Il convient de déterminer les incertitudes de mesure en utilisant le calcul de l'IEC TR 61282-14.

Même si une feuille de calcul est fournie, ce calcul complet est relativement complexe étant donné le grand nombre de paramètres pris en considération. Les 5.2 à 5.6 constituent une variante à ce calcul.

NOTE Les éléments des calculs des incertitudes fournis ci-après ou dans l'IEC TR 61282-14 considèrent par hypothèse que le procédé de mesure utilisé est pleinement conforme aux procédés de mesure définis dans le présent document.

5.2 Sources d'incertitudes significatives

À l'exception de la méthode des cordons d'équipement, les calculs qui utilisent l'IEC TR 61282-14 indiquent que la source d'incertitude est liée principalement à la reproductibilité d'accouplement des connecteurs. Pour la méthode des cordons d'équipement, les sources des incertitudes pour le câblage multimodal sont principalement associées à celles générées par les conditions d'injection, l'instabilité des sources et la longueur d'onde de la source optique. Lors de l'utilisation de mesureurs de puissance à plusieurs photodiodes, l'incertitude de l'étalonnage absolu des mesureurs de puissance doit être prise en considération. Voir 5.2.5 et C.2.8 de l'IEC TR 61282-14:2019 pour référence et se reporter aux Tableaux 5 et 7 pour les valeurs d'incertitude.

5.3 Facteurs à prendre en considération pour le mesureur de puissance

Il convient que le détecteur du mesureur de puissance soit suffisamment grand pour capter la totalité de la lumière incidente. De cette façon, la valeur de l'affaiblissement et de l'incertitude associée à l'accouplement du cordon de réception au mesureur de puissance est minimale. Ce principe s'applique aux photodiodes couplées à des fibres optiques. Il convient que le diamètre des fibres soit suffisamment grand pour capter la totalité de la lumière incidente.

5.4 Facteurs à prendre en considération pour la classe de connecteur des cordons d'essai

Les cordons d'essai multimodaux et unimodaux peuvent avoir des classes différentes (c'est-à-dire une classe d'affaiblissement faible par rapport à la classe B), auquel cas il est nécessaire de prendre en considération deux conditions de mesure. L'utilisation de connecteurs de classe d'affaiblissement faible sur les cordons d'essai introduit un biais de mesure qui doit être pris en considération, mais qui réduit l'incertitude de mesure. Les connecteurs de classe n'introduisent aucun biais, mais engendrent une incertitude de mesure plus élevée qui dépasse parfois le mesurage de l'affaiblissement réel (voir le Tableau 3 et l'Annexe I).

Tableau 3 – Biais de mesure lié à la classe de connecteur des cordons d'essai

Classe de terminaison des cordons d'essai	Classe de terminaison du câblage et des cordons d'équipement	Biais de mesure	Incertaince totale
Classe d'affaiblissement faible	Classe B	Dans la plupart des cas, le mesurage est optimiste (voir le Tableau I.1).	Voir du Tableau 4 au Tableau 7.
Classe B	Classe B	Aucun	Les valeurs d'incertitude sont supérieures aux valeurs des cordons d'essai de classe d'affaiblissement faible.

5.5 Valeurs d'incertitude types pour les essais multimodaux

Les valeurs d'incertitude types destinées à produire le Tableau 4 ont été calculées en utilisant l'IEC TR 61282-14, en définissant par hypothèse les conditions suivantes:

- MP: utilisation du même photodétecteur dans le mesureur de puissance pour le mesurage de la puissance de référence et de la puissance d'affaiblissement; la polarité du mesurage de référence est identique à celle du câblage en essai;
- longueur d'onde centroïdale de la source (voir l'IEC 61280-1-3): $850 \text{ nm} \pm 25 \text{ nm}$;
- niveau de la source: $\geq -20 \text{ dBm}$ ($0,01 \text{ mW}$);
- stabilité de la source: $\pm 0,10 \text{ dB}$ ($k = 2$);
- fibre optique: IEC 60793-2-10, sous-catégorie A1-OMxa.

Les résultats du calcul peuvent être utilisés pour indiquer les résultats de mesure et l'évaluation de la conformité.

Le Tableau 4 reproduit les résultats du calcul effectué pour une sélection de longueurs de câbles multimodaux et d'affaiblissements, en utilisant différentes méthodes de mesure du présent document et différentes classes de connecteurs d'essai.

Tableau 4 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 850 nm avec le même photodétecteur

Affaiblissement mesuré du câblage	Valeurs d'incertitude à 95 % en utilisant des cordons d'essai équipés de connecteurs d'affaiblissement faible			Valeurs d'incertitude à 95 % en utilisant des cordons d'essai équipés de connecteurs de classe B		
	dB			dB		
	Annexe A	Annexe C	Annexe B	Annexe A	Annexe C	Annexe B
	(1 cordon)	(cordon adaptateur)	(3 cordons)	(1 cordon)	(cordon adaptateur)	(3 cordons)
0,5	0,60	0,83	0,83	1,24	1,75	1,75
1,0	0,60	0,83	0,83	1,24	1,75	1,75
1,5	0,61	0,84	0,84	1,25	1,76	1,76
2,0	0,62	0,85	0,85	1,25	1,76	1,76
2,5	0,64	0,86	0,86	1,26	1,76	1,76
3,0	0,65	0,87	0,87	1,27	1,77	1,77
3,5	0,67	0,89	0,89	1,28	1,78	1,78

Lorsque l'incertitude est supérieure à l'affaiblissement mesuré, il convient d'utiliser ou d'indiquer la valeur d'incertitude.

NOTE Pour les besoins du présent tableau, l'affaiblissement de la fibre représente 23,5 % de l'affaiblissement total.

Les valeurs d'incertitude types destinées à produire le Tableau 5 ont été calculées en utilisant l'IEC TR 61282-14, en définissant par hypothèse les conditions suivantes:

- MP: utilisation pour le mesurage d'essai d'un photodétecteur différent de celui utilisé pour le mesurage de référence, ce qui équivaut à deux fois l'incertitude du MP égale à $\pm 0,2$ dB ($\pm 4,6$ %);
- longueur d'onde centroïdale de la source (voir l'IEC 61280-1-3): $850 \text{ nm} \pm 25 \text{ nm}$;
- niveau de la source: ≥ -20 dBm (0,01 mW);
- stabilité de la source: $\pm 0,10$ dB ($k = 2$);
- fibre optique: IEC 60793-2-10, sous-catégorie A1-OMxa.

Les résultats du calcul peuvent être utilisés pour indiquer les résultats de mesure et l'évaluation de la conformité.

Le Tableau 5 reproduit les résultats du calcul effectué pour une sélection de longueurs de câbles multimodaux et d'affaiblissements, en utilisant différentes méthodes de mesure du présent document et différentes classes de connecteurs d'essai.

**Tableau 5 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 850 nm
avec des photodétecteurs différents**

Affaiblissement mesuré du câblage	Valeurs d'incertitude à 95 % en utilisant des cordons d'essai équipés de connecteurs d'affaiblissement faible			Valeurs d'incertitude à 95 % en utilisant des cordons d'essai équipés de connecteurs de classe B		
	dB			dB		
	Annexe A	Annexe C	Annexe B	Annexe A	Annexe C	Annexe B
	(1 cordon)	(cordon adaptateur)	(3 cordons)	(1 cordon)	(cordon adaptateur)	(3 cordons)
0,5	0,66	0,88	0,88	1,28	1,77	1,77
1,0	0,66	0,88	0,88	1,28	1,77	1,77
1,5	0,67	0,88	0,88	1,28	1,78	1,78
2,0	0,68	0,89	0,89	1,29	1,78	1,78
2,5	0,70	0,90	0,90	1,29	1,79	1,79
3,0	0,71	0,92	0,92	1,30	1,79	1,79
3,5	0,73	0,93	0,93	1,31	1,80	1,80
Lorsque l'incertitude est supérieure à l'affaiblissement mesuré, il convient d'utiliser ou d'indiquer la valeur d'incertitude.						
NOTE Pour les besoins du présent tableau, l'affaiblissement de la fibre représente 23,5 % de l'affaiblissement total.						

5.6 Valeurs d'incertitude types pour les essais unimodaux

Les incertitudes types destinées à produire les valeurs du Tableau 6 ont été calculées en utilisant l'IEC TR 61282-14, en définissant par hypothèse les conditions suivantes:

- MP: utilisation du même photodétecteur dans le mesureur de puissance pour le mesurage de la puissance de référence et de la puissance d'affaiblissement; la polarité du mesurage de référence est identique à celle du câblage en essai;
- longueur d'onde centronale de la source, référence IEC 61280-1-3: 1 310 nm $\pm$ 20 nm;
- niveau de la source: ≥ -7 dBm (0,2 mW);
- stabilité de la source: $\pm 0,10$ dB ($k = 2$);
- fibre optique: IEC 60793-2-50, B-652 et B-657.

**Tableau 6 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 1 310 nm
avec le même photodétecteur**

Affaiblissement mesuré du câblage	Valeurs d'incertitude à 95 % en utilisant des cordons d'essai équipés de connecteurs d'affaiblissement faible			Valeurs d'incertitude à 95 % en utilisant des cordons d'essai équipés de connecteurs de classe B		
dB	dB			dB		
	Annexe A	Annexe C	Annexe B	Annexe A	Annexe C	Annexe B
	(1 cordon)	(cordon adaptateur)	(3 cordons)	(1 cordon)	(cordon adaptateur)	(3 cordons)
0,5	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
1,0	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
1,5	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
2,0	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
2,5	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
3,0	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77
3,5	0,59	0,83	0,83	1,27	1,54	1,77

Lorsque l'incertitude est supérieure à l'affaiblissement mesuré, il convient d'utiliser ou d'indiquer la valeur d'incertitude.

Les incertitudes types destinées à produire les valeurs du Tableau 7 ont été calculées en utilisant l'IEC TR 61282-14, en définissant par hypothèse les conditions suivantes:

- MP: utilisation pour le mesurage d'essai d'un photodétecteur différent de celui utilisé pour le mesurage de référence, ce qui équivaut à deux fois l'incertitude du MP égale à $\pm 0,2$ dB ($\pm 4,6$ %);
- longueur d'onde centroïdale de la source, référence IEC 61280-1-3: $1\,310\text{ nm} \pm 20\text{ nm}$;
- niveau de la source: $\geq -7\text{ dBm}$ ($0,2\text{ mW}$);
- stabilité de la source: $\pm 0,10\text{ dB}$ ($k = 2$);
- fibre optique: IEC 60793-2-50, B-652 et B-657.

Tableau 7 – Incertitude pour un affaiblissement donné à 1 310 nm avec des photodétecteurs différents

Affaiblissement mesuré du câblage	Valeurs d'incertitude à 95 % en utilisant des cordons d'essai équipés de connecteurs d'affaiblissement faible			Valeurs d'incertitude à 95 % en utilisant des cordons d'essai équipés de connecteurs de classe B		
dB	dB			dB		
	Annexe A	Annexe C	Annexe B	Annexe A	Annexe C	Annexe B
	(1 cordon)	(cordon adaptateur)	(3 cordons)	(1 cordon)	(cordon adaptateur)	(3 cordons)
0,5	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
1,0	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
1,5	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
2,0	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
2,5	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
3,0	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
3,5	0,66	0,87	0,87	1,24	1,75	1,75
Lorsque l'incertitude est supérieure à l'affaiblissement mesuré, il convient d'utiliser ou d'indiquer l'incertitude.						

6 Appareillage

6.1 Généralités

L'Annexe A, l'Annexe B et l'Annexe C décrivent les exigences relatives à l'appareillage et spécifiques à des méthodes particulières. Certaines des exigences communes à l'appareillage des méthodes MPSL sont incluses à l'Article 6.

6.2 Source lumineuse

6.2.1 Généralités

La source lumineuse multimodale doit avoir une interface PC MPO (et non APC). La source lumineuse unimodale doit avoir une interface APC MPO. L'interface MPO de la source lumineuse peut être brochée ou non brochée.

6.2.2 Stabilité

Les performances de la source lumineuse sont définies à la sortie du cordon d'amorce multifibre, en transmettant dans ledit cordon la sortie d'une source de rayonnement adaptée, telle qu'une diode laser ou électroluminescente. La source utilisée doit être stable en ce qui concerne la position, la longueur d'onde et la puissance pendant toute la durée de la procédure de mesure. Il convient que la stabilité de puissance soit basse afin de réduire le plus possible l'incertitude. Une stabilité de puissance de $\pm 0,10$ dB est adaptée à des essais MPO.

6.2.3 Caractéristiques spectrales (mesurage MPSL)

La largeur spectrale de la source lumineuse multimodale et unimodale doit satisfaire aux exigences du Tableau 8, lorsqu'elle est mesurée conformément à l'IEC 61280-1-3. Ces exigences sont compatibles avec les dispositifs à LED multimodaux et les dispositifs lasers unimodaux. Pour la source lumineuse unimodale, il convient que les longueurs d'onde utilisées pour le mesurage de l'affaiblissement soient représentatives des longueurs d'onde de fonctionnement du système sur la fibre. Pour le câblage des locaux et de nombreuses autres applications, le mesurage unimodal est effectué aux longueurs d'onde nominales de 1 310 nm et de 1 550 nm.

Tableau 8 – Exigences spectrales

Longueur d'onde centroïdale nm	Plage de largeurs spectrales nm
850 $\pm$ 25 (sur fibre A1-OMx)	10 à 38 (eff.) ^a
1 280 à 1 330 (sur fibre A1-OMx)	10 à 75 (eff.) ^b
1 310 $\pm$ 30 (sur fibre B-652, B-657)	≤ 5 (eff.) pour diode laser ≤ 40 (eff.) pour ELED
1 550 $\pm$ 30 (sur fibre B-652, B-657)	≤ 5 (eff.) pour diode laser ≤ 40 (eff.) pour ELED
^a La plage de largeurs spectrales s'applique uniquement aux méthodes MPSL. ^b La plage de largeurs spectrales s'applique uniquement aux méthodes MPSL; elle est informative pour une longueur d'onde de 1 300 nm.	

6.3 Cordon d'amorce

À l'exception de la méthode par OTDR, le cordon d'amorce doit avoir une longueur de 2 m à 10 m. Pour la longueur du cordon d'amorce de l'OTDR, voir l'Annexe E.

Il convient de satisfaire aux exigences de l'Annexe F relatives au profil en champ proche émis par le cordon d'amorce multimodal.

Le connecteur et l'adaptateur terminant le cordon d'amorce doivent être compatibles (par exemple, de type face d'extrémité) avec le câblage et il convient qu'ils soient de classe d'affaiblissement faible afin de réduire le plus possible l'incertitude des résultats de mesure.

Les fibres optiques multimodales prises en charge par le présent document sont définies dans l'IEC 60793-2-10 par A1-OMx, où x = 2, 3, 4 et 5 (par exemple, A1-OM3) avec les sous-catégories ci-dessous:

- A1-OM2 (50/125 μm existante);
- A1-OM3 (50/125 μm optimisée pour les lasers de 1^{re} génération);
- A1-OM4 (50/125 μm optimisée pour les lasers de 2^e génération);
- A1-OM5 (50/125 μm à large bande).

Les fibres A1-OMx sont également subdivisées en:

- A1-OMxa, où x est une valeur comprise entre 2 et 5 (designant des niveaux de performance traditionnels d'affaiblissement dû aux macrocourbures);
- A1-OMxb, où x est une valeur comprise entre 2 et 5 (designant des caractéristiques insensibles aux courbures – appelées BIMMF).

La fibre optique qui compose le cordon d'amorce au niveau de la connexion avec le câblage en essai doit présenter la même taille de cœur de fibre nominale que la fibre optique qui constitue le câblage en essai.

Lors de la réalisation des essais de MPSL sur des fibres optiques A1-OMxa ou A1-OMxb, le cordon d'amorce peut contenir des fibres optiques de subdivision A1-OMxa ou A1-OMxb (BIMMF). Les fibres optiques unimodales prises en charge par le présent document et utilisées dans le cordon d'amorce unimodal sont définies dans l'IEC 60793-2-50 par B-652 et B-657.

Il convient que l'extrémité MPO du cordon d'amorce comporte un connecteur de classe d'affaiblissement faible, comme cela est recommandé à l'Annexe I. Pour l'essai du câblage unimodal, il convient que le cordon d'amorce MPO ait un affaiblissement de réflexion élevé (par exemple, 60 dB) lorsqu'il est accouplé à une autre fiche MPO APC analogue. Les cordons d'amorce unimodaux doivent comporter des fiches APC de connexion au câblage en essai.

Le connecteur ou l'adaptateur terminant le cordon d'amorce doit être compatible avec le câblage et il convient qu'il soit de classe d'affaiblissement faible afin de réduire le plus possible l'incertitude des résultats de mesure.

Il est nécessaire de sélectionner les cordons d'amorce multimodaux avec un soin plus particulier. Certains équipements exigent que le cordon d'amorce soit adapté à la source lumineuse pour fournir l'injection du flux inscrit exigé.

De plus amples informations sur la polarité des cordons d'essai sont disponibles dans l'IEC TR 61282-15.

6.4 Cordon de réception ou de fin de fibre

À l'exception de la méthode par OTDR, le cordon de réception doit avoir une longueur de 2 m à 10 m. Pour la longueur du cordon de réception de l'OTDR, voir l'Annexe E.

Le connecteur ou l'adaptateur terminant le cordon de réception doit être compatible (par exemple, de type face d'extrémité) avec le câblage et il convient qu'il soit de classe d'affaiblissement faible afin de réduire le plus possible l'incertitude des résultats de mesure.

La terminaison du cordon de réception au niveau de la connexion avec le mesureur de puissance doit être compatible avec celle du mesureur de puissance. Par exemple, un cordon de réception non broché doit être utilisé avec un mesureur de puissance broché.

Lorsqu'un essai bidirectionnel est effectué, le cordon de fin de fibre devient le cordon d'amorce et doit être conforme à 6.3.

En référence à 6.3:

- la fibre optique qui compose le cordon de réception ou de fin de fibre au niveau de la connexion avec le câblage en essai doit présenter la même taille de cœur de fibre nominale que la fibre optique qui constitue le câblage en essai;
- lors de la réalisation des essais de MPSL sur des fibres optiques A1-OMxa ou A1-OMxb, le cordon de réception peut contenir des fibres optiques de subdivision A1-OMxa ou A1-OMxb (BIMMF).

Les fibres optiques unimodales prises en charge par le présent document et utilisées dans le cordon de réception unimodal sont définies dans l'IEC 60793-2-50 par B-652 et B-657.

Il convient que les extrémités MPO du cordon de réception aient des terminaisons d'affaiblissement faible, comme cela est recommandé à l'Annexe I pour une terminaison de classe d'affaiblissement faible. Pour l'essai du câblage unimodal, il convient que le cordon de réception MPO ait un affaiblissement de réflexion élevé (par exemple, 60 dB) lorsqu'il est accouplé à une autre fiche MPO APC analogue.

6.5 Cordon de substitution

Le connecteur ou l'adaptateur terminant le cordon de substitution doit être compatible (par exemple, de type face d'extrémité) avec le câblage et il convient qu'il soit de classe d'affaiblissement faible afin de réduire le plus possible l'incertitude des résultats de mesure. La longueur du cordon de substitution doit être de 2 m à 10 m.

En référence à 6.3:

- la fibre optique qui compose le cordon de substitution doit présenter la même taille de cœur de fibre nominale que la fibre optique qui constitue le câblage en essai;
- lors de la réalisation des essais de MPSL sur des fibres optiques A1-OMxa ou A1-OMxb, le cordon de substitution peut contenir des fibres optiques de subdivision A1-OMxa ou A1-OMxb (BIMMF).

Les fibres optiques unimodales prises en charge par le présent document et utilisées dans le cordon de substitution unimodal sont définies dans l'IEC 60793-2-50 par B-652 et B-657.

Il convient que l'extrémité MPO du cordon de substitution présente un affaiblissement faible conforme à une terminaison de classe d'affaiblissement faible, comme cela est recommandé à l'Annexe I. Pour l'essai du câblage unimodal, il convient que le cordon de réception MPO ait un affaiblissement de réflexion élevé (par exemple, 60 dB) lorsqu'il est accouplé à une autre fiche MPO APC analogue.

6.6 Cordon adaptateur

Le connecteur ou l'adaptateur terminant le cordon adaptateur doit être compatible (par exemple, de type face d'extrémité) avec le câblage et il convient qu'il soit de classe d'affaiblissement faible afin de réduire le plus possible l'incertitude des résultats de mesure.

En référence à 6.3:

- la fibre optique qui compose le cordon adaptateur doit présenter la même taille de cœur de fibre nominale que la fibre optique qui constitue le câblage en essai;

- lors de la réalisation des essais de MPSL sur des fibres optiques A1-OMxa ou A1-OMxb, le cordon adaptateur peut contenir des fibres optiques de subdivision A1-OMxa ou A1-OMxb (BIMMF).

Les fibres optiques unimodales prises en charge par le présent document et utilisées dans le cordon adaptateur unimodal sont définies dans l'IEC 60793-2-50 par B-652 et B-657.

Il convient que l'extrémité MPO du cordon adaptateur présente un affaiblissement faible conforme à une terminaison de classe d'affaiblissement faible, comme cela est recommandé à l'Annexe I. Pour l'essai du câblage unimodal, il convient que le cordon adaptateur MPO ait un affaiblissement de réflexion élevé (par exemple, 60 dB) lorsqu'il est accouplé à une autre fiche MPO APC analogue.

Voir l'Article C.2 pour des lignes directrices relatives à la longueur.

6.7 Mesureur de puissance – Méthodes MPSL uniquement

Le mesureur de puissance doit être capable de mesurer la plage des puissances normalement associées au câblage, en tenant compte de la puissance injectée dans le câblage. Le mesureur de puissance doit satisfaire aux exigences d'étalonnage de l'IEC 61315. Les dimensions de la surface de détection du mesureur doivent être suffisantes pour capter toute la puissance provenant de la fibre optique à laquelle il est connecté. Lorsque le port du mesureur de puissance comporte une fiche MPO compatible constituée de fibres amorce connectées à cette dernière, ainsi qu'une ou plusieurs photodiodes connectées aux fibres amorce, la fibre optique composée de fibres amorce doit être suffisamment grande pour capter toute la puissance entrante provenant du cordon d'essai.

Le mesureur de puissance comportant un port compatible MPO, soit broché soit non broché, doit être connecté à une fiche multimodale MPO/PC ou à une fiche unimodale MPO/APC.

Le mesureur de puissance doit être capable de déterminer la position (polarité) de chaque fibre sur la fiche MPO au cours des essais, outre la mesure de l'affaiblissement, et d'indiquer la polarité.

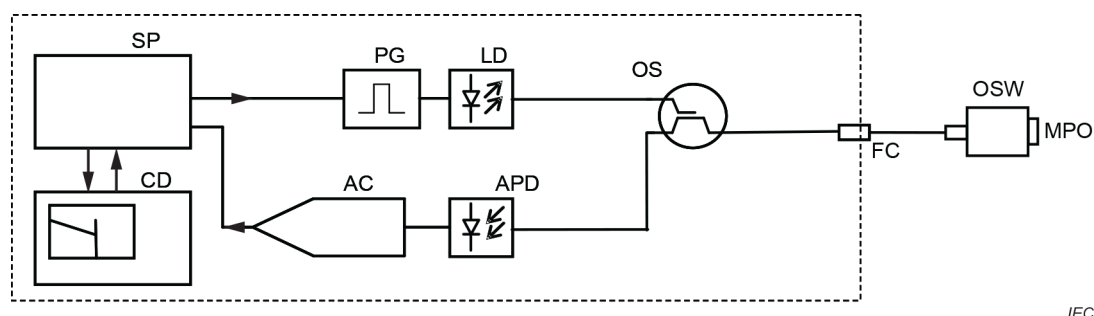
Il est recommandé d'accorder une attention particulière à l'interface avec le port MPO du mesureur de puissance, dans la mesure où elle peut être brochée ou non brochée.

De plus amples informations sur les caractéristiques des mesureurs de puissance sont disponibles dans l'IEC TR 61282-15.

6.8 Appareillage de l'OTDR

La Figure 3 est un schéma de l'appareillage de l'OTDR représenté avec un simple point de fixation. L'Annexe E contient un certain nombre d'exigences plus détaillées relatives à la longueur du cordon d'amorce et à d'autres aspects associés au mesurage par OTDR. Les autres exigences de 6.1 s'appliquent.

Un commutateur optique est nécessaire pour soumettre à l'essai un câblage à fibres optiques dont les terminaisons comportent des connecteurs MPO. Ce commutateur peut être installé dans l'ordinateur central de l'OTDR et fournir un port d'interface MPO unique. En variante, le commutateur optique peut être mis en œuvre à l'extérieur de cet ordinateur central avec une interface monofibre/multifibre.



IEC

Légende

PG	générateur d'impulsions (PG - <i>pulse generator</i>)	AC	amplificateur et convertisseur
LD	diode laser (LD - <i>laser diode</i>)	SP	processeur de signal (SP - <i>signal processor</i>)
OS	répartiteur optique (OS - <i>optical splitter</i>)	CD	contrôle et affichage (CD - <i>control and display</i>)
FC	connecteur en face avant (FC - <i>front panel connector</i>)	OSW	commutateur optique (OSW - <i>optical switch</i>)
APD	photodiode à avalanche (APD - <i>avalanche photo diode</i>)	MPO	connecteur MPO

Figure 3 – Schéma de l'OTDR avec commutateur optique externe

6.9 Équipement de nettoyage et d'examen de la face d'extrémité des connecteurs

L'équipement de nettoyage (incluant l'appareil, les matières et les substances) et les méthodes à utiliser doivent être adaptés aux connecteurs à nettoyer. L'IEC TR 62627-01 recommande des outils et des méthodes de nettoyage adaptées pour les faces d'extrémité des connecteurs. Les instructions des fournisseurs de connecteurs doivent être consultées lorsqu'il existe un doute concernant l'adéquation d'un équipement particulier et de méthodes de nettoyage spécifiques.

La propreté (absence de salissures) des faces d'extrémité des connecteurs installés doit être vérifiée à l'aide d'un microscope à basse résolution conformément à l'IEC 61300-3-35 et les connecteurs doivent être nettoyés si nécessaire. Des microscopes comportant des adaptateurs compatibles avec les connecteurs sont exigés.

6.10 Adaptateurs

Le cas échéant, les adaptateurs doivent être compatibles avec le type de connecteur utilisé et doivent permettre d'obtenir les performances exigées des terminaisons de classe d'affaiblissement faible.

L'IEC 61754-7 (toutes les parties) fournit des informations concernant les adaptateurs et les différences de clavetage.

7 Procédures

7.1 Généralités

L'Annexe A à l'Annexe E fournissent les exigences relatives aux procédures spécifiques à des méthodes particulières.

Les méthodes MPSL exigent d'effectuer un mesurage de référence avant de mesurer le câblage. Il convient d'évaluer l'équipement avant de commencer l'essai permettant de vérifier la fréquence à laquelle il convient d'effectuer les mesurages de référence. Il convient généralement d'effectuer cette évaluation avant que la dérive de l'équipement soit supérieure

à 0,1 dB. L'environnement d'essai (en particulier la température) peut avoir une influence sur la fréquence d'un nouveau référencement.

Prévoir un laps de temps suffisant pour que la source lumineuse se stabilise conformément aux recommandations du fabricant.

7.2 Procédures communes

7.2.1 Soins particuliers aux cordons d'essai

Les extrémités des cordons d'essai doivent être exemptes de salissures et doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 61300-3-35. En cas de contamination avérée, procéder à un nettoyage et à un examen en utilisant l'équipement et les méthodes de 6.9.

Lorsque les cordons d'essai ne sont pas utilisés, il convient de protéger leurs extrémités et de les ranger sans les vriller dans des bobines d'un diamètre supérieur à leur diamètre de courbure minimal.

Avant le début des essais, vérifier les performances optiques de tous les cordons d'essai à utiliser suivant les procédures décrites à l'Annexe H.

7.2.2 Réalisation des mesurages de référence

Mesurer la puissance de sortie du ou des cordons d'essai de classe d'affaiblissement faible.

7.2.3 Examen et nettoyage des extrémités des fibres optiques du câblage

Avant toute connexion, il convient d'examiner les extrémités du câblage conformément à l'IEC 61300-3-35, chaque fois qu'elles sont accouplées.

Les extrémités du câblage doivent être exemptes de toute contamination. En cas de contamination avérée, la face d'extrémité du connecteur doit être nettoyée et examinée en utilisant l'équipement et les méthodes de 6.9.

7.2.4 Réalisation des mesurages

Ce processus est itératif pour chaque fibre optique du câblage et comprend:

- la fixation du câblage à fibres optiques aux cordons d'amorce et de réception ou de fin de fibre;
- l'exécution du mesurage à chaque longueur d'onde;
- la mémorisation ou l'enregistrement des résultats.

7.2.5 Réalisation des calculs

Réaliser les calculs afin de déterminer la différence entre le mesurage de référence et les mesurages d'essai, et enregistrer le résultat final avec d'autres informations conformément à l'Article 8.

7.2.6 Essais multifibres et bidirectionnels

Lorsque plusieurs fibres sont mesurées en même temps avec des connecteurs multifibres, les exigences relatives à chaque interface doivent être satisfaites comme s'il s'agissait d'un connecteur unique. Si des mesurages bidirectionnels sont exigés, les procédures sont répétées par injection par l'autre extrémité du câblage en essai.

7.3 Étalonnage

Les mesureurs de puissance et l'équipement de l'OTDR doivent être respectivement étalonnés conformément à l'IEC 61315, l'IEC 61746-1 et l'IEC 61746-2.

L'équipement utilisé doit avoir un certificat d'étalonnage valide conforme au système qualité recommandé par le fabricant ou applicable pendant la durée de l'essai.

7.4 Sécurité

Tous les essais réalisés sur des systèmes de communications à fibres optiques, ou qui emploient un laser ou une LED dans un montage d'essai, doivent s'effectuer avec les précautions de sécurité définies dans la série IEC 60825.

NOTE Les sources lumineuses utilisées dans le MPSL pour soumettre à l'essai un câblage à fibres optiques sont généralement considérées comme sûres. Les sources lumineuses utilisées dans les OTDR sont généralement des produits de Classe 1. Les produits laser de Classe 1 sont sûrs dans des circonstances raisonnablement prévisibles.

8 Calculs

Pour chaque méthode, les calculs sont indiqués dans leurs annexes respectives.

9 Documentation

9.1 Informations pour chaque essai

- procédure d'essai et méthode de mesure;
- résultats de mesure incluant:
 - l'affaiblissement (dB);
 - la ou les traces de l'OTDR, les tableaux d'événements et d'analyse des sections (méthode par OTDR uniquement, dans les deux directions lorsque des mesurages bidirectionnels ont été réalisés) (mapping facultatif). Seule une trace de l'OTDR exige la documentation correspondante;
 - la polarité;
 - la longueur;
 - la longueur d'onde (nm);
 - le type de fibre optique;
 - l'emplacement de la terminaison;
 - l'identifiant de la fibre optique;
 - l'identifiant du câble.
- date de l'essai.

9.2 Informations à fournir

- informations détaillées des caractéristiques spectrales de la source lumineuse;
- niveau de puissance de référence (dBm) (méthodes MPSL uniquement);
- enregistrements d'étalonnage;
- informations indiquant la conformité à la condition d'injection exigée selon 6.3;
- informations détaillées des cordons d'essai utilisés pour les mesurages.

Annex A (normative)

Méthode à cordon unique

A.1 Applicabilité de la méthode de mesure

Le mesurage par la méthode à cordon unique inclut l'affaiblissement des deux connexions au câblage en essai. Il s'agit de la RTM pour le mesurage de l'installation câblée de la configuration Au-u à Ap-p (voir 4.2). L'Annexe A présente les méthodes de mesure du câblage dans les cas suivants: non broché à chaque extrémité, broché sur une extrémité et non broché sur l'autre extrémité, et broché sur les deux extrémités.

NOTE Les cordons d'essai qui peuvent être modifiés pour l'orientation des clavetages et pour une configuration brochée ou non brochée (c'est-à-dire neutre) peuvent être utilisés afin de faciliter les essais et de satisfaire à la méthode à cordon unique.

Les mesurages de polarité ne sont pas définis ici. Il est prévu qu'ils soient automatisés et indiqués par le MPSL. L'IEC TR 61282-15 fournit de plus amples informations concernant les variations de polarité.

A.2 Appareillage

La source lumineuse, le mesureur de puissance, les adaptateurs, ainsi que les cordons d'amorce et de réception doivent être conformes à l'Article 6. Un cordon adaptateur court, dont la perte est négligeable, est utilisé. Pour des raisons de simplicité, les Figure A.1 à Figure A.8 représentent la source lumineuse comme non brochée. Dans les exemples ci-dessous, le mesureur de puissance a des interfaces MPO non brochées (Figure A.1 à Figure A.4) ou brochées (Figure A.5 à Figure A.8), selon la configuration du câblage. La méthode de mesure à cordon unique est possible uniquement lorsque le mesureur de puissance a le même brochage que le câblage en essai (c'est-à-dire câblage et mesureur de puissance brochés), ou lorsque les cordons d'essai peuvent être modifiés pour l'orientation des clavetages et pour une configuration brochée ou non brochée, voire lorsque le mesureur de puissance peut accepter un connecteur MPO broché ou non broché. Dans le cas contraire, un cordon adaptateur, qui agit comme un cordon hybride, est exigé. Cette configuration devient alors le mesurage par cordon adaptateur.

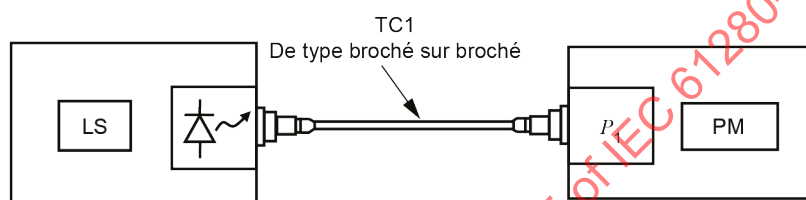
Cette procédure est appelée méthode à cordon unique, car un seul cordon d'essai (par exemple, cordon d'amorce) est utilisé pour le mesurage de référence. Un cordon de réception est également nécessaire pour réaliser le mesurage.

Comme il ne peut être considéré par hypothèse que les mesurages de référence et de l'affaiblissement ont la même polarité, toutes les références P1 doivent être balisées avec l'identification de la source ($1 - n$).

Cette méthode considère par hypothèse que le cordon d'amorce n'est pas déconnecté de la source lumineuse entre un mesurage de référence et un mesurage d'essai. Si la conception de l'équipement d'essai ou la conception du câblage en essai rend une telle déconnexion inévitable, la méthode alternative (Annexe B) peut être utilisée, à condition de tenir compte de l'incertitude de mesure supplémentaire due à cette méthode, et d'appliquer des limites d'essai modifiées de manière appropriée.

A.3 Procédure pour le câblage de type non broché sur non broché avec mesureur de puissance non broché

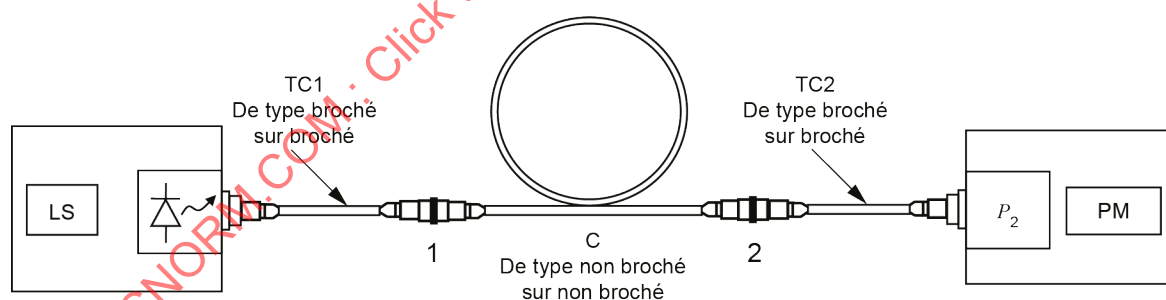
- Connecter la source lumineuse et le mesureur de puissance non broché en utilisant le cordon d'amorce (TC1), comme cela est représenté à la Figure A.1
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
- Déconnecter le mesureur de puissance de TC1.
 - Ne pas déconnecter TC1 de la source lumineuse sans effectuer un nouveau mesurage de référence.
- Connecter le mesureur de puissance au cordon de réception (TC2).
- Connecter TC1 et TC2 au câblage en essai, comme cela est représenté à la Figure A.2.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.



Légende

- LS source lumineuse (SL)
 TC1 cordon d'amorce
 PM mesureur de puissance (non broché) (MP)

Figure A.1 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché



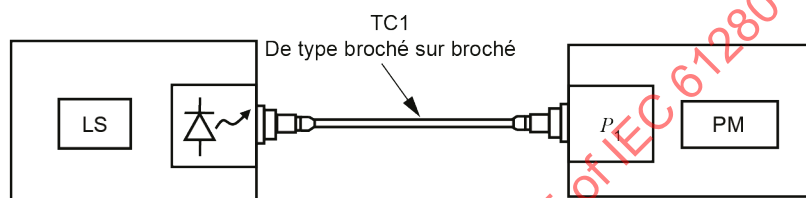
Légende

- LS source lumineuse (SL)
 TC1 cordon d'amorce
 C câblage en essai
 1 interface d'entrée du câblage en essai
 2 interface de sortie du câblage en essai
 TC2 cordon de réception
 PM mesureur de puissance (non broché) (MP)

Figure A.2 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché

A.4 Procédure pour le câblage de type non broché sur broché avec mesureur de puissance non broché

- Connecter la source lumineuse et le mesureur de puissance non broché en utilisant le cordon d'amorce (TC1), comme cela est représenté à la Figure A.3
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
- Déconnecter le mesureur de puissance de TC1.
 - Ne pas déconnecter TC1 de la source lumineuse sans effectuer un nouveau mesurage de référence.
- Connecter le mesureur de puissance au cordon de réception (TC2).
- Connecter TC1 et TC2 au câblage en essai, comme cela est représenté à la Figure A.4.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.



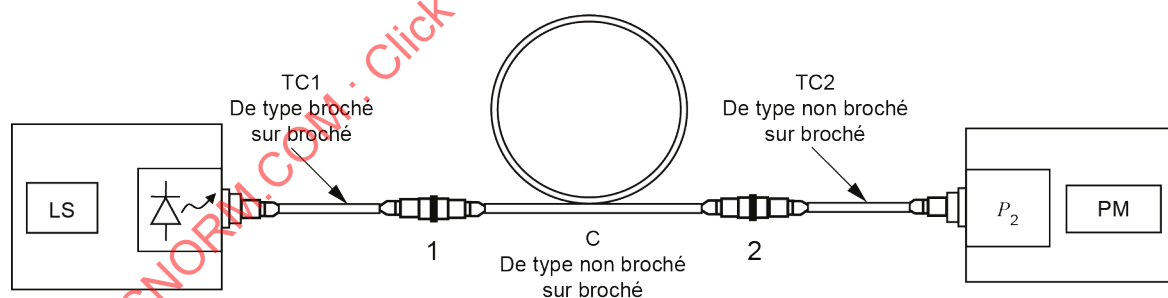
Légende

LS source lumineuse (SL)

TC1 cordon d'amorce

PM mesureur de puissance (non broché) (MP)

Figure A.3 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché



Légende

LS source lumineuse (SL)

TC1 cordon d'amorce

C câblage en essai

TC2 cordon de réception

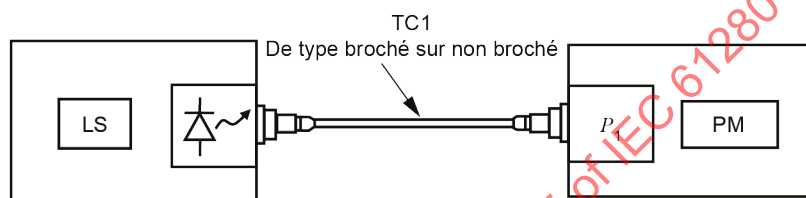
PM mesureur de puissance (non broché) (MP)

1, 2 jeu de connecteurs

Figure A.4 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché

A.5 Procédure pour le câblage de type broché sur broché avec mesureur de puissance broché

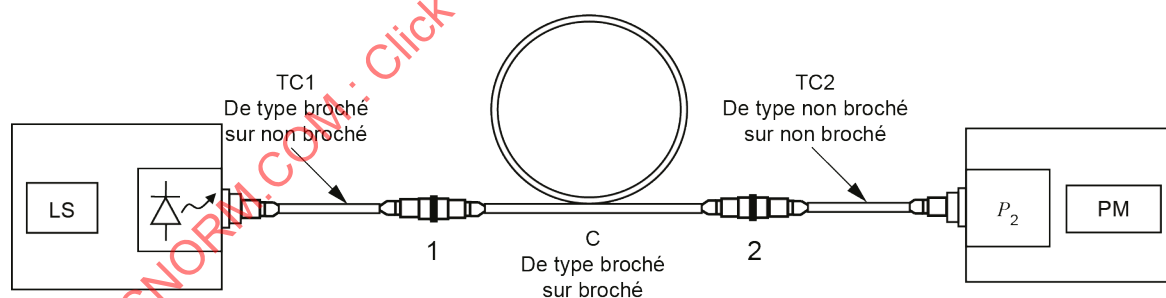
- Connecter la source lumineuse et le mesureur de puissance broché en utilisant le cordon d'amorce (TC1), comme cela est représenté à la Figure A.5.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
- Déconnecter le mesureur de puissance de TC1.
 - Ne pas déconnecter TC1 de la source lumineuse sans effectuer un nouveau mesurage de référence.
- Connecter le mesureur de puissance au cordon de réception (TC2).
- Connecter TC1 et TC2 au câblage en essai, comme cela est représenté à la Figure A.6.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.



Légende

- LS source lumineuse (SL)
 TC1 cordon d'amorce
 PM mesureur de puissance (MP) (broché)

Figure A.5 – Mesurage de référence pour le câblage de type broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché



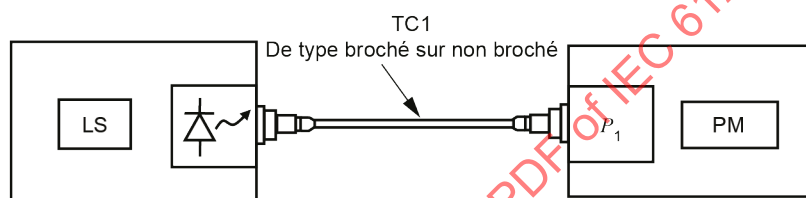
Légende

- LS source lumineuse (SL)
 TC1 cordon d'amorce
 C câblage en essai
 TC2 cordon de réception
 PM mesureur de puissance (MP) (broché)
 1, 2 jeu de connecteurs

Figure A.6 – Mesurage d'essai pour le câblage de type broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché

A.6 Procédure pour le câblage de type non broché sur non broché avec mesureur de puissance broché et cordon d'essai neutre

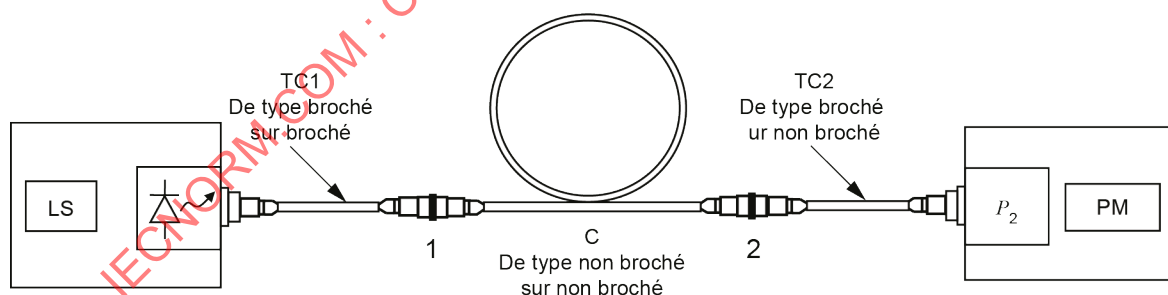
- Connecter la source lumineuse et le mesureur de puissance broché en utilisant le cordon d'amorce neutre (TC1), broché sur non broché, comme cela est représenté à la Figure A.7
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
- Déconnecter le mesureur de puissance de TC1 et modifier l'extrémité éloignée (de non brochée en brochée) afin qu'elle soit compatible avec le câblage en essai.
 - Ne pas déconnecter TC1 de la source lumineuse sans effectuer un nouveau mesurage de référence.
- Connecter le mesureur de puissance broché au cordon de réception (TC2), de type broché sur non broché.
- Connecter TC1 et TC2 au câblage en essai, comme cela est représenté à la Figure A.8.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.



Légende

- LS source lumineuse (SL)
 TC1 cordon d'amorce (neutre, de type broché sur non broché)
 PM mesureur de puissance (MP) (broché)

Figure A.7 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance broché



Légende

- LS source lumineuse (SL)
 TC1 cordon d'amorce (de type broché sur broché)
 C câblage en essai
 1 interface d'entrée du câblage en essai
 2 interface de sortie du câblage en essai
 TC2 cordon de réception
 PM mesureur de puissance (MP) (broché)

Figure A.8 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur non broché (neutre TC1) au moyen d'un mesureur de puissance broché

A.7 Calcul

L'affaiblissement, A , est donné par:

$$A = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \text{ (dB)} \quad (\text{A.1})$$

A.8 Composantes de l'affaiblissement indiqué

Les éléments d'affaiblissement sont identifiés de la Figure A.1 à la Figure A.8. Il s'agit des valeurs d'affaiblissement du câblage, A_C , et de différentes valeurs d'affaiblissement des connexions, en dB. L'affaiblissement indiqué, A , est le suivant:

$$A = A_1 + A_2 + A_C \quad (\text{A.2})$$

Les différences entre le résultat indiqué par cette méthode et les autres méthodes MPSL sont présentées à l'Annexe I.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-4-5:2020

Annex B (normative)

Méthode à trois cordons

B.1 Applicabilité de la méthode de mesure

La méthode à trois cordons est conçue pour exclure l'affaiblissement des deux connexions au câblage en essai. Il s'agit de l'ATM pour le mesurage de l'installation câblée de la configuration Au-u à Du-u (voir 4.2) et dans certains cas, ou comme l'exigent des normes externes, cette méthode peut être utilisée à la place des méthodes de mesure spécifiées aux Annexes A et C.

L'Annexe B présente les méthodes de mesure du câblage dans les cas suivants: non broché à chaque extrémité, broché sur une extrémité et non broché sur l'autre extrémité, et broché sur les deux extrémités. L'Annexe B présente également une méthode générale d'essai d'un canal par la méthode à trois cordons.

Les mesurages de polarité ne sont pas définis ici. Il est prévu qu'ils soient automatisés et indiqués par le MPSL. L'IEC TR 61282-15 fournit de plus amples informations concernant les variations de polarité.

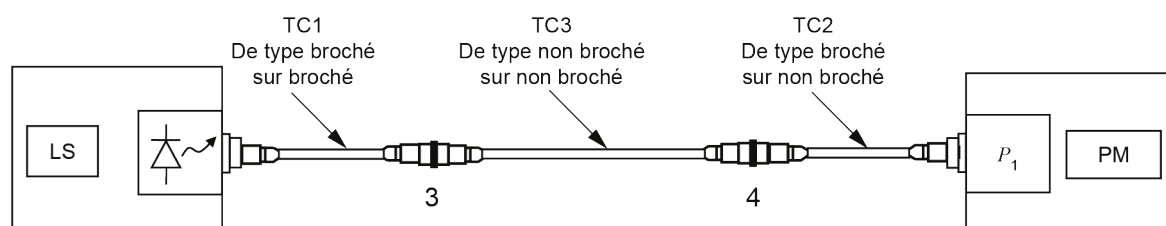
B.2 Appareillage

La source lumineuse, le mesureur de puissance, l'adaptateur et tous les cordons d'essai doivent être conformes à l'Article 6. Trois cordons d'essai sont utilisés: le cordon d'amorce, le cordon de substitution et le cordon de réception. Les valeurs d'affaiblissement des connexions entre ces cordons sont déterminantes pour l'incertitude de mesure. La source lumineuse peut être brochée ou non brochée.

Pour des raisons de simplicité, les Figures B.1 à B.8 représentent la source lumineuse comme non brochée. Dans les exemples ci-dessous, le mesureur de puissance a des interfaces brochées ou non brochées.

B.3 Procédure pour le câblage de type non broché sur non broché

- Connecter le cordon d'amorce (TC1) et le cordon de réception (TC2) à la source lumineuse et au mesureur de puissance, comme cela est représenté à la Figure B.1.
- Connecter le cordon de substitution (TC3) entre TC1 et TC2
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
 - Ne pas déconnecter TC1 et TC 2 de la source lumineuse et du mesureur de puissance sans effectuer un nouveau mesurage de référence
- Remplacer le cordon de substitution par le câblage en essai (en laissant les adaptateurs reliés à TC1 et TC2), comme cela est représenté à la Figure B.2.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.

**Légende**

LS source lumineuse (SL)

TC1 cordon d'amorce

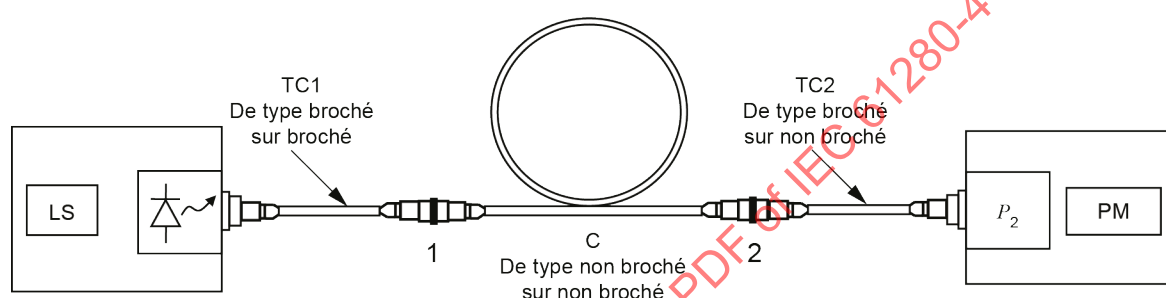
TC3 cordon de substitution

TC2 cordon de réception

PM mesureur de puissance (MP) (broché)

3, 4 jeu de connecteurs

Figure B.1 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance broché

**Légende**

LS source lumineuse (SL)

TC1 cordon d'amorce

C câblage en essai

TC2 cordon de réception

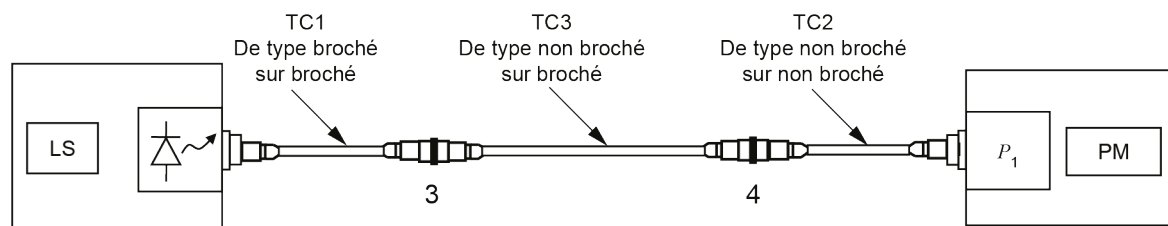
PM mesureur de puissance (MP) (broché)

1, 2 jeu de connecteurs

Figure B.2 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance broché

B.4 Procédure pour le câblage de type non broché sur broché

- Connecter le cordon d'amorce (TC1) et le cordon de réception (TC2) à la source lumineuse et au mesureur de puissance, comme cela est représenté à la Figure B.3.
- Connecter le cordon de substitution (TC3) entre TC1 et TC2.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
 - Ne pas déconnecter TC1 et TC 2 de la source lumineuse et du mesureur de puissance sans avoir effectué un nouveau mesurage de référence.
- Remplacer le cordon de substitution par le câblage en essai (en laissant les adaptateurs reliés à TC1 et TC2), comme cela est représenté à la Figure B.4.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.

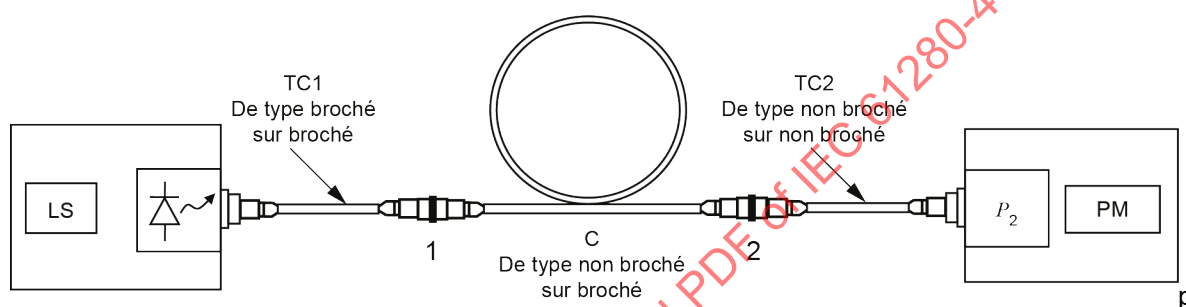


Légende

LS source lumineuse (SL)
 TC1 cordon d'amorce
 TC3 cordon de substitution

TC2 cordon de réception
 PM mesureur de puissance (MP) (broché)
 3, 4 jeu de connecteurs

Figure B.3 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché



Légende

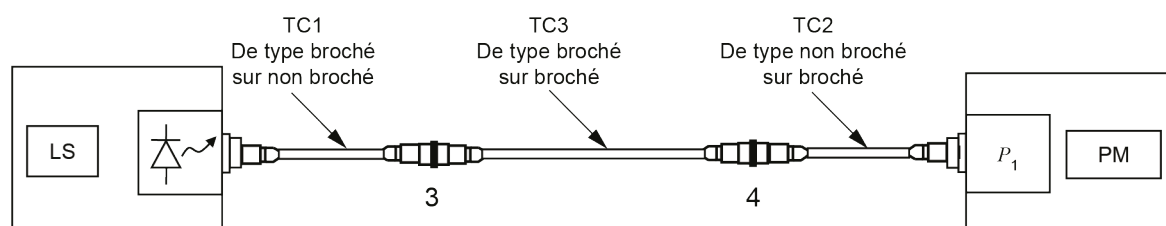
LS source lumineuse (SL)
 TC1 cordon d'amorce
 C câblage en essai

TC2 cordon de réception
 PM mesureur de puissance (MP) (broché)
 1, 2 jeu de connecteurs

Figure B.4 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché

B.5 Procédure pour le câblage de type broché sur broché

- Connecter le cordon d'amorce (TC1) et le cordon de réception (TC2) à la source lumineuse et au mesureur de puissance, comme cela est représenté à la Figure B.5.
- Connecter le cordon de substitution (TC3) entre TC1 et TC2.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
 - Ne pas déconnecter TC1 et TC 2 de la source lumineuse et du mesureur de puissance sans avoir effectué un nouveau mesurage de référence.
- Remplacer le cordon de substitution par le câblage en essai (en laissant les adaptateurs reliés à TC1 et TC2), comme cela est représenté à la Figure B.6.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.

**Légende**

LS source lumineuse (SL)

TC1 cordon d'amorce

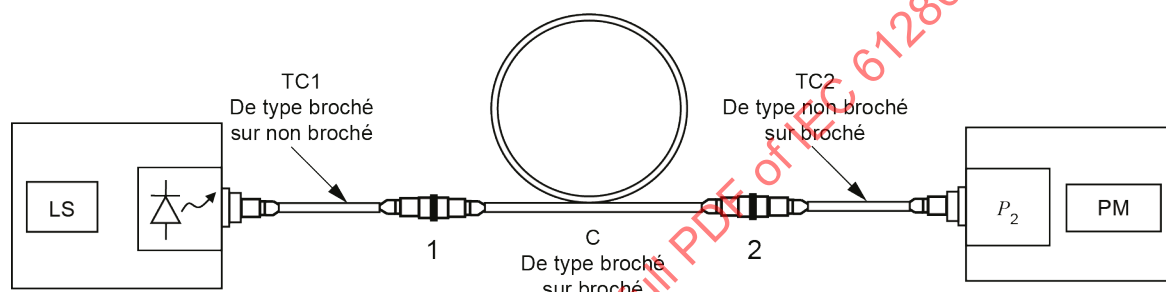
TC3 cordon de substitution

TC2 cordon de réception

PM mesureur de puissance (MP) (non broché)

3, 4 jeu de connecteurs

Figure B.5 – Mesurage de référence pour le câblage de type broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché

**Légende**

LS source lumineuse (SL)

TC1 cordon d'amorce

C câblage en essai

TC2 cordon de réception

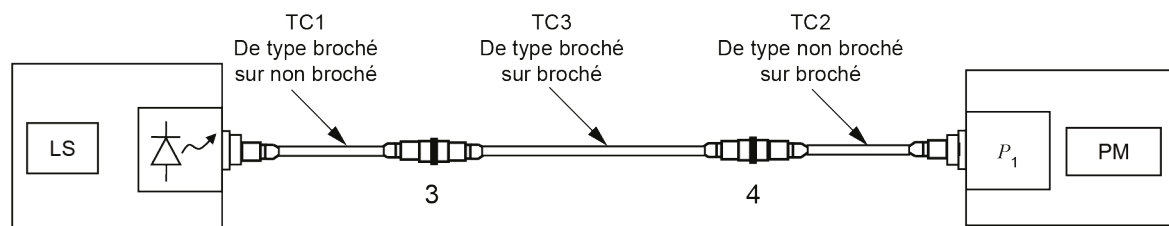
PM mesureur de puissance (MP) (non broché)

1, 2 jeu de connecteurs

Figure B.6 – Mesurage d'essai pour le câblage de type broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché

B.6 Procédure générale de vérification par essai du canal

- Connecter le cordon d'amorce (TC1) et le cordon de réception (TC2) à la source lumineuse et au mesureur de puissance, comme cela est représenté à la Figure B.7.
- Connecter le cordon de substitution (TC3) entre TC1 et TC2.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
 - Ne pas déconnecter TC1 et TC 2 de la source lumineuse et du mesureur de puissance sans avoir effectué un nouveau mesurage de référence.
- Remplacer le cordon de substitution par le câblage en essai (en laissant les adaptateurs reliés à TC1 et TC2), comme cela est représenté à la Figure B.8.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.

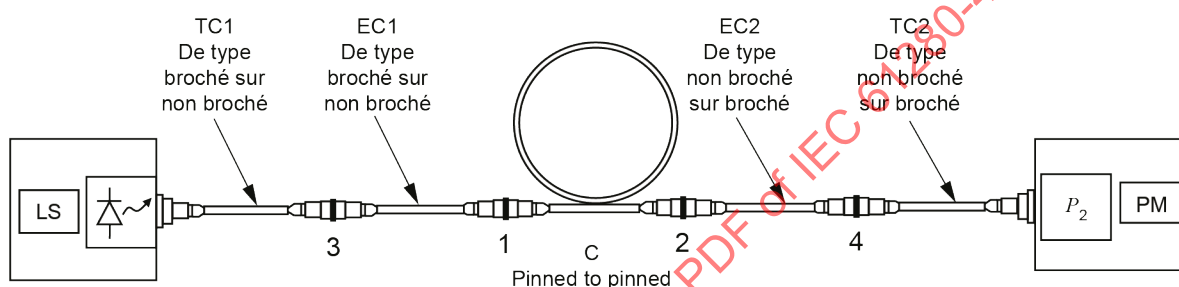


Légende

LS source lumineuse (SL)
TC1 cordon d'amorce
TC3 cordon de substitution

TC2 cordon de réception
PM mesureur de puissance (MP) (non broché)
3, 4 jeu de connecteurs

Figure B.7 – Mesurage de référence pour la vérification par essai du canal au moyen d'un mesureur de puissance non broché



Légende

LS source lumineuse (SL)
TC1 cordon d'amorce
C câblage en essai
1, 2 jeu de connecteurs

TC2 cordon de réception
PM mesureur de puissance (MP) (non broché)
EC cordon d'équipement
3, 4 jeu de connecteurs

Figure B.8 – Mesurage d'essai pour la vérification par essai du canal au moyen d'un mesureur de puissance non broché

B.7 Calcul

L'affaiblissement, A , est donné par:

$$A = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \text{ (dB)} \quad (\text{B.1})$$

B.8 Composantes de l'affaiblissement indiqué

Les éléments d'affaiblissement sont identifiés de la Figure B.1 à la Figure B.8. Il s'agit des valeurs d'affaiblissement du câblage, A_C , et de différentes valeurs d'affaiblissement des connexions, en dB. L'affaiblissement indiqué, A , est le suivant:

$$A = A_1 + A_2 + A_C - A_3 - A_4 \quad (\text{B.2})$$

A_3 et A_4 sont les valeurs d'affaiblissement des connexions dans le montage d'essai de référence qui incluent l'affaiblissement sur la longueur de TC3, qui est négligeable.

Les différences entre le résultat indiqué par cette méthode et les autres méthodes MPSL sont présentées à l'Annexe I.

Annex C (normative)

Méthode des cordons adaptateurs

C.1 Applicabilité de la méthode de mesure

Le mesurage par la méthode des cordons adaptateurs inclut l'affaiblissement des deux connexions au câblage en essai. Il s'agit de la ATM pour le mesurage de l'installation câblée de la configuration Au-u à Ap-p (voir 4.2). L'Annexe C présente les méthodes de mesure du câblage dans les cas suivants: non broché à chaque extrémité, broché sur une extrémité et non broché sur l'autre extrémité, et broché sur les deux extrémités. Pour chaque configuration, la méthode des cordons adaptateurs est utilisée en lieu et place de la méthode à cordon unique parce que le brochage du mesureur de puissance n'est pas compatible avec le câblage en essai.

La méthode est appelée méthode des cordons adaptateurs dans la mesure où après réalisation de la référence initiale, un cordon adaptateur est ajouté au cours du mesurage du câblage. L'ajout du cordon adaptateur contribue à la mesure de deux pertes de connecteurs.

Les mesurages de polarité ne sont pas définis ici. Il est prévu qu'ils soient automatisés et indiqués par le MPSL. L'IEC 61282-15 fournit de plus amples informations concernant les variations de polarité.

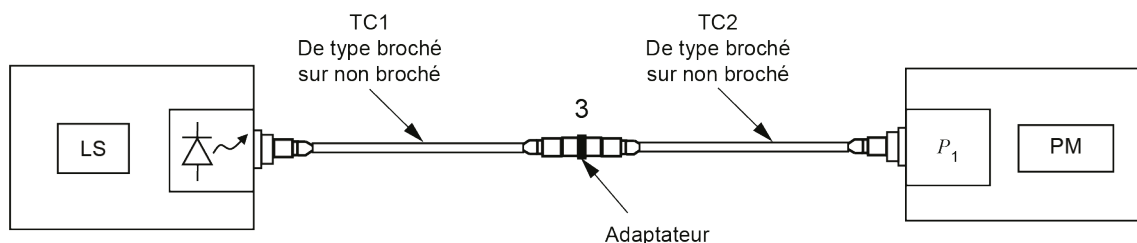
C.2 Appareillage

La source lumineuse, le mesureur de puissance, les adaptateurs, ainsi que les cordons d'amorce et de réception doivent être conformes à l'Article 6.

Un cordon adaptateur court, dont la perte est négligeable, est utilisé. Pour des raisons de simplicité, les Figure C.1 à Figure C.8 représentent la source lumineuse comme non brochée. Dans les exemples ci-dessous, le mesureur de puissance a des interfaces brochées et non brochées. Le MPSL peut également avoir des interfaces MPO brochées ou non brochées. Toutefois, seuls des exemples de brochage incompatible entre le mesureur de puissance et le câblage sont présentés, ce qui constitue une méthode des cordons adaptateurs.

C.3 Procédure pour le câblage de type non broché sur non broché avec mesureur de puissance broché

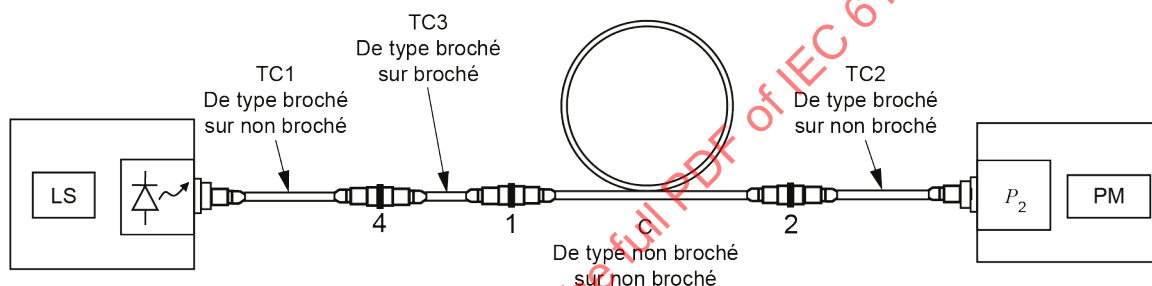
- Connecter le cordon d'amorce (TC1) et le cordon de réception (TC2) à la source lumineuse et au mesureur de puissance et aussi l'un à l'autre, comme cela est représenté à la Figure C.1.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
- Déconnecter TC1 et TC2.
 - Ne pas déconnecter TC1 de la source lumineuse et TC2 du mesureur de puissance sans effectuer un nouveau mesurage de référence.
- Insérer
 - le câblage en essai, comme cela est représenté à la Figure C.2,
 - le cordon adaptateur et le câblage en essai comme cela est représenté à la Figure C.2.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.



Légende

LS	source lumineuse (SL)
TC1	cordon d'amorce
PM	mesureur de puissance (MP) (broché)
3	jeu de connecteurs

Figure C.1 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance broché



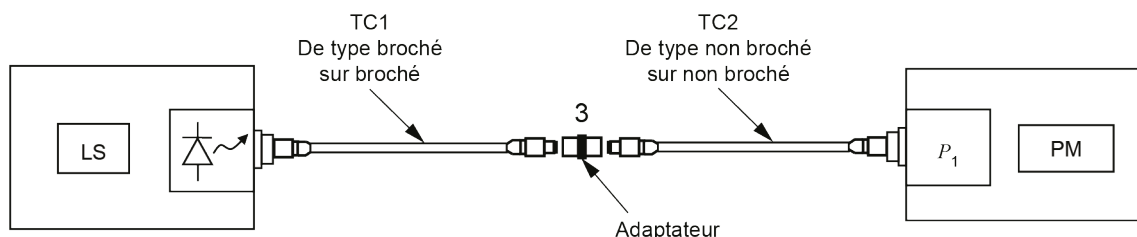
Légende

LS	source lumineuse (SL)	TC2	cordon de réception
TC1	cordon d'amorce	PM	mesureur de puissance (MP) (broché)
C	câblage en essai	TC3	cordon adaptateur
		1, 2, 4	jeu de connecteurs

Figure C.2 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur non broché au moyen d'un mesureur de puissance broché

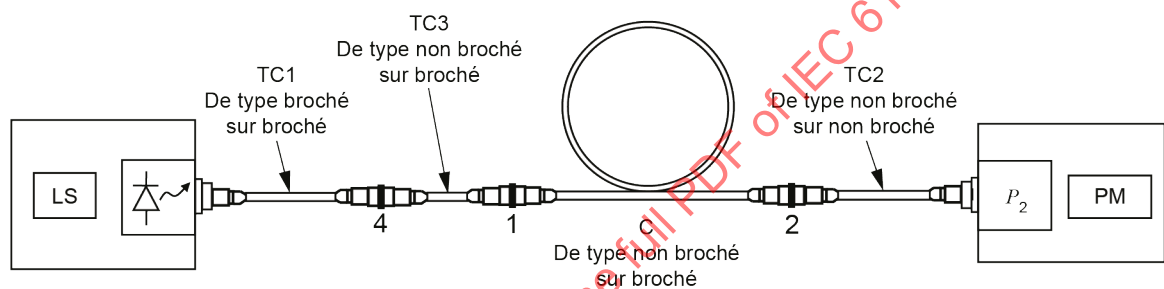
C.4 Procédure pour le câblage de type non broché sur broché avec mesureur de puissance broché

- Connecter le cordon d'amorce (TC1) et le cordon de réception (TC2) à la source lumineuse et au mesureur de puissance et aussi l'un à l'autre, comme cela est représenté à la Figure C.3.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
- Déconnecter TC1 et TC2.
 - Ne pas déconnecter TC1 de la source lumineuse et TC2 du mesureur de puissance sans effectuer un nouveau mesurage de référence.
- Insérer
 - le câblage en essai, comme cela est représenté à la Figure C.4,
 - le cordon adaptateur et le câblage en essai comme cela est représenté à la Figure C.4.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.

**Légende**

- LS source lumineuse (SL)
 TC1 cordon d'amorce
 PM mesureur de puissance (MP) (broché)
 3 jeu de connecteurs

Figure C.3 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché

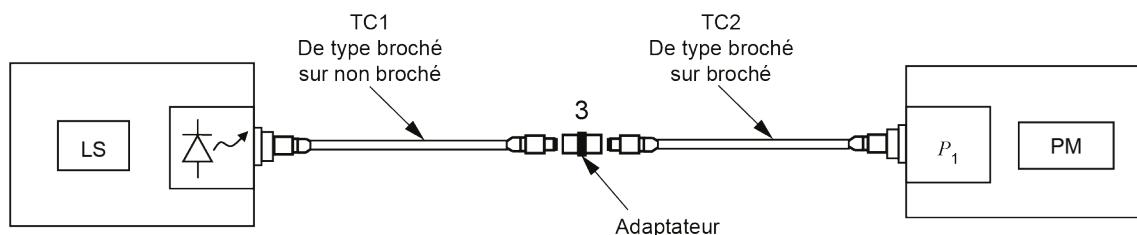
**Légende**

- | | | | |
|-----|-----------------------|---------|-------------------------------------|
| LS | source lumineuse (SL) | TC2 | cordon de réception |
| TC1 | cordon d'amorce | PM | mesureur de puissance (MP) (broché) |
| C | câblage en essai | TC3 | cordon adaptateur |
| | | 1, 2, 4 | jeu de connecteurs |

Figure C.4 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance broché

C.5 Procédure pour le câblage de type broché sur non broché avec mesureur de puissance non broché

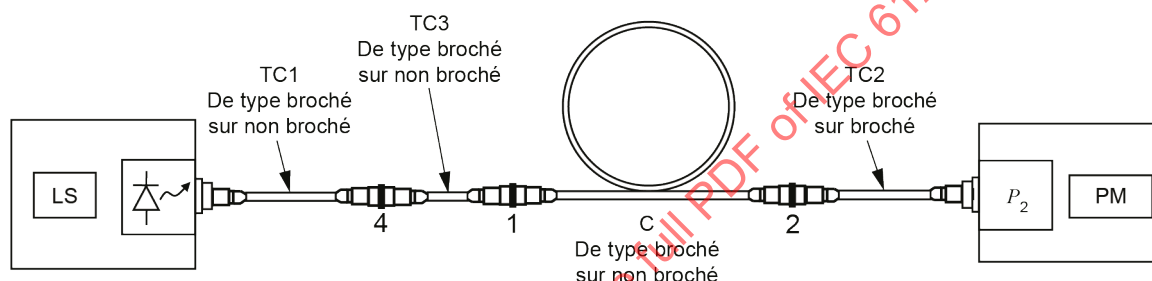
- Connecter le cordon d'amorce (TC1) et le cordon de réception (TC2) à la source lumineuse et au mesureur de puissance et aussi l'un à l'autre, comme cela est représenté à la Figure C.5.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
- Déconnecter TC1 et TC2.
 - Ne pas déconnecter TC1 de la source lumineuse et TC2 du mesureur de puissance sans effectuer un nouveau mesurage de référence.
- Insérer
 - le câblage en essai, comme cela est représenté à la Figure C.6,
 - le cordon adaptateur et le câblage en essai comme cela est représenté à la Figure C.6.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.



Légende

LS	source lumineuse (SL)
TC1	cordon d'amorce
PM	mesureur de puissance (MP) (non broché)
3	jeu de connecteurs

Figure C.5 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché



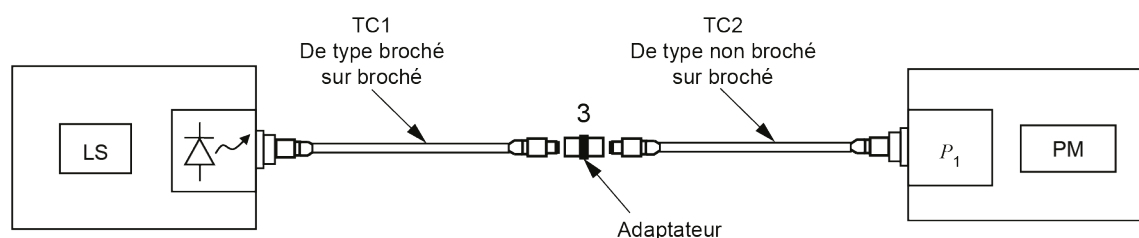
Légende

LS	source lumineuse (SL)	TC2	cordon de réception
TC1	cordon d'amorce	PM	mesureur de puissance (MP) (non broché)
C	câblage en essai	TC3	cordon adaptateur
		1, 2, 4	jeu de connecteurs

Figure C.6 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché

C.6 Procédure pour le câblage de type broché sur broché avec mesureur de puissance non broché

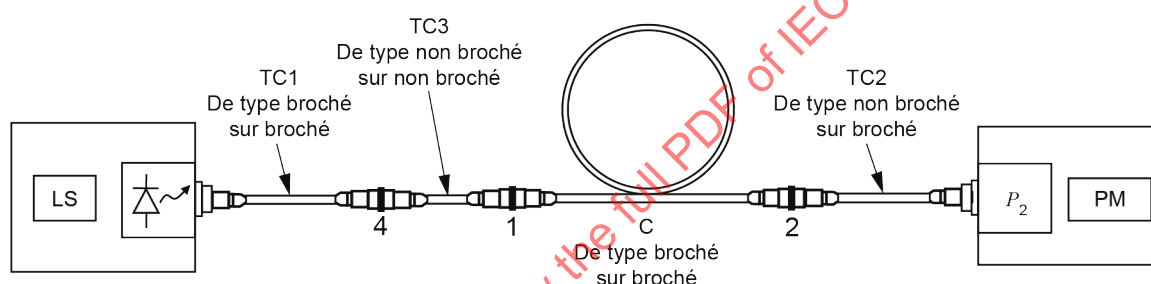
- Connecter le cordon d'amorce (TC1) et le cordon de réception (TC2) à la source lumineuse et au mesureur de puissance et aussi l'un à l'autre, comme cela est représenté à la Figure C.7.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 , qui est le mesurage de puissance de référence.
- Déconnecter TC1 et TC2.
 - Ne pas déconnecter TC1 de la source lumineuse et TC2 du mesureur de puissance sans effectuer un nouveau mesurage de référence.
- Insérer
 - le câblage en essai, comme cela est représenté à la Figure C.8,
 - le cordon adaptateur et le câblage en essai comme cela est représenté à la Figure C.8.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 , qui est le mesurage de la puissance d'essai.



Légende

LS	source lumineuse (SL)
TC1	cordon d'amorce
PM	mesureur de puissance (MP) (non broché)
3	jeu de connecteurs

Figure C.7 – Mesurage de référence pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché



Légende

LS	source lumineuse (SL)	TC2	cordon de réception
TC1	cordon d'amorce	PM	mesureur de puissance (MP) (non broché)
C	câblage en essai	TC3	cordon adaptateur
		1, 2, 4	jeu de connecteurs

Figure C.8 – Mesurage d'essai pour le câblage de type non broché sur broché au moyen d'un mesureur de puissance non broché

C.7 Calcul

L'affaiblissement, A , est donné par:

$$A = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \text{ (dB)} \quad (\text{C.1})$$

C.8 Composantes de l'affaiblissement indiqué

Les éléments d'affaiblissement sont identifiés à la Figure C.2, Figure C.4, Figure C.6 et Figure C.8. Il s'agit des valeurs d'affaiblissement du câblage, A_C , et de différentes valeurs d'affaiblissement des connexions, en dB.

Pour ces cas, l'affaiblissement indiqué, A , est le suivant:

$$A = A_1 + A_2 + A_c + A_4 - A_3 \quad (\text{C.2})$$

A_3 est la valeur d'affaiblissement des connexions dans le montage d'essai de référence qui inclut l'affaiblissement sur la longueur de TC3, qui est négligeable.

Les différences entre le résultat indiqué par cette méthode et les autres méthodes MPSL sont présentées à l'Annexe I.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-4-5:2020

Annex D (normative)

Méthode des cordons d'équipement

D.1 Applicabilité de la méthode de mesure

La méthode des cordons d'équipement mesure directement l'affaiblissement du câblage en essai, l'affaiblissement des connexions des cordons d'équipement au câblage en essai, et l'affaiblissement de la fibre optique dans l'un des cordons d'équipement (EC2 sur la Figure D.2). L'affaiblissement des connexions des cordons d'équipement à l'équipement n'est pas pris en compte. Il s'agit de la RTM pour le mesurage de l'installation câblée de la configuration Du-u. La méthode des cordons d'équipement ne convient que si les deux cordons d'équipement sont présents pendant l'essai et ne sont pas remplacés avant fonctionnement. Elle s'applique au câblage de type broché sur broché, avec terminaisons des cordons d'équipement à fiches MPO aux deux extrémités de type non broché sur non broché. L'affaiblissement de la fibre optique dans les cordons d'équipement est négligeable si ces derniers sont courts (par exemple, 0,02 dB).

D.2 Appareillage

La source lumineuse, le mesureur de puissance et tous les cordons d'essai doivent être conformes à l'Article 6. Cette méthode est appelée méthode des cordons d'équipement, car le cordon d'essai d'amorce et le cordon d'équipement du client sont utilisés pour le mesurage de référence. Toutefois, un second cordon (de réception) du client est nécessaire. Il convient de vérifier les performances des cordons d'essai et des cordons du client avant le début de l'essai. Cette vérification est réalisée en connectant le cordon d'essai, de réception ou du client au cordon d'amorce et en mesurant l'affaiblissement de la connexion. Voir l'Annexe H pour de plus amples informations.

Cette méthode exige que le cordon d'amorce et le cordon d'équipement du client soient connectés en série entre la source lumineuse et le mesureur de puissance pour le mesurage de référence. Se reporter à la méthode à trois cordons si l'équipement d'essai n'est pas compatible avec la configuration de câblage.

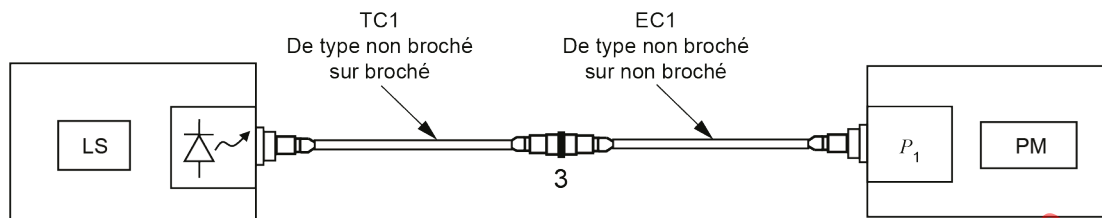
Par hypothèse, cette méthode considère également que:

- le connecteur du mesureur de puissance est compatible avec celui du câblage en essai auquel le cordon d'équipement EC1 de la Figure D.1 est connecté;
- le cordon d'amorce et le cordon d'équipement ne sont pas déconnectés de la source lumineuse entre un mesurage de référence et un mesurage d'essai;
- les cordons d'équipement sont du type non broché sur non broché;
- le câblage est du type broché sur broché;
- la source lumineuse et le mesureur de puissance sont brochés (dans l'exemple ci-dessous).

D.3 Procédure

- Connecter la source lumineuse et le mesureur de puissance en utilisant le cordon d'amorce (TC1) et le cordon d'équipement (EC1), comme cela est représenté à la Figure D.1.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_1 . Cette valeur correspond au mesurage de puissance de référence
- Déconnecter le mesureur de puissance de EC1.
 - Ne pas déconnecter TC1 de la source lumineuse et TC2 de TC1 sans effectuer un nouveau mesurage de référence.

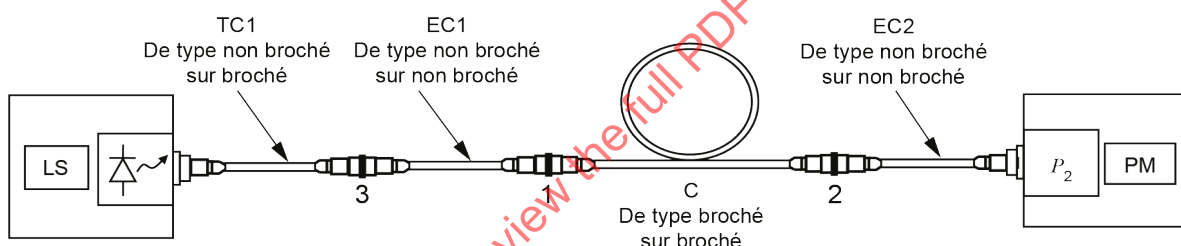
- Connecter le mesureur de puissance au cordon de réception de l'équipement (EC2).
- Connecter TC1/EC1 et EC2 au câblage en essai, comme cela est représenté à la Figure D.2.
- Enregistrer la puissance optique mesurée, P_2 . Cette valeur correspond au mesurage de puissance d'essai.



Légende

LS	source lumineuse (SL)
TC1	cordon d'amorce
EC1	cordon d'amorce de l'équipement
PM	mesureur de puissance (PM) (broché)
3	jeu de connecteurs

Figure D.1 – Mesurage de référence au moyen d'un mesureur de puissance broché



Légende

LS	source lumineuse (SL)	EC1	cordon d'amorce de l'équipement
TC1	cordon d'amorce	PM	mesureur de puissance (MP) (broché)
C	câblage en essai	EC2	cordon de réception de l'équipement
		1, 2, 3	jeu de connecteurs

Figure D.2 – Mesurage d'essai au moyen d'un mesureur de puissance broché

D.4 Calcul

L'affaiblissement, A , est donné par:

$$A = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \text{ (dB)} \quad (\text{D.1})$$

D.5 Composantes de l'affaiblissement indiqué

Les éléments d'affaiblissement sont identifiés à la Figure D.1 et à la Figure D.2. Il s'agit des valeurs d'affaiblissement du câblage, A_C , et de différentes valeurs d'affaiblissement des connexions, en dB. L'affaiblissement indiqué, A , est le suivant:

$$A = A_1 + A_2 + A_C \quad (\text{D.2})$$

Les différences entre le résultat indiqué par cette méthode et les autres méthodes MPSL sont présentées à l'Annexe I.

D.6 Valeurs d'incertitude types

Les valeurs d'incertitude types ont été calculées en utilisant l'IEC TR 61282-14, en considérant par hypothèse les conditions suivantes spécifiées en 5.5 et 5.6.

Le Tableau D.1 reproduit les résultats du calcul effectué pour un choix de longueurs de câble et d'affaiblissements, en utilisant la méthode des cordons d'équipement décrite dans le présent document et différentes classes de connecteurs de cordon d'essai.

Tableau D.1 – Incertitude pour un affaiblissement donné avec application de la méthode des cordons d'équipement

Affaiblissement mesuré du câblage	Valeurs d'incertitude à 95 % en utilisant des cordons d'essai équipés de connecteurs d'affaiblissement faible				Valeurs d'incertitude à 95 % en utilisant des cordons d'essai équipés de connecteurs de classe B			
	dB				dB			
	850 nm	850 nm	1 310 nm	1 310 nm	850 nm	850 nm	1 310 nm	1 310 nm
	1 mesureur de puissance	2 mesureurs de puissance	1 mesureur de puissance	2 mesureurs de puissance	1 mesureur de puissance	2 mesureurs de puissance	1 mesureur de puissance	2 mesureurs de puissance
0,5	0,30	0,41	0,28	0,40	0,30	0,41	0,28	0,40
1,0	0,32	0,43	0,28	0,40	0,32	0,43	0,28	0,40
1,5	0,35	0,45	0,28	0,40	0,35	0,45	0,28	0,40
2,0	0,38	0,47	0,28	0,40	0,38	0,47	0,28	0,40
2,5	0,42	0,51	0,28	0,40	0,42	0,51	0,28	0,40
3,0	0,47	0,54	0,28	0,40	0,47	0,54	0,28	0,40
3,5	0,51	0,59	0,29	0,40	0,51	0,59	0,29	0,40

NOTE Pour les besoins du présent tableau, l'affaiblissement de la fibre représente 23,5 % de l'affaiblissement total pour le câblage multimodal (850 nm).