

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures –

Part 3-7: Examinations and measurements – Wavelength dependence of attenuation and return loss of single mode components

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures –

Partie 3-7: Examens et mesures – Dépendance par rapport à la longueur d'onde de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion des composants unimodaux



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

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 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures –

Part 3-7: Examinations and measurements – Wavelength dependence of attenuation and return loss of single mode components

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures –

Partie 3-7: Examens et mesures – Dépendance par rapport à la longueur d'onde de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion des composants unimodaux

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-8322-9338-6

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.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Abbreviations and acronyms.....	6
4 General	8
4.1 General description	8
4.2 Spectral conditions	9
4.3 Definition.....	9
4.3.1 Attenuation	9
4.3.2 Return loss	10
4.4 Device under test	10
4.5 Measurement methods	11
4.5.1 Method A – Broadband light source (BBS).....	11
4.5.2 Method B – Tuneable narrowband light source (TLS).....	12
4.5.3 Method C – Set of multiple fixed narrowband light sources (NLS)	12
4.5.4 Method D – Tuneable OTDR.....	13
4.5.5 Reference method	13
5 Apparatus.....	13
5.1 Wavelength source.....	13
5.1.1 Method A – Broadband light source	13
5.1.2 Method B – Tuneable narrowband light source	13
5.1.3 Method C – Set of N narrowband light sources	14
5.1.4 Method D – Tuneable OTDR.....	14
5.1.5 Depolarizer.....	14
5.2 Detection system.....	15
5.2.1 Method A, Method B.2 and Method C.2 tuneable narrowband detection spectrum	15
5.2.2 Method B.1 and Method C.1 broadband detection spectrum	15
5.3 Branching devices	15
5.4 Termination.....	16
6 Procedure	16
6.1 Method A – broadband light source	16
6.1.1 Attenuation-only	16
6.1.2 Return-loss-only	17
6.1.3 Attenuation and return loss.....	18
6.2 Method B – Tuneable narrowband light source	19
6.3 Method C – Set of multiple fixed narrowband light sources	20
6.3.1 Attenuation-only	20
6.3.2 Return-loss-only	22
6.3.3 Attenuation and return loss.....	23
6.4 Test results	25
7 Details to be specified	25
7.1 Source	25
7.1.1 Broadband source	25
7.1.2 Tuneable or discrete narrowband light source.....	26
7.1.3 Depolarizer.....	26

7.2	Detection system.....	26
7.2.1	Optical power meter	26
7.2.2	Optical spectrum analyser	26
7.3	Reference branching device	26
7.4	Termination	26
Annex A (informative) Device under test configurations, terminations and product types		27
Annex B (informative) Typical light source characteristics		29
Figure 1 – Wavelength dependence of attenuation and return loss		10
Figure 2 – Method A – Attenuation-only measurement		17
Figure 3 – Method A – Return-loss-only measurement		18
Figure 4 – Method A – Attenuation and return loss measurement.....		19
Figure 5 – Method C – Attenuation-only measurement		21
Figure 6 – Method C Return-loss-only measurement.....		22
Figure 7 – Method C – Attenuation and return loss measurement		24
Figure 8 – Wavelength dependent attenuation		25
Table 1 – Test methods and characteristics		11
Table 2 – Wavelength dependent attenuation and return loss		25
Table A.1 – Device under test configurations/terminations		27
Table A.2 – Possible types of passive optical components (POC)		27
Table B.1 – Types of broadband light source (BBS) and main characteristics		29
Table B.2 – Types of tuneable light source (TLS) and main characteristics		30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS – BASIC TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –

Part 3-7: Examinations and measurements – Wavelength dependence of attenuation and return loss of single mode components

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 61300-3-7 has been prepared by subcommittee 86B: Fibre optic interconnecting devices and passive components, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2000. It constitutes a technical revision.

Changes from the previous edition of this standard are to reflect changes made to IEC 61300-1 and covers unidirectional and bi-directional methods of measurement.

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

FDIS	Report on voting
86B/2771/FDIS	86B/2803/RVD

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

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

A list of all parts of IEC 61300 series, published under the general title, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures*, can be found on the IEC website.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-7:2009

FIBRE OPTIC INTERCONNECTING DEVICES AND PASSIVE COMPONENTS – BASIC TEST AND MEASUREMENT PROCEDURES –

Part 3-7: Examinations and measurements – Wavelength dependence of attenuation and return loss of single mode components

1 Scope

This part of IEC 61300-3 describes the various methods available to measure the wavelength dependence of attenuation $A(\lambda)$ and return loss $RL(\lambda)$, of single-mode passive optical components (POC) used in fibre-optic (FO) telecommunications. It is not, however, applicable to dense wavelength division multiplexing (DWDM) devices. Measurement methods of wavelength dependence of attenuation of DWDM devices are described in IEC 61300-3-29. Definition of WDM device types is given in IEC 62074-1.

Three measurement cases are herein considered:

- Measurement of $A(\lambda)$ only;
- Measurement of $RL(\lambda)$ only;
- Measurement of $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ at the same time.

These measurements may be performed in one direction (unidirectional) or bi-directionally.

2 Normative references

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

IEC 61300-3-29, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-29: Examinations and measurements – Measurement techniques for characterising the amplitude of the spectral transfer function of DWDM components*

IEC 62074-1, *Fibre optic WDM devices – Part 1: Generic specification*

3 Abbreviations and acronyms

For the purposes of this document, the following abbreviations and acronyms apply:

A	attenuation
$A(\lambda)$	wavelength dependent attenuation
ASE	amplified spontaneous emission
BBD	broadband detection
BBS	broadband source

BD	branching devices
CWDM	coarse wavelength division multiplexing
DFB	distributed feedback (laser)
DOP	degree of polarization
DUT	device under test
DWDM	dense wavelength division multiplexing
DWS	discrete wavelength source
ECL	external cavity (tuneable) laser
EDFL	erbium-doped fibre laser
FA	fibre amplifier
FP	Fabry-Perot (laser)
$G(\lambda)$	test system constant
IL	insertion loss
$IL(\lambda)$	wavelength dependent insertion loss
λ	wavelength
NLS	narrowband light sources
OPM	optical power meter
OSA	optical spectrum analyser
$P_i(\lambda)$	wavelength dependent power incident on the DUT
$P_r(\lambda)$	wavelength dependent power reflected by the DUT (from the input port of the DUT)
$P_t(\lambda)$	wavelength dependent power transmitted through the DUT
$P_G^{RL}(\lambda)$	wavelength dependent reflected power measured for the determination of the test set-up constant
$P_{Gi}^{RL}(\lambda)$	wavelength dependent incident power measured for the determination of the test set-up constant
$P_i^A(\lambda)$	wavelength dependent power incident on the DUT in case of the wavelength dependent attenuation measurement

$P_i^{RL}(\lambda)$	wavelength dependent power incident on the DUT in case of the wavelength dependent return loss measurement
PDL	polarization dependent loss
POC	passive optical components
PON	passive optical network
RBD	reference branching device
RBW	resolution bandwidth
RL	return loss
$RL(\lambda)$	wavelength dependent return loss
RTM	reference test method
SMSR	side mode suppression ratio
SOA	semiconductor amplifier
SOP	state of polarization
T	termination
TJ	temporary joint
TND	tuneable narrowband detection (system)
TLS	tuneable narrowband light source
TN-OTDR	tuneable OTDR
WDM	wavelength division multiplexing

4 General

4.1 General description

$A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ are expressed in decibels (dB), transmitted by or reflected from a device under test (DUT) resulting from its insertion within a fibre-optic (FO) telecommunication system. $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ are obtained by comparing the optical power incident on the DUT with the optical power

- transmitted at the output port of the DUT;
- reflected from the input port of the DUT.

The DUT is inverted in order to get a bi-directional measurement. Measurements should be taken in both directions and averaged except where the device is intentionally not bidirectional no averaging shall be done.

The term “return loss” should not be used as equivalent to reflectance. Both have completely different meanings.

4.2 Spectral conditions

$A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ measurements are made over a wavelength range defined in the DUT specifications. The DUT spectral characteristics also defined in the DUT specifications should be used in turn to define the spectral characteristics of the measurement system, such as its wavelength resolution (spectral difference between two adjacent data points) and uncertainty (spectral uncertainty around each data point) which in turn will define the bandwidth of the measurement system.

4.3 Definition

4.3.1 Attenuation

$A(\lambda)$ refers to the power decrease of light transmitted by the DUT as a function of wavelength. It is expressed as follows:

$$A(\lambda) = -10 \times \log \left[\frac{P_t(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \text{ [dB]} \quad (1)$$

where

$P_t(\lambda)$ is the optical power, as a function of wavelength, transmitted through the input port of the DUT and measured at the output port of the DUT, expressed in watt;

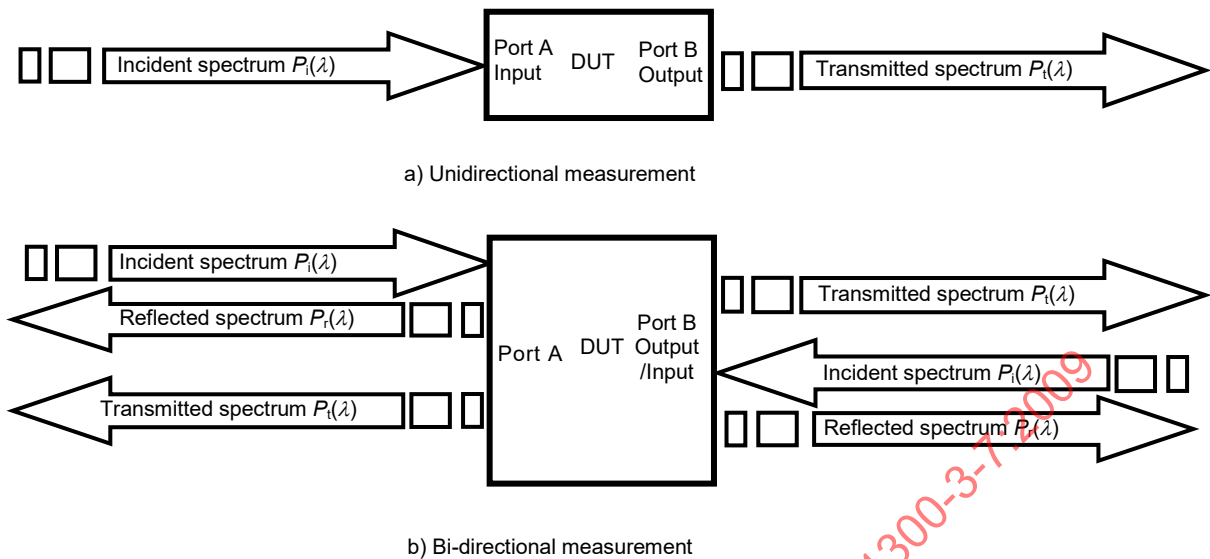
$P_i(\lambda)$ is the optical power, as a function of wavelength, incident on and measured at the input port of the DUT, expressed in watt;

for bi-directional measurement,

$P_t(\lambda)$ is the optical power, as a function of wavelength, transmitted through the output port of the DUT and measured at the input port of the DUT, expressed in watt;

$P_i(\lambda)$ is the optical power, as a function of wavelength, incident on and measured at the output port of the DUT, expressed in watt.

Figure 1 illustrates the process.



IEC 2334/08

Figure 1 – Wavelength dependence of attenuation and return loss

4.3.2 Return loss

$RL(\lambda)$ refers to the power decrease of light reflected by the DUT as a function of wavelength. It is expressed as follows:

$$RL(\lambda) = -10 \times \log \left[\frac{P_r(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \text{ [dB]} \quad (2)$$

where

$P_r(\lambda)$ is the optical power, as a function of wavelength, reflected by and measured from the input port of the DUT, expressed in watt;

$P_i(\lambda)$ is the optical power, as a function of wavelength, incident on and measured at the input port of the DUT, expressed in watt;

for bi-directional measurement,

$P_r(\lambda)$ is the optical power, as a function of wavelength, reflected by and measured from the output port of the DUT, in units of W;

$P_i(\lambda)$ is the optical power, as a function of wavelength, incident on and measured at the output port of the DUT, in units of W.

Figure 1 illustrates the process.

4.4 Device under test

The DUT may have more than two ports. However, since measurement of $A(\lambda)$ is made across only two ports, be they unidirectional or bi-directional, the DUT in this standard shall be

described as having two ports. The same is true for measurement of $RL(\lambda)$, except that in this case, the measurement is made from only one port at a time.

Eight different DUT configurations are herein considered and described in Table B.1 of Annex B. The differences between these configurations are primarily in the terminations of the optical ports. Terminations may consist of bare fibre, connector plug, or receptacle. The various types of product that are herein under consideration are illustrated in Table B.2 of Annex B.

4.5 Measurement methods

The characterization of the DUT spectral response can be carried out on several discrete wavelengths along a wavelength range of interest, continuously over the range or a combination of the above. The way this characterization is performed defines the various test methods.

Four methods, A to D, are described for measuring $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$. The methods are listed below in the order of their introduction. For some methods, multiple configurations are possible.

Table 1 summarizes the different test methods and their main characteristics.

NOTE Different test configurations and methods will result in different accuracies of the attenuation being measured. In cases of dispute, the RTM should be used.

Table 1 – Test methods and characteristics

Method	Name	Light source	Detection system	Example	Comments
A	BBS	BBS	TND	BBS + DUT + OSA	Alternate
B	TLS	To be depolarised + coherence control			
B.1	TLS + BBD	TLS	BBD	TLS + DUT + OPM	
B.1.1	TLS in start-stop-measure mode + BBD	TLS in start-stop-measure mode	BBD	TLS + DUT + OPM	Alternate
B.1.2	TLS in sweep mode + BBD	TLS in sweep mode	BBD	TLS + DUT + OPM	Alternate
B.2	TLS + TND	TLS	TND	TLS + DUT + OSA	
B.2.1	TLS in start-stop-measure mode + TND	TLS in start-stop-measure mode	TND	TLS + DUT + OSA	RTM
B.2.2	TLS in sweep mode + TND	TLS in sweep mode	TND	TLS + DUT + OSA	Alternate
C	Set of N NLS	To be depolarised + coherence control			
C.1	N NLS + BBD	N NLS	BBD	N NLS + $N \times 1$ coupler + DUT + OPM	Alternate
C.2	N NLS + TND	N NLS	TND	N NLS + $N \times 1$ coupler + DUT + OSA	Alternate
D	TN-OTDR	TN OTDR	TN-OTDR	TN-OTDR + DUT	Alternate

4.5.1 Method A – Broadband light source (BBS)

In Method A, a broadband light source (BBS) is used with a tuneable narrowband filtering detection system (TND).

A possible implementation of Method A is the use of the BBS with an optical spectrum analyser (OSA). Method A has the advantage of providing all the required wavelength range

in a single test and the test sampling rate is defined by the TND. Measurement of the wavelength dependence should be done using the BBS having high quality spectral power density. Use of a suitable TND spectral filter is recommended for an accurate measurement.

4.5.2 Method B – Tuneable narrowband light source (TLS)

In Method B, a tuneable narrowband light source (TLS) is used with two possible different detection systems.

4.5.2.1 Method B.1 – Tuneable narrowband light source and broadband detection system

In Method B.1, a TLS is used with a broadband detection system (BBD).

A possible implementation of Method B.1 is the use of the TLS with an optical power meter (OPM). The TLS can be used in two different modes with the BBD:

a) Method B.1.1 – Step-by-step tuneable narrowband light source and broadband detection system

In this method, the bandwidth of the measurement is defined by the TLS linewidth. A linewidth too narrow will create spurious noise, coherence interference effects and unnecessary amount of data; a linewidth too wide will not provide enough resolution to the DUT spectral response. An estimate of the DUT bandwidth and the application of the Nyquist criterion are required in order to properly define the TLS linewidth.

b) Method B.1.2 – Swept tuneable narrowband light source and broadband detection system

In this method, the bandwidth of the measurement is defined by the bandwidth of the detection system, not by the TLS linewidth. An estimate of the DUT bandwidth and the application of the Nyquist criterion are required in order to properly define the bandwidth of the detection system.

4.5.2.2 Method B.2 – Tuneable narrowband light source and tuneable narrowband detection system

In Method B.2, a TLS is used with a TND. Synchronization between both ends of the measurement system is required. This method is particularly useful for very narrowband components.

A possible implementation of Method B.2 is the use of the TLS with an OSA. The TLS can be used in two different modes with the TND:

a) Method B.2.1 – Step-by-step tuneable narrowband light source and tuneable narrowband detection system

The measurement bandwidth for Method B.2.1 is the same as in Method B.1.1.

b) Method B.2.2 – Swept tuneable narrowband light source and tuneable narrowband detection system

The measurement bandwidth for Method B.2.2 is the same as in Method B.1.2.

4.5.3 Method C – Set of multiple fixed narrowband light sources (NLS)

In Method C, a set of N narrowband light sources (NLS) is used with two possible different detection systems. This method is particularly useful when the DUT spectral response is expected to be quite non-uniform and the regions of non-uniformity need to be carefully assessed.

A possible implementation of Method C is the use of a set of N DFB lasers with $N \times 1$ coupler and/or $1 \times N$ splitter on each side of the DUT with one OPM for each DFB.

4.5.3.1 Method C.1 – NLS and BBD

Method C.1 is a variation of Method B.1 in which the TLS is replaced by the set of N NLS.

4.5.3.2 Method C.2 – NLS and TND

Method C.2 is a variation of Method B.2 in which the TLS is replaced by the set of N NLS.

4.5.4 Method D – Tuneable OTDR

In Method D, a tuneable narrowband light is emitted by TN-OTDR and appropriate detection by the TN-OTDR is used.

4.5.5 Reference method

The reference test method (RTM) for measuring $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ shall be Method B.2.1.

5 Apparatus

The following subclauses describe the test set-up components.

5.1 Wavelength source

The following subclauses describe the various available sources for performing the measurements.

5.1.1 Method A – Broadband light source

The BBS is used in Method A. The BBS emits a broadband light over a wavelength range with various characteristics depending on its type. The BBS may be a white light source, an LED (surface emitted or edge emitted), a superluminescent LED (SLED) or an amplified spontaneous emission (ASE) source from an optical fibre amplifier (FA) or from a semiconductor amplifier (SQA).

The BBS shall cover the specified wavelength range. The wavelength range shall be wide enough to cover the specified DUT bandwidth and the output power high enough for $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ to be measured. The spectral power density stability shall be better than $\pm 0,05$ dB during 8 h consecutive.

The test set-up specifications shall meet the detailed requirements of the DUT $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ as defined in the DUT specifications. As a consequence, the BBS requirements shall be carefully defined in order to make sure that Method A and set-up will meet those specifications. The main BBS characteristics are shown in Clause B.1 of Annex B.

5.1.2 Method B – Tuneable narrowband light source

The TLS is used in Method B. The TLS emits a narrowband light that can be spectrally tuned over a wavelength range with various characteristics depending on its type. The TLS may be a BBS with a tuneable filter, an external cavity tuneable laser (ECL), a tuneable DFB laser (DFB) and a tuneable erbium-doped fibre laser (EDFL). Clause B.2 of Annex B describes the main characteristics of various TLS types.

The test set-up specifications and the selection of the particular sub-sets of Method B shall meet the detailed requirements of the DUT $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ as defined in the DUT specifications. As a consequence, the TLS requirements shall be carefully defined in order to

make sure that the selected test method and set-up will meet those specifications. In general, the main TLS specifications that should be carefully considered are (see Clause B.3 of Annex B):

- centre wavelength;
- side-mode suppression ratio (SMSR), when applicable;
- linewidth; in relation with coherence interference effects, polarization dependent loss (PDL) effects and spurious reflections, and Nyquist criterion;
- power stability at any operating wavelength; $\leq \pm 0,05$ dB over a continuous 8 h period.

Coherence control shall be applied to the narrowband light source used in TN-OTDR in order to avoid coherence interference effects.

5.1.3 Method C – Set of N narrowband light sources

The wavelength of each NLS and the total wavelength range of the set is set to cover the specified wavelengths and total wavelength range together with the detection system. In all cases, $N \times 1$ couplers or switches are used where N is equal to the number of NLS used.

Method C is based on a set of N discrete wavelengths. The wavelengths may be emitted by the following sources:

- Fabry-Perot (FP) laser
- DFB laser.

The same TLS requirements typically apply to each narrowband light source used in the wavelength set.

Coherence control shall be applied to avoid coherence interference effects.

5.1.4 Method D – Tuneable OTDR

The source light emitted by the TN-OTDR shall have the same characteristics as the TLS.

5.1.5 Depolarizer

In all cases, the TLS output shall be depolarized in order to get $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ independent of any particular state of polarization (SOP) i.e. the averaged value over all possible SOPs. Active and passive depolarization methods exist such as the use of polarization scrambler or a serial set of circulating couplers. Coherence control shall be applied to the TLS in order to prevent coherence interference effects during the measurement.

For Method B, C and D, the measurement results shall be the averaged $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ as a function of the state of polarization (SOP). This is particularly critical because these methods use narrowband polarized light sources and as such the test results may be obtained at different unknown SOP after the DUT.

The following are two approaches for obtaining the averaged value of $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$:

- Direct approach. A depolarizer based on active or passive device is connected at the output port of the source in order to reduce its degree of polarization (DOP). This allows the direct measurement of the averaged $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ as a function of the state of polarization (SOP).
- Indirect approach. The measurement of $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ as a function of the state of polarization (SOP) and to obtain the average value of $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ from the measurement results.

5.2 Detection system

The following subclauses describe the various options for the detection system in relation with the methods described above.

5.2.1 Method A, Method B.2 and Method C.2 tuneable narrowband detection spectrum

The TND typically uses an OSA measuring the output optical power at every wavelength over the specified wavelength range and with a resolution bandwidth (RBW). The RBW is specified at –3 dB and is a spectral characteristic of the filtering design used in an OSA. The RBW may be variable but shall be specified in accordance with the required DUT bandwidth and fulfilling the Nyquist criterion. In order to avoid false interpretation of detectable artefacts in the measured DUT spectral response, the optical rejection ratio (ORR) shall be specified at a certain wavelength difference from the centre wavelength. An example of such specification could be –20 dB at 0,1 nm away from the centre wavelength; other values may be specified such as –30 dB at 0,2 nm away from the centre wavelength, better defining the required spectral response of the filter used in the OSA. If a global assessment of the OSA RBW performance is desired, the overall filter shape response of the OSA may be required. This is typically achieved by comparing the envelope of a DFB against one obtained from a high-resolution interferometer.

The power dynamic range and sensitivity shall be high enough for A and RL to be measured in accordance with the DUT specification. The amplitude uncertainty due to polarization dependance of the OSA shall be less than desired uncertainty of $A_{DUT}(\lambda)$ to be measured.

Where, during the sequence of measurements, an OSA is disconnected and reconnected, the coupling efficiency for the two measurements shall be maintained.

5.2.2 Method B.1 and Method C.1 broadband detection spectrum

The BBD consists of an optical detector, the associated electronics and means for connecting to the DUT. The optical connection may be a receptacle for an optical connector, a fibre pigtail or a bare fibre adapter.

The BBD wavelength range shall be wide enough and power sensitivity high enough for $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ to be measured. The BBD response shall be linear. Since all of the measurements are differential, it is however not necessary that the calibration be absolute. Care should be taken to suppress the reflected power and minimize polarization sensitivity from the BBD during the measurement.

Where, during the sequence of measurements, the BBD is disconnected and reconnected, the coupling efficiency for the two measurements shall be maintained. Use of a large area detector to capture all of the light emanating from the DUT is recommended.

5.3 Branching devices

The branching devices (BD) are used in order to branch the DUT to the source and the detection system in pigtailed or connectorized configuration depending on their individual connection design.

BD configurations may be 1X1 connector jumper (also called patchcord), splice, bare-fibre adaptor, vacuum chuck or micro manipulator. Another configuration may also be a 2X1 coupler used for $RL_{DUT}(\lambda)$ measurements.

BD splitting ratio shall be stable and uniform with wavelength. The amplitude uncertainty due to PDL of the BD shall be less than desired uncertainty of $A_{DUT}(\lambda)$ to be measured. $A_{BD}(\lambda)$ shall be low enough to allow the minimum $RL_{DUT}(\lambda)$ to be measured. $RL_{BD}(\lambda)$ should be at least 20 dB higher than the maximum $RL_{DUT}(\lambda)$ to be measured. The directivity should be at least 10 dB higher than the maximum $RL_{DUT}(\lambda)$ to be measured.

BD shall be selected in accordance with the DUT detail specifications.

Where, during the sequence of measurements, BD is disconnected and reconnected, the coupling efficiency for the two measurements shall be maintained.

5.4 Termination

Table A.1 in Annex A illustrates a number of DUT configurations for terminations. Terminations (RL_{∞}) shall have a high RL . Three RL_{∞} types may be considered:

- angled fibre ends such as the use of angled-polished connector (APC);
- application of an index matching material to the fibre end;
- sufficient fibre attenuation, for example with a mandrel wrap.

RL_{∞} shall have an RL at least 20 dB greater than the maximum $RL_{DUT}(\lambda)$ to be measured.

Reference plugs with pigtails, and as required, reference adaptors, shall be added to the DUT ports with connector terminations so as to form complete connector assemblies with pigtails.

6 Procedure

The methods herein described are intended to define procedures from which $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ can be derived.

In each of the following methods, it may be possible to improve the measurement accuracy by using variants of the basic methods. Phase-sensitive detection of a mechanically modulated source is an example of an improved test set-up when high loss components are to be characterized.

Also, power fluctuation of the optical source can be monitored over time and used to systematically adjust the DUT spectral response, using the terminated output port of the RBD.

NOTE The measurement precision is dependent on the DUT PDL and on the detection system when a Method B or Method C is used.

6.1 Method A – broadband light source

6.1.1 Attenuation-only

6.1.1.1 Reference measurement

Connect BBS to TND as shown in Figure 2a. Depending on DUT configuration, the connection may be either direct or with an adaptor. If possible, direct connection should be preferred as it is less uncertain.

Following Figure 2a, measure and record optical output power levels $P_t^{\text{ref}}(\lambda)$ over the wavelength range.

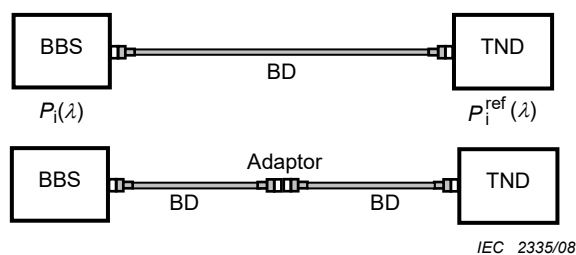


Figure 2a – Attenuation reference measurement

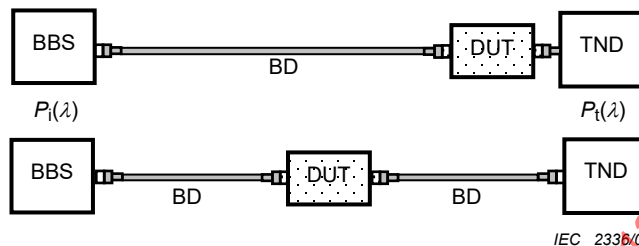


Figure 2b – Attenuation measurement

Figure 2 – Method A – Attenuation-only measurement

6.1.1.2 Attenuation measurement

Insert the DUT as shown in Figure 2b; measure and record optical output power levels $P_t(\lambda)$ over the wavelength range.

Calculate $A(\lambda)$ as follows:

$$A(\lambda) = -10 \times \left[\log \frac{P_t(\lambda)}{P_i(\lambda)} - \log \frac{P_t^{\text{ref}}(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \text{ [dB]} \quad (3)$$

6.1.1.3 Bidirectional measurement

Invert the DUT in order to perform a bidirectional measurement and the measurements taken in both directions should be averaged. No averaging shall be done when the device is intentionally non-bidirectional.

6.1.2 Return-loss-only

6.1.2.1 Reference measurement

Connect BBS and NBD to 2×1 BD as shown in Figure 3a. Depending on DUT configuration, the connection may be either direct or with an adaptor. If possible, direct connection should be preferred as it is less uncertain. Make sure to terminate the single output branch of the 2×1 BD, as shown in Figure 3a.

Following Figure 3a, measure and record optical output power levels $P_r^{\text{ref}}(\lambda)$ over the wavelength range.

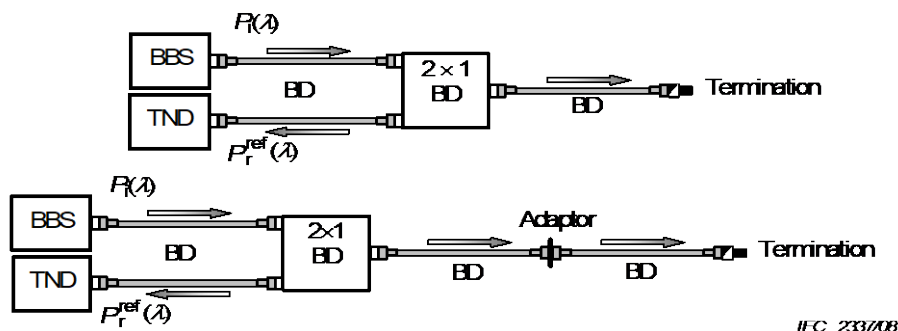


Figure 3a – Return loss reference measurement

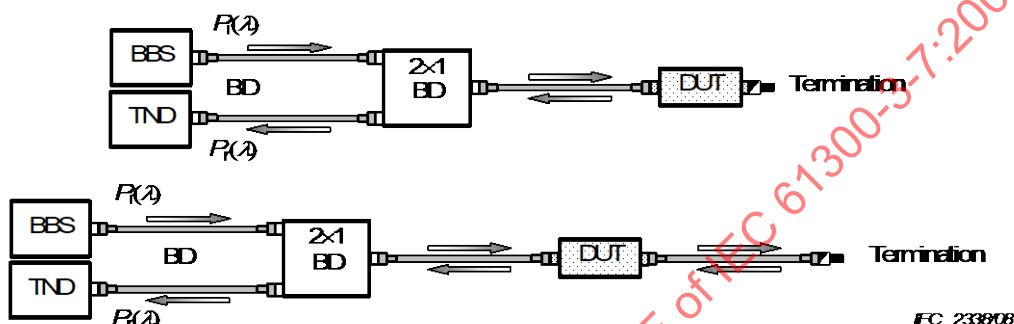


Figure 3b – Return loss measurement

Figure 3 – Method A – Return-loss-only measurement

6.1.2.2 Return loss measurement

Insert the DUT as shown in Figure 3b; measure and record optical output power levels $P_r(\lambda)$ over the wavelength range

Calculate $RL(\lambda)$ as follows:

$$RL(\lambda) = -10 \times \left[\log \frac{P_r(\lambda)}{P_i(\lambda)} - \log \frac{P_r^{ref}(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \text{ [dB]} \quad (4)$$

6.1.2.3 Bidirectional measurement

Invert the DUT in order to perform a bidirectional measurement and the measurements taken in both directions should be averaged. No averaging shall be done when the device is intentionally non-bidirectional.

6.1.3 Attenuation and return loss

6.1.3.1 Reference measurement

Connect BBS and two NBDs to 2×1 BD as shown in Figure 4a. Depending on DUT configuration, the connection may be either direct or with an adaptor. If possible, direct connection should be preferred as it is less uncertain. Make sure to use an APC connector with the second NBD on the side of the single output branch of the 2×1 BD, as shown in Figure 4a.

Following Figure 4a, measure and record both optical output power levels $P_t^{\text{ref}}(\lambda)$ and $P_r^{\text{ref}}(\lambda)$ over the wavelength range.

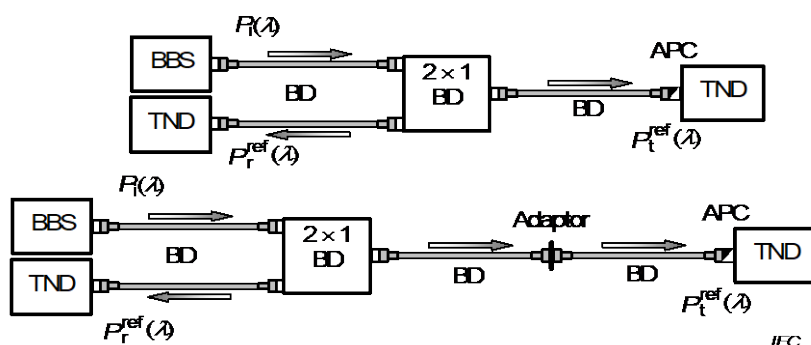


Figure 4a – Attenuation and return loss reference measurement

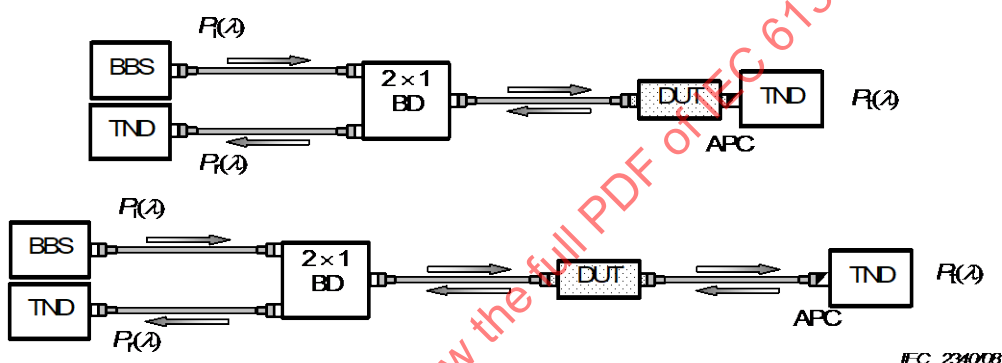


Figure 4b – Attenuation and return loss measurement

Figure 4 – Method A – Attenuation and return loss measurement

6.1.3.2 Attenuation and return loss measurement

Insert the DUT as shown in Figure 4b; measure and record optical output power levels $P_t(\lambda)$ and $P_r(\lambda)$ over the wavelength range.

Calculate $A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ following Equations (3) and (4).

6.1.3.3 Bidirectional measurement

Invert the DUT in order to perform a bidirectional measurement and the measurements taken in both directions should be averaged. No averaging shall be done when the device is intentionally non-bidirectional.

6.2 Method B – Tuneable narrowband light source

In all cases, when Method B is used the TLS must be depolarized in order to obtain a result which is the average over all SOPs and not just at one unknown or inapplicable SOP from the TLS itself without depolarization.

Method B may be used in a number of different configurations (see Table 1 – Test methods and characteristics), such as:

- Method B.1 – TLS with BBD

- Method B.1.1 – step-by-step TLS with BBD in which the measurement is made one wavelength at a time over the wavelength range
- Method B.1.2 – swept TLS with BBD in which the measurement is made continuously over the wavelength range
- Method B.2 – TLS with TND
- Method B.2.1 – step-by-step TLS with TND in which the measurement is made one wavelength at a time over the wavelength range and TLS and TND are synchronized to one another
- Method B.2.2 – swept TLS with TND in which the measurement is made continuously over the wavelength range and TLS and TND are synchronized to one another

In all cases, the measurement set-up and procedure are the same as in Figure 3 and Figure 4 and in 5.1.

6.3 Method C – Set of multiple fixed narrowband light sources

Method C may be used in two different configurations (see Table 1 – Test methods and characteristics), such as:

- Method C.1 – Set of N x NLS with BBD
- Method C.2 – Set of N x NLS with TND

In all cases, each NLS must be depolarized in order to obtain a result which is the average over all SOPs and not just at one unknown or inapplicable SOP from the NLS itself without depolarization.

The measurement procedure is the same for both configurations.

6.3.1 Attenuation-only

6.3.1.1 Reference measurement

Connect each NLS to the $N \times 1$ BD or switch and to the BBD or TND as shown in Figure 5a.

Depending on the DUT configuration, the connection may be either direct or with an adaptor. If possible, direct connection should be preferred as it is less uncertain.

Following Figure 5a, measure and record optical output power levels $P_{t,n=1\dots N}^{\text{ref}}(\lambda)$ for each NLS over the specified wavelength range.

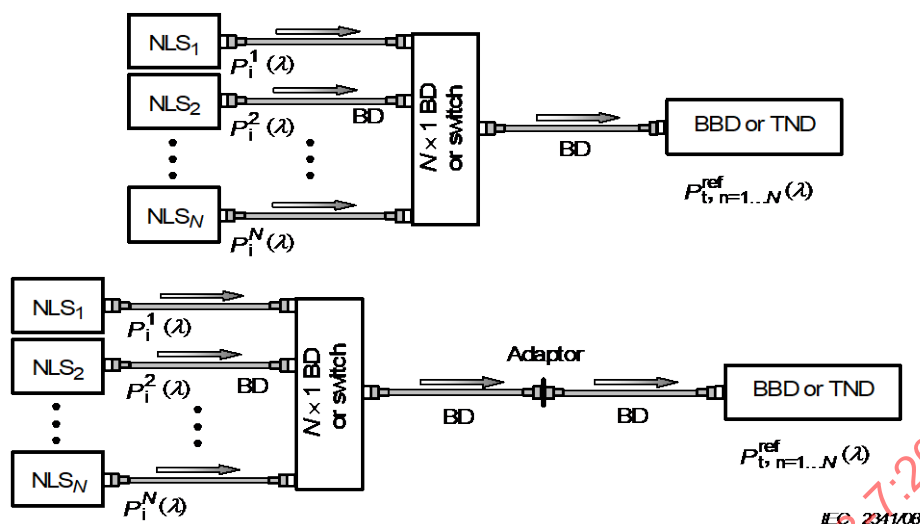


Figure 5a – Attenuation reference measurement

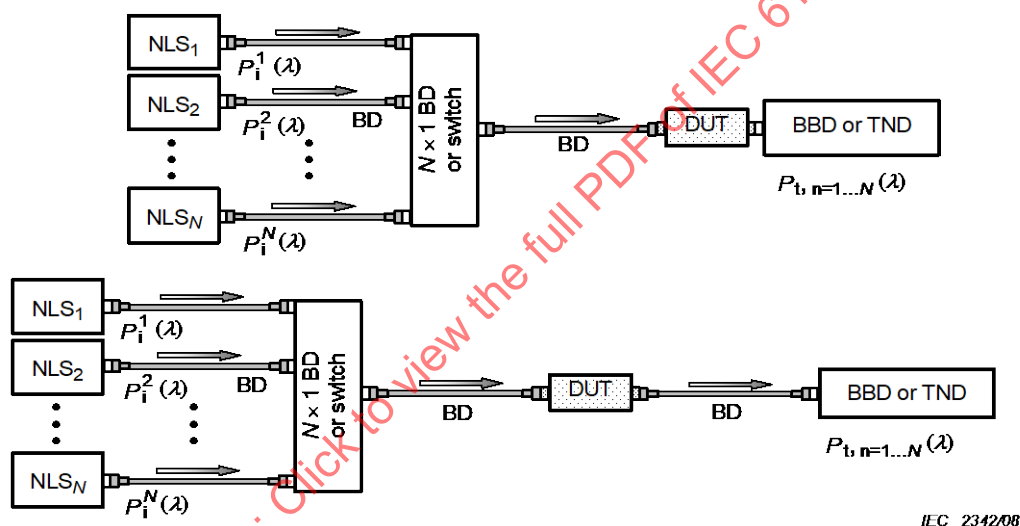


Figure 5b – Attenuation measurement

Figure 5 – Method C – Attenuation-only measurement

6.3.1.2 Attenuation measurement

Insert the DUT as shown in Figure 5b; measure and record optical output power levels $P_{t,n=1...N}(\lambda)$ over the wavelength range for each NLS.

Calculate $A_{n=1...N}(\lambda)$ as follows:

$$A_{n=1...N}(\lambda) = -10 \times \left[\log \frac{P_t(\lambda)}{P_i(\lambda)} - \log \frac{P_t^{ref}(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right]_{n=1...N} \quad [\text{dB}] \quad (5)$$

6.3.1.3 Bidirectional measurement

Invert the DUT in order to perform a bidirectional measurement and the measurements taken in both directions should be averaged. No averaging shall be done when the device is intentionally non-bidirectional.

6.3.2 Return-loss-only

6.3.2.1 Reference measurement

Connect each NLS to the $N \times 1$ BD or switch as shown in Figure 6a.

Connect the $N \times 1$ BD or switch and BBD or TND to 2×1 BD as shown in Figure 6a and terminate the 2×1 BD.

Depending on DUT configuration, the termination may be either direct or with an adaptor, as shown in Figure 6a. If possible, direct connection should be preferred as it is less uncertain.

Following Figure 6a, measure and record optical output power levels $P_{r,n=1...N}^{\text{ref}}(\lambda)$ over the wavelength range.

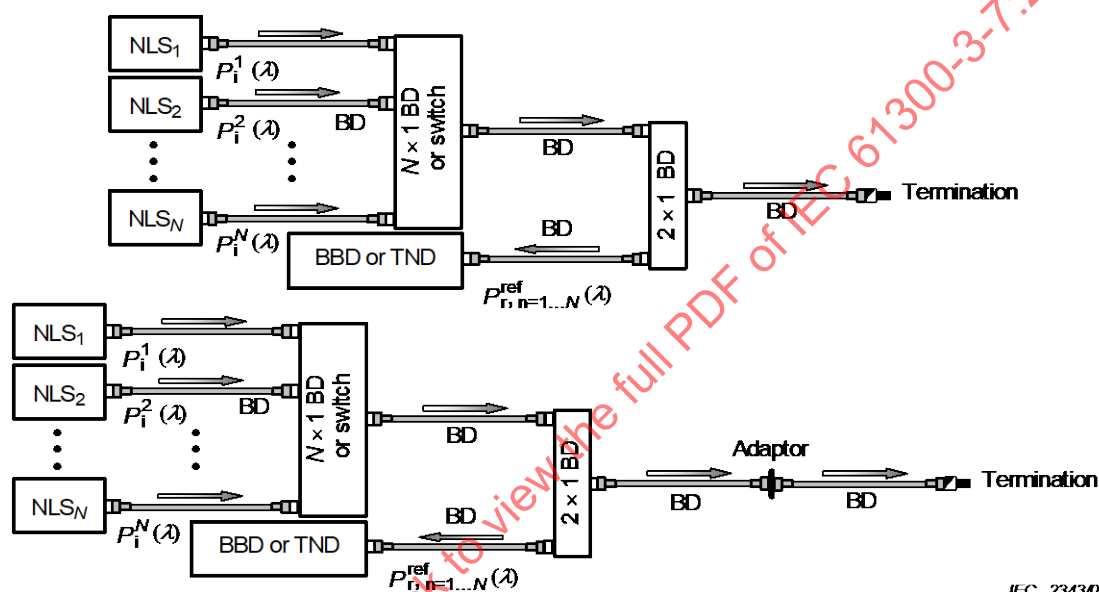


Figure 6a – Return loss reference measurement

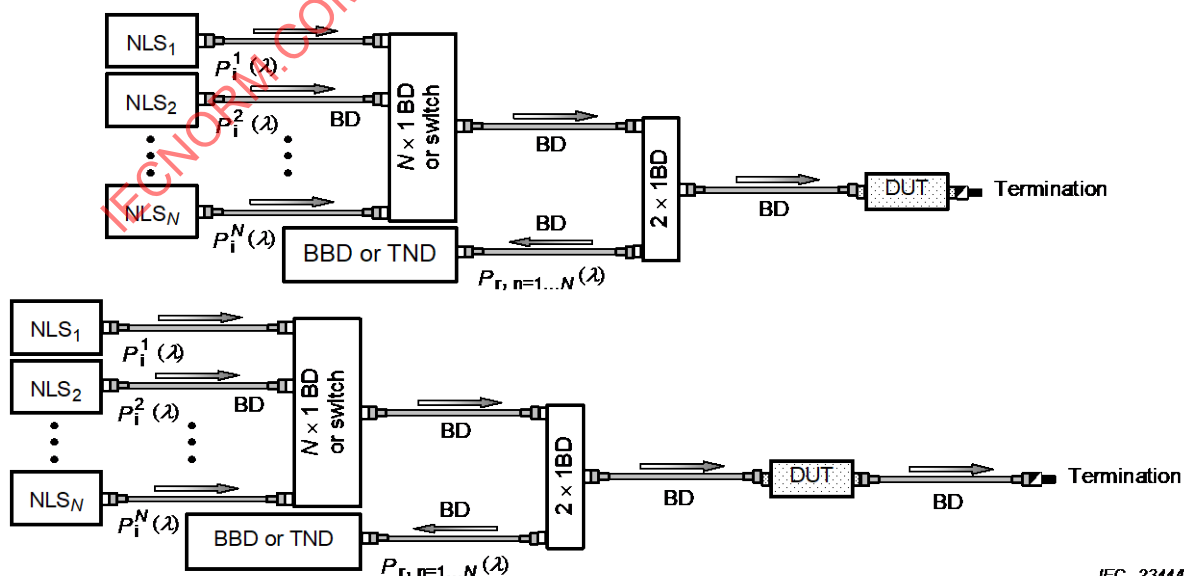


Figure 6b – Return loss measurement

Figure 6 – Method C Return-loss-only measurement

6.3.2.2 Return loss measurement

Insert the DUT as shown in Figure 6b; measure and record optical output power levels $P_{r,n=1\dots N}(\lambda)$ over the wavelength range.

Calculate $RL(\lambda)$ as follows:

$$RL_{n=1\dots N}(\lambda) = -10 \times \left[\log \frac{P_r(\lambda)}{P_i(\lambda)} - \log \frac{P_r^{ref}(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right]_{n=1\dots N} \quad [\text{dB}] \quad (6)$$

6.3.2.3 Bidirectional measurement

Invert the DUT in order to perform a bidirectional measurement and the measurements taken in both directions should be averaged. No averaging shall be done when the device is intentionally non-bidirectional.

6.3.3 Attenuation and return loss

6.3.3.1 Reference measurement

Connect each NLS to the $N \times 1$ BD or switch, as shown in Figure 7a.

Connect the $N \times 1$ BD or switch and both BBD or TND to 2×1 BD as shown in Figure 7a.

Depending on DUT configuration, the connection may be either direct or with an adaptor, as shown in Figure 7a. If possible, direct connection should be preferred as it is less uncertain. Make sure to use an APC connector with the second BBD or TND on the side of the single output branch of the 2×1 BD, as shown in Figure 7a.

Following Figure 7a measure and record optical output power levels $P_{t,n=1\dots N}^{ref}(\lambda)$ and $P_{r,n=1\dots N}^{ref}(\lambda)$ over the wavelength range.

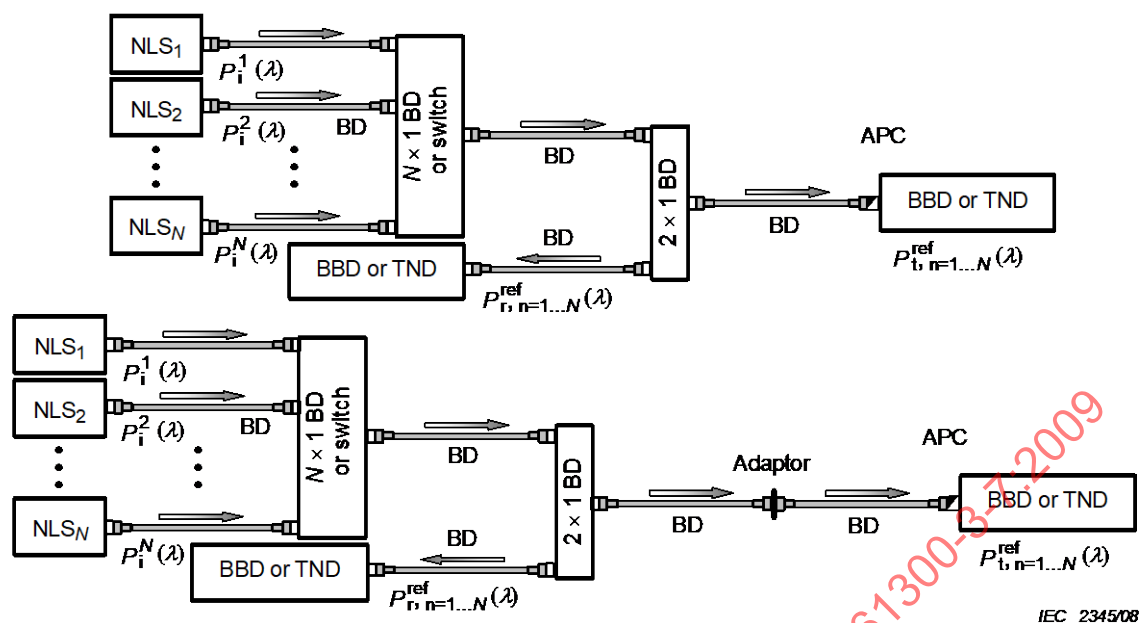


Figure 7a – Attenuation and return loss reference measurement

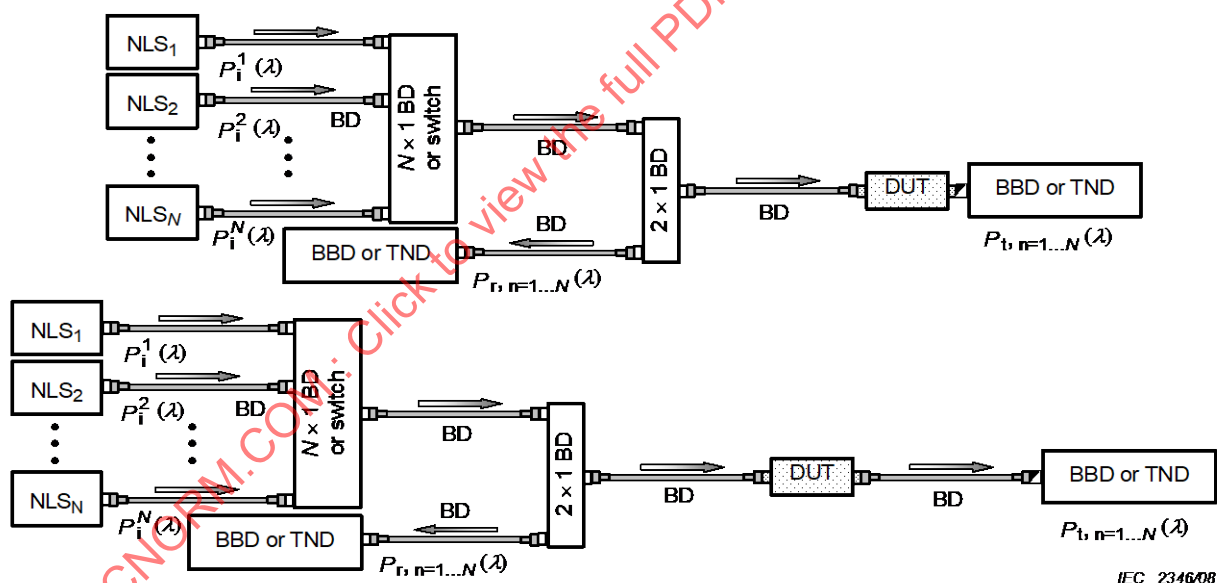


Figure 7b – Attenuation and return loss measurement

Figure 7 – Method C – Attenuation and return loss measurement

Insert the DUT as shown in Figure 7b; measure and record optical output power levels $P_{t, n=1...N}(\lambda)$ and $P_{r, n=1...N}(\lambda)$ over the wavelength range.

Calculate $A_{n=1...N}(\lambda)$ and $RL_{n=1...N}(\lambda)$ following Equations (5) and (6), respectively.

6.3.3.2 Bidirectional measurement

Invert the DUT in order to perform a bidirectional measurement and the measurements taken in both directions should be averaged. No averaging shall be done when the device is intentionally non-bidirectional.

6.4 Test results

The Table 2 and Figure 8 provide examples of test results.

Table 2 – Wavelength dependent attenuation and return loss

Wavelength (nm)	Attenuation (dB)	Return loss (dB)
λ_1	$A(\lambda_1)$	$RL(\lambda_1)$
λ_2	$A(\lambda_2)$	$RL(\lambda_2)$
λ_3	$A(\lambda_3)$	$RL(\lambda_3)$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
λ_n	$A(\lambda_n)$	$RL(\lambda_n)$

For each direction of transmission, or for each output port, if applicable, there will be a separate or superposed graph.

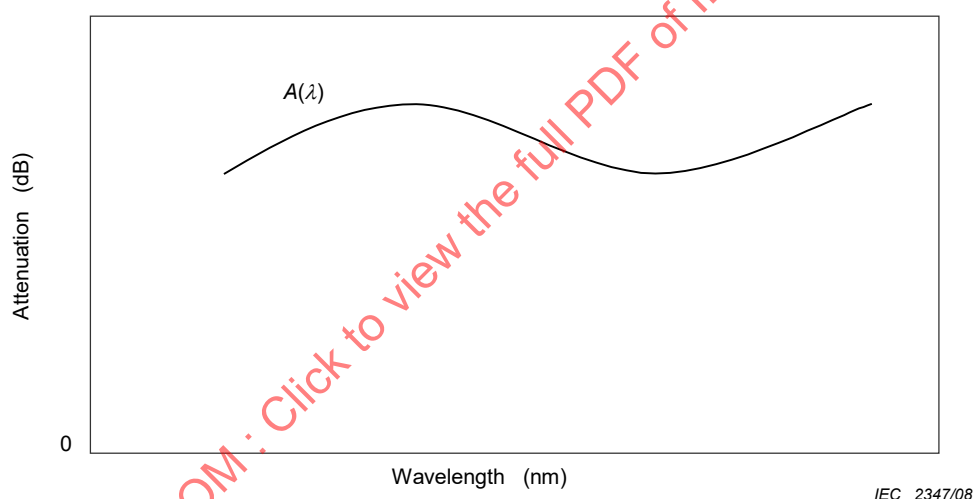


Figure 8 – Wavelength dependent attenuation

7 Details to be specified

The following subclauses describe the details to be provided for each component of the measurement set-up.

7.1 Source

The following subclauses describe the details to be provided for the various sources used in the measurement set-up.

7.1.1 Broadband source

- Spectral power density
- Total power stability
- Wavelength bandwidth
- Type of optical connection

7.1.2 Tuneable or discrete narrowband light source

- Power output
- Power stability
- Wavelength accuracy
- Wavelength range
- Spectral width
- Type of optical connection

7.1.3 Depolarizer

- Maximum loss
- Maximum PDL
- Minimum attainable DOP
- Maximum wavelength dependency on the DOP

7.2 Detection system

7.2.1 Optical power meter

- Power accuracy
- Dynamic range
- Power linearity
- Power stability
- Polarization sensitivity
- Intrinsic $RL(\lambda)$
- Type of optical connection

7.2.2 Optical spectrum analyser

- Wavelength range
- Wavelength accuracy
- RBW
- Averaging times
- Dynamic range
- Power linearity
- Power stability
- Polarization sensitivity
- Intrinsic $RL(\lambda)$
- Type of optical connection

7.3 Reference branching device

- Power splitting ratio
- Directivity
- PDL
- Intrinsic $A(\lambda)$

7.4 Termination

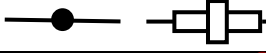
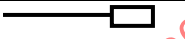
- Types of termination
- Minimum RL

Annex A (informative)

Device under test configurations, terminations and product types

The possible DUT configurations and terminations are described in Table A.1.

Table A.1 – Device under test configurations/terminations

Type	Description	DUT
1	Fibre to fibre (POC)	
2	Fibre to fibre (splice or field-mountable connector set)	
3	Fibre to plug	
4	Plug to plug (POC)	
5	Plug to plug (patchcord)	
6	Single plug (pigtail)	
7	Receptacle to receptacle (POC)	
8	Receptacle to plug (POC)	

The possible product types are shown in Table A.2.

Table A.2 – Possible types of passive optical components (POC)

POC Type	Most popular application	Number of ports	Comments
Patchcord	General	2	$A(\lambda)$ and $RL(\lambda)$ essentially defined by the connectors
Coupler	General	$1 \times N$	Bidirectional measurement is critical
Wide WDM coupler	PON	1×2	Couple 1310-nm signal upstream with 1490-nm signal downstream
			Couple combined 1310-nm signal upstream with 1490-nm signal downstream with 1550-nm overlaid analogue video signal downstream
		$2 \times N$	Network protection
Splitter	PON		Bidirectional measurement is critical
		$1 \times N$	BPON, $N \leq 32$ GPON, $N \leq 128$ EPON, $N \leq 16$ or up to 32 with FEC
			Bidirectional measurement is critical
CWDM multiplexer/demultiplexer	CWDM network	$N \times 1$	Bidirectional measurement is critical
		$1 \times N$	Directivity is critical
Fibre bragg grating (FBG)	EDFA gain flattening filter	1×1	May have temperature control
	Dispersion compensator	1×1	Chirp FBG; may have temperature control

Table A.2 (*continued*)

POC Type	Most popular application	Number of ports	Comments
FBG + circulators	OADM	2×2	
Circulator	OADM	2×1	
TFF	WDM	1×1	Bidirectional measurement is critical
3-Port component	WDM	1×2	Bidirectional measurement is critical
Optical switch	General	$1 \times N$	Directivity, repeatability and latching are critical
Optical attenuator	General	1×1	Bidirectional measurement is critical
Isolator	General	1×1	Very lossy at high attenuation
			Very lossy in backward direction
Optical power limiter	High power	1×1	Very lossy at high performance
Optical power fuse	High power	1×1	Destroyed when at full performance
Mechanical splice	General	1×1	Bidirectional measurement is critical
Connector	Field mountable	1×1	Bidirectional measurement is critical
	Pigtail	1×1	Bidirectional measurement is critical

Annex B (informative)

Typical light source characteristics

The main characteristics of various light sources used in the test methods are described in this annex.

B.1 Broadband light source

The main characteristics of the BBS used in Method A are described in Table B.1.

Table B.1 – Types of broadband light source (BBS) and main characteristics

Type	Other names	Main characteristics			
		Spectral width nm	Optical power		
			Spectral power density dBm/nm	Uniformity /Flatness dB	Total dBm
White light source	Different types of well known lamps	Very wide(hard UV to far IR)	Very low	None	In the multi-W level
LED	Edge-emitting Surface-emitting	Wide (>100, -3 dB)	Low	Quasi Gaussian	-3 to 0
Super LED	Superluminescent SLED	Relatively wide (>10, -3 dB)	Low but better than LED	Relatively	+3 to +5
ASE source	ASE emitted by an EDFA	C-band (+L-band possible)	-4, high	Yes if gain flattened/2	+12/gain flattened +14/gain unflattened

B.2 Tuneable light source

The main characteristics of the TLS used in Method B are described in Table B.2 for various laser designs.

Table B.2 – Types of tuneable light source (TLS) and main characteristics

Parameters				Tuneable laser type		
				ECL	EDFL	DFB
Wavelength	Bands			ITU-T	C+L	C+L
	Tuning range (nm)	Typ.	100-140		$\pm 1,1/\Delta T=20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$	
						Max.
	Uncertainty (pm)	Absolute		$\pm 2,5$	± 15	
		Relative	Typ.	± 2	$\pm 2,5$	No data
	Max.			± 10		
		Resolution (pm)	Setting	Typ.	1	1
	Max.			10		
	Repeatability (pm)	Typ.	$\pm 2,5 - 5$	$\pm 2,5$	± 10	
			Max.	± 100		
	Stability (pm/h)	Typ.	± 1	± 5	± 2	
			Max.	± 100		
	Linewidth (MHz)	W/O CC		0,1	1000-1300	0,1
W CC		50-100	-	50-100		
Power	Output, (dBm)		Max.	+6	+3	+13
	Stability (dB/h)			$\pm 0,02$	$\pm 0,01$	$\pm 0,005$
	Repeatability (dB)	10 tests		$\pm 0,03$	$\pm 0,015$	No data
Noise	Signal to SSE (dB)	$\pm 1\text{ nm from peak @ }0,1\text{ nm RBW}$	Typ.	55	75-80	No data
			Max.	70		
	Signal to total SSE (dB)			50-60	50	No data
	SMSR (dB)			45	60-70	40
Coherence length (m)				>1000	0,3	10
Tuning speed (nm/s)			Max.	100	50	N/A
Key				L-Band: ITU-T Long wavelength band		
ECL: External cavity laser				EDFL: Erbium-doped fibre laser		
EDFL: Erbium-doped fibre laser				DFB: Distributed feedback (laser)		
DFB: Distributed feedback (laser)				CC: Coherence control		
CC: Coherence control				C-Band: ITU-T Conventional wavelength band		
C-Band: ITU-T Conventional wavelength band				L-Band: ITU-T Long wavelength band		
				RBW: Resolution bandwidth (-3 dB)		
				W: with		
				W/O: without		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-7:2009

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
1 Domaine d'application	36
2 Références normatives	36
3 Abréviations et acronymes	37
4 Généralités	39
4.1 Description générale	39
4.2 Conditions spectrales	39
4.3 Définition	39
4.3.1 Affaiblissement	39
4.3.2 Affaiblissement de réflexion	40
4.4 Dispositif en essai	41
4.5 Méthodes de mesure	41
4.5.1 Méthode A – Source de rayonnement lumineux à large bande (BBS)	42
4.5.2 Méthode B – Source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite (TLS)	42
4.5.3 Méthode C – Ensemble de sources de rayonnement lumineux à bande étroite (NLS) fixes multiples	43
4.5.4 Méthode D – OTDR ajustable	43
4.5.5 Méthode de référence	43
5 Appareillage	43
5.1 Source de longueur d'onde	44
5.1.1 Méthode A – Source de rayonnement lumineux à large bande	44
5.1.2 Méthode B – Source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite	44
5.1.3 Méthode C – Ensemble de <i>N</i> sources de rayonnement lumineux à bande étroite	44
5.1.4 Méthode D – OTDR ajustable	45
5.1.5 Dépolarisant	45
5.2 Système de détection	45
5.2.1 Spectre de détection à bande étroite ajustable de la Méthode A, de la Méthode B.2 et de la Méthode C.2	45
5.2.2 Spectre de détection à large bande de la Méthode B.1 et de la Méthode C.1	46
5.3 Dispositifs de couplage	46
5.4 Terminaison	47
6 Procédure	47
6.1 Méthode A – source de rayonnement lumineux à large bande	47
6.1.1 Affaiblissement seulement	47
6.1.2 Affaiblissement de réflexion seulement	48
6.1.3 Affaiblissement et affaiblissement de réflexion	50
6.2 Méthode B – Source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite	51
6.3 Méthode C – Ensemble de sources de rayonnement lumineux à bande étroite fixes multiples	51
6.3.1 Affaiblissement seulement	51
6.3.2 Affaiblissement de réflexion seulement	53
6.3.3 Affaiblissement et affaiblissement de réflexion	55
6.4 Résultats d'essai	57
7 Informations détaillées à spécifier	57

7.1	Source	58
7.1.1	Source à large bande	58
7.1.2	Source de rayonnement lumineux à bande étroite ajustable ou discrète	58
7.1.3	Dépolarisant	58
7.2	Système de détection	58
7.2.1	Appareil de mesure de la puissance optique	58
7.2.2	Analyseur de spectre optique	58
7.3	Dispositif de couplage de référence	59
7.4	Terminaison	59
Annexe A (informative) Configurations, terminaisons et types de produits du dispositif en essai		60
Annexe B (informative) Caractéristiques typiques de la source de rayonnement lumineux		62
Figure 1 – Dépendance par rapport à la longueur d'onde de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion		
		40
Figure 2 – Méthode A – Mesurage de l'affaiblissement seulement		48
Figure 3 – Méthode A – Mesurage de l'affaiblissement de réflexion seulement		49
Figure 4 – Méthode A – Mesurage de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion		50
Figure 5 – Méthode A – Mesurage de l'affaiblissement seulement		52
Figure 6 – Méthode C – Mesurage de l'affaiblissement de réflexion seulement		54
Figure 7 – Méthode C – Mesurage de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion		56
Figure 8 – Affaiblissement dépendant de la longueur d'onde		57
Tableau 1 – Méthodes d'essai et caractéristiques		41
Tableau 2 – Valeurs d'affaiblissement et d'affaiblissement de réflexion dépendant de la longueur d'onde		57
Tableau A.1 – Configurations/terminaisons du dispositif en essai (DUT)		60
Tableau A.2 – Types possibles de composants optiques passifs (POC)		60
Tableau B.1 – Types de sources de rayonnement lumineux à large bande (BBS) et caractéristiques principales		62
Tableau B.2 – Types de sources de rayonnement lumineux ajustables (TLS) et caractéristiques principales		63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET
COMPOSANTS PASSIFS FIBRONIQUES –
MÉTHODES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –****Partie 3-7: Examens et mesures – Dépendance par rapport
à la longueur d'onde de l'affaiblissement et de l'affaiblissement
de réflexion des composants unimodaux**

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 61300-3-7 a été établie par le sous-comité 86B: Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2000. Elle constitue une révision technique.

Les modifications par rapport à l'édition précédente de la présente norme visent à refléter les modifications apportées à l'IEC 61300-1 et traitent des méthodes de mesure unidirectionnelles et bidirectionnelles.

La présente version bilingue (2021-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2009-01.

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61300, publiées sous le titre général, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61300-3-7:2009

DISPOSITIFS D'INTERCONNEXION ET COMPOSANTS PASSIFS FIBRONIQUES – MÉTHODES FONDAMENTALES D'ESSAIS ET DE MESURES –

Partie 3-7: Examens et mesures – Dépendance par rapport à la longueur d'onde de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion des composants unimodaux

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61300-3 décrit les diverses méthodes disponibles de mesure de la dépendance par rapport à la longueur d'onde de l'affaiblissement $A(\lambda)$ et de l'affaiblissement de réflexion $RL(\lambda)$, pour les composants optiques passifs (POC, *passive optical components*) unimodaux utilisés dans les télécommunications à fibres optiques. (FO). Toutefois, elle ne s'applique pas aux dispositifs à multiplexeur par répartition en longueur d'onde à forte densité (DWDM – *dense wavelength division multiplexing*). Les méthodes de mesure de la dépendance par rapport à la longueur d'onde de l'affaiblissement des dispositifs DWDM sont décrites dans l'IEC 61300-3-29. L'IEC 62074-1 donne une définition des types de dispositifs WDM.

Trois cas de mesure sont pris en considération dans le présent document:

- Mesurage de $A(\lambda)$ seulement;
- Mesurage de $RL(\lambda)$ seulement;
- Mesurage simultané de $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$.

Ces mesurages peuvent être effectués dans une seule direction (unidirectionnel) ou de manière bidirectionnelle.

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 61300-3-29, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-29: Examens et mesures – Caractéristiques de transfert spectral des dispositifs DWDM*

IEC 62074-1, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Dispositifs WDM à fibres optiques – Partie 1: Spécification générique*

3 Abréviations et acronymes

Pour les besoins du présent document, les abréviations et acronymes suivants s'appliquent:

A	affaiblissement
$A(\lambda)$	affaiblissement dépendant de la longueur d'onde
ESA	émission spontanée amplifiée
BBD	broadband detection (détection à large bande)
BBS	broadband source (source à large bande)
BD	branching devices (dispositifs de couplage)
CWDM	coarse wavelength division multiplexing (multiplexeur par répartition approximative en longueur d'onde)
DFB	distributed feedback (réaction distribuée) (laser)
DOP	degree of polarization (degré de polarisation)
DUT	device under test (dispositif en essai)
DWDM	dense wavelength division multiplexing (multiplexeur par répartition en longueur d'onde à forte densité)
DWS	discrete wavelength source (source de longueurs d'onde discrètes)
ECL	external cavity (tunable) laser (laser (ajustable) à cavité externe)
EDFL	erbium-doped fibre laser (laser à fibre dopée à l'erbium)
FA	fibre amplifier (amplificateur de fibre)
FP	Fabry-Perot (laser)
$G(\lambda)$	constante du système d'essai
IL	insertion loss (perte d'insertion)
$IL(\lambda)$	wavelength dependent insertion loss (perte d'insertion dépendant de la longueur d'onde)
λ	longueur d'onde
NLS	narrowband light sources (sources de rayonnement lumineux à bande étroite)
OPM	optical power meter (wattmètre optique)
OSA	optical spectrum analyser (analyseur de spectre optique)
$P_i(\lambda)$	puissance incidente sur le DUT dépendant de la longueur d'onde

$P_r(\lambda)$	puissance réfléchie par le DUT dépendant de la longueur d'onde (à partir du port d'entrée du DUT)
$P_t(\lambda)$	puissance transmise par le DUT dépendant de la longueur d'onde
$P_G^{RL}(\lambda)$	puissance réfléchie dépendant de la longueur d'onde mesurée pour déterminer la constante du montage d'essai
$P_{Gi}^{RL}(\lambda)$	puissance incidente dépendant de la longueur d'onde mesurée pour déterminer la constante du montage d'essai
$P_i^A(\lambda)$	puissance incidente sur le DUT dépendant de la longueur d'onde dans le cas du mesurage de l'affaiblissement dépendant de la longueur d'onde
$P_i^{RL}(\lambda)$	puissance incidente sur le DUT dépendant de la longueur d'onde dans le cas du mesurage de l'affaiblissement de réflexion dépendant de la longueur d'onde
PDL	polarization dependent loss (perte dépendant de la polarisation)
POC	passive optical components (composants optiques passifs)
PON	passive optical network (réseau optique passif)
DCR	dispositif de couplage de référence
RBW	resolution bandwidth (largeur de bande de résolution)
RL	return loss (affaiblissement de réflexion)
$RL(\lambda)$	wavelength dependent return loss (affaiblissement de réflexion dépendant de la longueur d'onde)
RTM	reference test method (méthode d'essai de référence)
TSML	taux de suppression des modes latéraux
SOA	semiconductor amplifier (amplificateur à semiconducteur)
SOP	état de polarisation
T	termination (dispositif de terminaison)
TJ	temporary joint (jonction temporaire)
TND	tuneable narrowband detection (system) ((système) détection ajustable à bande étroite)
TLS	tuneable narrowband light source (source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite)
TN-OTDR	tuneable OTDR (réflectométrie optique dans le domaine temporel ajustable)
WDM	wavelength division multiplexing (multiplexeur par répartition en longueur d'onde)

4 Généralités

4.1 Description générale

Les affaiblissements $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$ sont exprimés en décibels (dB), transmis ou réfléchis par un dispositif en essai (DUT), résultant de son insertion dans un système de télécommunication à fibres optiques (FO). Les affaiblissements $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$ sont obtenus en comparant la puissance optique incidente sur le dispositif en essai (DUT) avec la puissance optique

- transmise au port de sortie du DUT;
- réfléchi par le port d'entrée du DUT.

Le DUT est inversé afin de réaliser un mesurage bidirectionnel. Il convient d'effectuer les mesurages dans les deux directions et de les moyenner. À noter que lorsque le dispositif est intentionnellement non bidirectionnel, la moyenne ne doit pas être calculée.

Il convient de ne pas utiliser "affaiblissement de réflexion" comme équivalent de réflectance. Ces deux termes ont des sens complètement différents.

4.2 Conditions spectrales

Les mesurages de $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$ sont effectués sur une plage de longueurs d'onde définie dans les spécifications du DUT. Il convient d'utiliser tout à la fois les caractéristiques spectrales du DUT également définies dans les spécifications du DUT pour définir les caractéristiques spectrales du système de mesure, comme sa résolution de la longueur d'onde (différence spectrale entre deux points de données adjacents) et son incertitude (incertitude spectrale autour de chaque point de données) qui définissent à leur tour la largeur de bande du système de mesure.

4.3 Définition

4.3.1 Affaiblissement

L'affaiblissement $A(\lambda)$ désigne la diminution de puissance de la lumière émise par le DUT en fonction de la longueur d'onde. Il est exprimé comme suit:

$$A(\lambda) = -10 \times \log \left[\frac{P_t(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \text{ [dB]} \quad (1)$$

où

$P_t(\lambda)$ est la puissance optique, en fonction de la longueur d'onde, transmise par le port d'entrée du DUT et mesurée au port de sortie du DUT, exprimée en watt;

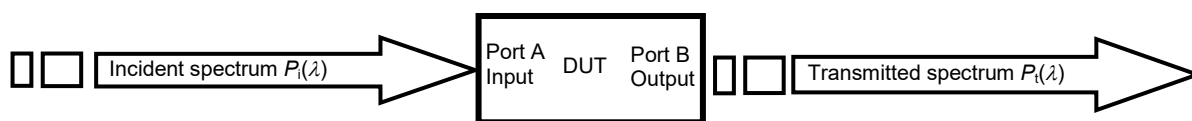
$P_i(\lambda)$ est la puissance optique, en fonction de la longueur d'onde, incidente et mesurée au port de sortie du DUT, exprimée en watt;

pour le mesurage bidirectionnel,

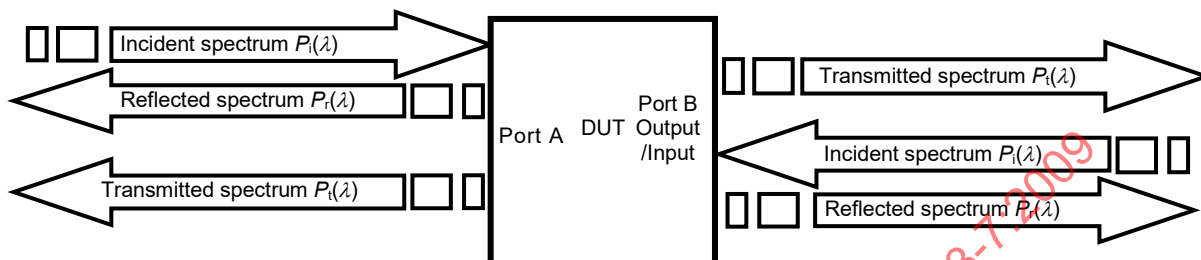
$P_t(\lambda)$ est la puissance optique, en fonction de la longueur d'onde, transmise par le port de sortie du DUT et mesurée au port d'entrée du DUT, exprimée en watt;

$P_i(\lambda)$ est la puissance optique, en fonction de la longueur d'onde, incidente et mesurée au port de sortie du DUT, exprimée en watt;

La Figure 1 illustre le processus.



a) Unidirectional measurement



b) Bi-directional measurement

IEC 2334/08

Anglais	Français
Incident spectrum	Spectre incident
Input	Entrée
Output	Sortie
Unidirectional measurement	Mesurage unidirectionnel
DUT	DUT – dispositif en essai
Transmitted spectrum	Spectre transmis
Reflected spectrum	Spectre réfléchi
Bi-directional measurement	Mesurage bidirectionnel

Figure 1 – Dépendance par rapport à la longueur d'onde de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion

4.3.2 Affaiblissement de réflexion

L'affaiblissement de réflexion $RL(\lambda)$ désigne la diminution de puissance de la lumière réfléchie par le DUT en fonction de la longueur d'onde. Il est exprimé comme suit:

$$RL(\lambda) = -10 \times \log \left[\frac{P_r(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \text{ [dB]} \quad (2)$$

où

$P_r(\lambda)$ est la puissance optique, en fonction de la longueur d'onde, réfléchie et mesurée au port d'entrée du DUT, exprimée en watt;

$P_i(\lambda)$ est la puissance optique, en fonction de la longueur d'onde, incidente et mesurée au port d'entrée du DUT, exprimée en watt;

pour le mesurage bidirectionnel,

$P_r(\lambda)$ est la puissance optique, en fonction de la longueur d'onde, réfléchie et mesurée au port de sortie du DUT, en W;

$P_i(\lambda)$ est la puissance optique, en fonction de la longueur d'onde, incidente et mesurée au port de sortie du DUT, en W.

La Figure 1 illustre le processus.

4.4 Dispositif en essai

Le DUT peut avoir plusieurs ports. Toutefois, étant donné que le mesurage de $A(\lambda)$ est réalisé avec deux ports seulement, qu'ils soient unidirectionnels ou bidirectionnels, le DUT dans la présente norme doit être décrit comme ayant deux ports. Ceci s'applique également pour le mesurage de $RL(\lambda)$, à la différence que dans ce cas le mesurage est effectué d'un seul port à la fois.

Huit configurations de DUT différentes sont prises en considération dans le présent document et décrites dans le Tableau B.1 de l'Annexe B. Les différences entre ces configurations résident principalement dans les terminaisons des ports optiques. Les terminaisons peuvent être constituées de fibre nue, d'une fiche de connexion ou d'un réceptacle. Les divers types de produits à l'étude dans le présent document sont illustrés dans le Tableau B.2 de l'Annexe B.

4.5 Méthodes de mesure

La caractérisation de la réponse spectrale du DUT peut être effectuée sur plusieurs longueurs d'onde discrètes sur une plage de longueurs d'onde étudiée, de manière continue sur l'étendue de la plage ou une combinaison de ce qui précède. La manière dont cette caractérisation est réalisée détermine les diverses méthodes d'essai.

Quatre méthodes, de A à D, sont décrites pour mesurer $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$. Les méthodes sont énumérées ci-dessous dans l'ordre de leur apparition. Pour certaines des méthodes, des configurations multiples sont possibles.

Le Tableau 1 résume les différentes méthodes d'essai et leurs caractéristiques principales.

NOTE Des configurations et méthodes d'essai différentes donnent lieu à différentes exactitudes de l'affaiblissement mesuré. En cas de litige, il convient d'utiliser la méthode d'essai de référence (RTM - reference test method).

Tableau 1 – Méthodes d'essai et caractéristiques

Méthode	Nom	Source de rayonnement lumineux	Système de détection	Exemple	Commentaires
A	BBS	BBS	TND	BBS + DUT + OSA	Alterné
B	TLS	À dépolariser + contrôle de cohérence			
B.1	TLS + BBD	TLS	BBD	TLS + DUT + OPM	
B.1.1	TLS en mode démarrage-arrêt-mesure + BBD	TLS en mode démarrage-arrêt-mesure	BBD	TLS + DUT + OPM	Alterné
B.1.2	TLS en mode balayage + BBD	TLS en mode balayage	BBD	TLS + DUT + OPM	Alterné
B.2	TLS + TND	TLS	TND	TLS + DUT + OSA	
B.2.1	TLS en mode démarrage-arrêt-mesure + TND	TLS en mode démarrage-arrêt-	TND	TLS + DUT + OSA	RTM

Méthode	Nom	Source de rayonnement lumineux	Système de détection	Exemple	Commentaires
		mesure			
B.2.2	TLS en mode balayage + TND	TLS en mode balayage	TND	TLS + DUT + OSA	Alterné
C	Ensemble de N NLS	À dépolariser + contrôle de cohérence			
C.1	N NLS + BBD	N NLS	BBD	N NLS + $N \times 1$ coupleur + DUT + OPM	Alterné
C.2	N NLS + TND	N NLS	TND	N NLS + $N \times 1$ coupleur + DUT + OSA	Alterné
D	TN-OTDR	TN-OTDR	TN-OTDR	TN-OTDR + DUT	Alterné

4.5.1 Méthode A – Source de rayonnement lumineux à large bande (BBS)

Dans la Méthode A, une source de rayonnement lumineux à large bande (BBS) est utilisée avec un système de détection filtrant ajustable à bande étroite (TND).

Une mise en œuvre possible de la Méthode A consiste à utiliser la BBS avec un analyseur de spectre optique (OSA). La Méthode A présente l'avantage de fournir l'ensemble de la plage de longueurs d'onde exigée dans un essai unique et la fréquence d'échantillonnage de l'essai est définie par le TND. Il convient d'effectuer le mesurage de la dépendance par rapport à la longueur d'onde en utilisant la BBS qui a une densité spectrale de puissance de grande qualité. L'utilisation d'un filtre spectral de TND approprié est recommandée pour un mesurage exact.

4.5.2 Méthode B – Source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite (TLS)

Dans la Méthode B, une source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite (TLS) est utilisée avec deux systèmes de détection différents possibles.

4.5.2.1 Méthode B.1 – Source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite et système de détection à large bande

Dans la Méthode B.1, une TLS est utilisée avec un système de détection à large bande (BBD).

Une mise en œuvre possible de la Méthode B.1 consiste à utiliser la TLS avec un wattmètre optique (OPM). La TLS peut être utilisée dans deux modes différents avec le BBD.

a) Méthode B.1.1 – Source de rayonnement lumineux ajustable pas à pas à bande étroite et système de détection à large bande

Dans cette méthode, la largeur de bande de mesure est définie par la largeur de raie de la TLS. Une largeur de raie trop étroite crée un bruit parasite, des effets d'interférence de cohérence ainsi qu'une quantité superflue de données. Une largeur de raie trop large ne fournit pas suffisamment de résolution à la réponse spectrale du DUT. Une valeur estimée de la largeur de bande du DUT ainsi que l'application du critère de Nyquist sont exigées afin de définir correctement la largeur de raie de la TLS.

b) Méthode B.1.2 – Source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite balayée et système de détection à large bande

Dans cette méthode, la largeur de bande de mesure est définie par la largeur de bande du système de détection, et non par la largeur de raie de la TLS. Une valeur estimée de la largeur de bande du DUT ainsi que l'application du critère de Nyquist sont exigées afin de définir correctement la largeur de bande du système de détection.

4.5.2.2 Méthode B.2 – Source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite et système de détection à bande étroite ajustable

Dans la Méthode B.2, une TLS est utilisée avec une TND. La synchronisation entre les deux extrémités du système de mesure est exigée. Cette méthode est particulièrement utile pour les composants à bande très étroite.

Une mise en œuvre possible de la Méthode B.2 consiste à utiliser la TLS avec un OSA. La TLS peut être utilisée dans deux modes différents avec la TND.

a) Méthode B.2.1 – Source de rayonnement lumineux ajustable pas à pas à bande étroite et système de détection ajustable à bande étroite

La largeur de bande de mesure est la même pour la Méthode B.2.1 que pour la Méthode B.1.1.

b) Méthode B.2.2 – Source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite balayée et système de détection à bande étroite ajustable

La largeur de bande de mesure est la même pour la Méthode B.2.2 que pour la Méthode B.1.2.

4.5.3 Méthode C - Ensemble de sources de rayonnement lumineux à bande étroite (NLS) fixes multiples

Dans la Méthode C, un ensemble de N sources de rayonnement lumineux à bande étroite (NLS) est utilisé avec deux systèmes de détection différents possibles. Cette méthode est particulièrement utile lorsque la réponse spectrale du DUT est réputée être plutôt non-uniforme et qu'il est nécessaire d'évaluer avec attention les régions de non-uniformité.

Une mise en œuvre possible de la Méthode C consiste à utiliser un ensemble de N lasers à réaction distribuée (DFB) avec $N \times 1$ coupleur et/ou $N \times 1$ séparateur de chaque côté du DUT avec un OPM pour chaque DFB.

4.5.3.1 Méthode C.1 – NLS et BBD

La Méthode C.1 est une variante de la Méthode B.1 dans laquelle la TLS est remplacée par l'ensemble de N NLS.

4.5.3.2 Méthode C.2 – NLS et TND

La Méthode C.2 est une variante de la Méthode B.2 dans laquelle la TLS est remplacée par l'ensemble de N NLS.

4.5.4 Méthode D – OTDR ajustable

Dans la Méthode D, une lumière à bande étroite ajustable est émise par TN-OTDR et la détection appropriée par la TN-OTDR est utilisée.

4.5.5 Méthode de référence

La méthode d'essai de référence (RTM) pour mesurer $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$ doit être la Méthode B.2.1.

5 Appareillage

Les paragraphes suivants décrivent les composants du montage d'essai.

5.1 Source de longueur d'onde

Les paragraphes suivants décrivent les différentes sources disponibles pour réaliser les mesurages.

5.1.1 Méthode A – Source de rayonnement lumineux à large bande

La BBS est utilisée dans la Méthode A. La BBS émet une lumière à large bande sur une plage de longueurs d'onde avec différentes caractéristiques en fonction de son type. La BBS peut être une source de lumière blanche, une LED (à émission frontale ou à émission longitudinale), une diode superluminescente (DSL) ou une source d'émission spontanée amplifiée (ESA) provenant d'un amplificateur à fibre optique (FA) ou d'un amplificateur à semiconducteur (SOA).

La BBS doit couvrir la plage de longueurs d'onde spécifiée. La plage de longueurs d'onde doit être assez large pour couvrir la largeur de bande spécifiée du DUT et la puissance de sortie doit être assez élevée pour pouvoir mesurer $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$. La stabilité de la densité spectrale de puissance doit être meilleure que $\pm 0,05$ dB pendant 8 h consécutives.

Les spécifications du montage d'essai doivent satisfaire aux exigences détaillées de $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$ du DUT tels qu'elles sont définies dans les spécifications du DUT. En conséquence, les exigences de la BBS doivent être définies avec précaution afin d'assurer que la Méthode A et le montage satisfont à ces spécifications. Les caractéristiques principales de la BBS sont présentées à l'Article B.1 de l'Annexe B.

5.1.2 Méthode B – Source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite

La TLS est utilisée dans la Méthode B. La TLS émet une lumière à bande étroite qui peut être ajustée spectralement sur la plage de longueurs d'onde avec différentes caractéristiques en fonction de son type. La TLS peut être une BBS à filtre ajustable, un laser ajustable à cavité externe (ECL), un laser à réaction distribuée (DFB) ajustable et un laser à fibre dopée à l'erbium (EDFL) ajustable. L'Article B.2 de l'Annexe B décrit les caractéristiques principales de différents types de TLS.

Les spécifications du montage d'essai et le choix des sous-ensembles de la Méthode B doivent satisfaire aux exigences détaillées de $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$ du DUT tels qu'elles sont définies dans les spécifications du DUT. En conséquence, les exigences de la TLS doivent être définies avec précaution afin d'assurer que la méthode d'essai choisie et le montage satisfont à ces spécifications. Les spécifications principales de la TLS qu'il convient d'examiner avec attention sont généralement (voir Article B.3 de l'Annexe B):

- la longueur d'onde centrale;
- le taux de suppression des modes latéraux (TSML), le cas échéant;
- la largeur de raie; en fonction des effets d'interférence de cohérence, des effets de pertes dépendant de la polarisation (PDL) et des réflexions parasites, et le critère de Nyquist.
- la stabilité de la puissance à toutes les longueurs d'onde de fonctionnement; $\leq \pm 0,05$ dB sur une période continue de 8 h.

Un contrôle de cohérence doit être appliqué à la source de rayonnement lumineux à bande étroite utilisée dans la TN-OTDR afin d'éviter les effets d'interférence de cohérence.

5.1.3 Méthode C – Ensemble de N sources de rayonnement lumineux à bande étroite

La largeur de bande de chaque NLS et la plage totale de largeurs de bande de l'ensemble sont réglées pour couvrir les longueurs d'onde spécifiées et la plage totale de longueurs d'onde ainsi que le système de détection. Dans tous les cas, $N \times 1$ coupleur ou commutateur sont utilisés, où N est égal au nombre de NLS utilisées.

La Méthode C est fondée sur un ensemble de N longueurs d'onde discrètes. Les longueurs d'onde peuvent être émises par les sources suivantes:

- un laser Fabry-Perot (FP)
- un laser DFB.

Les mêmes exigences relatives à la TLS s'appliquent généralement à chaque source de rayonnement lumineux à bande étroite utilisée dans l'ensemble de longueurs d'onde.

Un contrôle de cohérence doit être appliqué afin d'éviter les effets d'interférence de cohérence.

5.1.4 Méthode D – OTDR ajustable

La lumière source émise par la TN-OTDR doit avoir les mêmes caractéristiques que la TLS.

5.1.5 Dépolarisant

Dans tous les cas, la sortie de la TLS doit être dépolarisée afin d'obtenir $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$, quels que soient les états de polarisation (SOP) particuliers, c'est-à-dire la valeur moyenne de tous les SOP possibles. Il existe des méthodes de polarisation actives et passives telles que l'utilisation d'un embrouilleur de polarisation ou un ensemble en série de coupleurs de circulation. Un contrôle de cohérence doit être appliqué à la TLS afin d'empêcher les effets d'interférence de cohérence pendant le mesurage.

Pour les Méthodes B, C et D, les résultats de mesure doivent être les moyennes de $A(\lambda)$ et de $RL(\lambda)$ en fonction de l'état de polarisation (SOP). Ceci revêt une importance primordiale car ces méthodes utilisent des sources de rayonnement lumineux polarisées à bande étroite. Par conséquent, les résultats des essais peuvent être obtenus à différents SOP inconnus après le DUT.

Deux approches pour obtenir la valeur moyennée de $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$ sont présentées ci-après:

- Approche directe. Un dépolarisant fondé sur un dispositif actif ou passif est connecté au port de sortie de la source afin de réduire son degré de polarisation (DOP). Ceci permet le mesurage direct des moyennes de $A(\lambda)$ et de $RL(\lambda)$ en fonction de l'état de polarisation (SOP).
- Approche indirecte. Le mesurage de $A(\lambda)$ et de $RL(\lambda)$ en fonction de l'état de polarisation (SOP) pour obtenir la valeur moyennée de $A(\lambda)$ et de $RL(\lambda)$ à partir des résultats de mesure.

5.2 Système de détection

Les paragraphes suivants décrivent les différentes options pour le système de détection en rapport avec les méthodes décrites ci-dessus.

5.2.1 Spectre de détection à bande étroite ajustable de la Méthode A, de la Méthode B.2 et de la Méthode C.2

La TND utilise généralement un OSA qui mesure la puissance optique de sortie à chaque longueur d'onde sur la plage de longueurs d'onde et avec une largeur de bande de résolution (RBW) spécifiées. La RBW est spécifiée à -3 dB et constitue une caractéristique spectrale de la conception de filtrage utilisée dans un OSA. La RBW peut être variable mais doit être spécifiée conformément à la largeur de bande exigée du DUT et satisfaire au critère de Nyquist. Afin d'éviter une mauvaise interprétation des artefacts détectables dans la réponse spectrale mesurée du DUT, le rapport de réjection optique (ORR - *optical rejection ratio*) doit être spécifié à une certaine différence de longueur d'onde de la longueur d'onde centrale. 20 dB à 0,1 nm de la longueur d'onde centrale peut être un exemple d'une telle spécification. D'autres valeurs peuvent être spécifiées, comme -30 dB à 0,2 nm de la longueur d'onde

centrale, ce qui définit mieux la réponse spectrale exigée du filtre utilisé dans l'OSA. Si une évaluation globale de la performance de la RBW de l'OSA est souhaitée, la réponse totale de la forme de filtre de l'OSA peut être exigée. Ceci est généralement réalisé en comparant l'enveloppe d'une DFB à celle obtenue avec un interféromètre à haute résolution.

La plage dynamique de puissance et la sensibilité doivent être assez élevées pour que A et RL soient mesurées conformément à la spécification du DUT. L'incertitude d'amplitude due à la dépendance de polarisation de l'OSA doit être inférieure à l'incertitude souhaitée de $A_{DUT}(\lambda)$ à mesurer.

Si pendant la séquence de mesures, un OSA est déconnecté puis reconnecté, l'efficacité du couplage doit être maintenue pendant les deux mesurages.

5.2.2 Spectre de détection à large bande de la Méthode B.1 et de la Méthode C.1

Le BBD comprend un détecteur optique, les éléments électroniques associés et des moyens de connexion au DUT. La connexion optique peut être un réceptacle pour connecteur optique, une fibre amorce ou un adaptateur de fibre nue.

La plage de longueurs d'onde du BBD doit être assez large et la sensibilité de la puissance doit être assez élevée pour que $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$ soient mesurées. La réponse du BBD doit être linéaire. Cependant, étant donné que tous les mesurages sont différentiels, il n'est pas nécessaire que l'étalonnage soit absolu. Il convient de veiller à supprimer la puissance réfléchie et de réduire le plus possible la sensibilité à la polarisation du BBD pendant le mesurage.

Si pendant la séquence de mesures, le BBD est déconnecté puis reconnecté, l'efficacité du couplage doit être maintenue pendant les deux mesurages. L'utilisation d'un détecteur à large étendue pour capturer toute la lumière émanant du DUT est recommandée.

5.3 Dispositifs de couplage

Les dispositifs de couplage (BD) sont utilisés afin de coupler le DUT à la source et au système de détection dans une configuration à amorce ou à connecteurs selon leur conception individuelle de connexion.

Les configurations des BD peuvent être une liaison de connecteur 1X1 (également appelée cordon de brassage), une lame, un adaptateur à fibre nue, un plateau à vide ou un micromanipulateur. Une autre configuration peut également être un coupleur 2X1 utilisé pour le mesurage de $RL_{DUT}(\lambda)$.

Le rapport de division du BD doit être stable et uniforme par rapport à la longueur d'onde. L'incertitude d'amplitude due aux PDL des BD doit être inférieure à l'incertitude souhaitée de $A_{DUT}(\lambda)$ à mesurer. $A_{BD}(\lambda)$ doit être suffisamment bas pour permettre de mesurer le $RL_{DUT}(\lambda)$ minimal. Il convient que $RL_{BD}(\lambda)$ soit au moins de 20 dB plus élevée que le $RL_{DUT}(\lambda)$ maximal à mesurer. Il convient que la directivité soit au moins de 10 dB plus élevée que le $RL_{DUT}(\lambda)$ maximal à mesurer.

Le BD doit être choisi conformément aux spécifications particulières du DUT.

Si pendant la séquence de mesures, le BD est déconnecté puis reconnecté, l'efficacité du couplage doit être maintenue pendant les deux mesurages.

5.4 Terminaison

Le Tableau A.1 de l'Annexe A présente un certain nombre de configurations du DUT pour les terminaisons. Les terminaisons (RL_{∞}) doivent avoir un RL élevé. Trois types de RL_{∞} peuvent être pris en considération:

- extrémités de fibre à angles comme l'utilisation d'un connecteur lustré à angles (APC - *angled-polished connector*);
- application d'un indice accordant le matériau à l'extrémité de la fibre;
- affaiblissement suffisant dans la fibre, par exemple avec un mandrin de serrage.

RL_{∞} doit avoir un RL d'au moins 20 dB plus élevé que le $RL_{DUT}(\lambda)$ maximal à mesurer.

Des fiches de référence à fibres amorces et, comme cela est exigé, des raccords de référence doivent être ajoutés aux ports du DUT avec des terminaisons de connecteur de façon à former des ensembles complets de connecteurs à fibres amorces.

6 Procédure

Les méthodes spécifiées dans le présent document ont pour but de définir les procédures à partir desquelles $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$ peuvent être déduits.

Pour chacune des méthodes suivantes, il peut être possible d'améliorer l'exactitude de mesure en utilisant des variantes des méthodes de base. La détection sensible à la phase d'une source modulée mécaniquement est un exemple de montage d'essai amélioré lorsque des composants à perte élevée doivent être caractérisés.

Par ailleurs, la variation de puissance de la source optique peut être surveillée au cours du temps et être utilisée pour ajuster systématiquement la réponse spectrale du DUT, en utilisant le port de sortie terminé du DCR.

NOTE La fidélité de la mesure dépend de la PDL du DUT et du système de détection lorsque la Méthode B ou la Méthode C est utilisée.

6.1 Méthode A – source de rayonnement lumineux à large bande

6.1.1 Affaiblissement seulement

6.1.1.1 Mesurage de référence

Connecter la BBS à la TND comme représenté à la Figure 2a. Selon la configuration du DUT, la connexion peut être réalisée de manière directe ou avec un adaptateur. Il convient, si possible, de privilégier la connexion directe car elle est moins incertaine.

En se conformant à la Figure 2a, mesurer et enregistrer les niveaux de puissance de la sortie optique $P_t^{\text{ref}}(\lambda)$ sur la plage de longueurs d'onde.

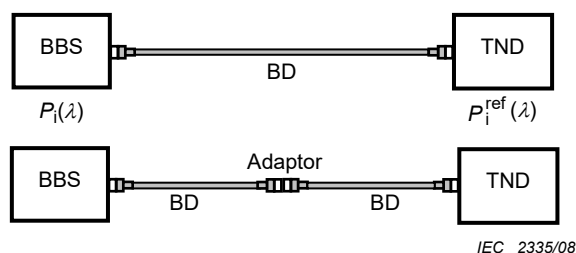


Figure 2a – Mesurage de référence de l'affaiblissement

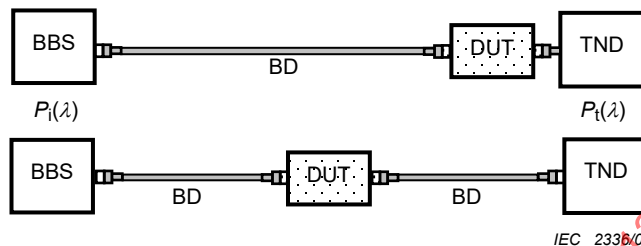


Figure 2b – Mesurage de l'affaiblissement

Anglais	Français
Adaptor	Adaptateur

Figure 2 – Méthode A – Mesurage de l'affaiblissement seulement

6.1.1.2 Mesurage de l'affaiblissement

Introduire le DUT comme cela est représenté à la Figure 2b, mesurer et enregistrer les niveaux de puissance de la sortie optique $P_t(\lambda)$ sur la plage de longueurs d'onde.

Calculer $A(\lambda)$ comme suit:

$$A(\lambda) = -10 \times \left[\log \frac{P_t(\lambda)}{P_i(\lambda)} - \log \frac{P_t^{ref}(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \text{ [dB]} \quad (3)$$

6.1.1.3 Mesurage bidirectionnel

Inverser le DUT afin d'effectuer un mesurage bidirectionnel. Il convient que les mesures effectuées dans les deux directions soient moyennées. Lorsque le dispositif est intentionnellement non bidirectionnel, aucune moyenne ne doit être calculée.

6.1.2 Affaiblissement de réflexion seulement

6.1.2.1 Mesurage de référence

Connecter la BBS et le NBD à 2×1 BD comme cela est représenté à la Figure 3a. Selon la configuration du DUT, la connexion peut être réalisée de manière directe ou avec un adaptateur. Il convient, si possible, de privilégier la connexion directe car elle est moins incertaine. S'assurer que la branche unique de sortie 2×1 BD est terminée, comme représenté à la Figure 3a.

En se conformant à la Figure 3a, mesurer et enregistrer les niveaux de puissance de la sortie optique $P_r^{ref}(\lambda)$ sur la plage de longueurs d'onde.

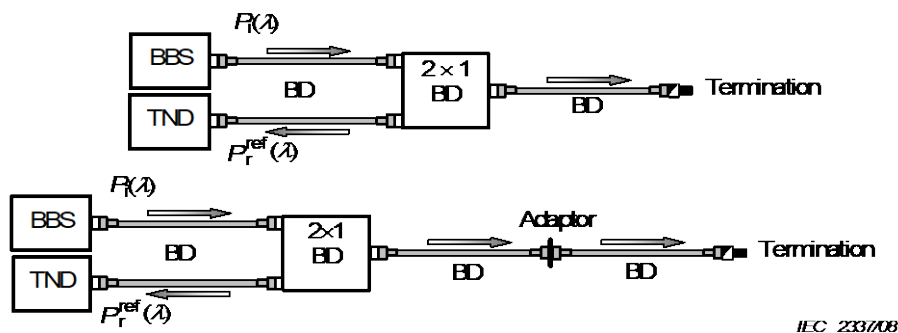


Figure 3a – Mesurage de référence de l'affaiblissement de réflexion

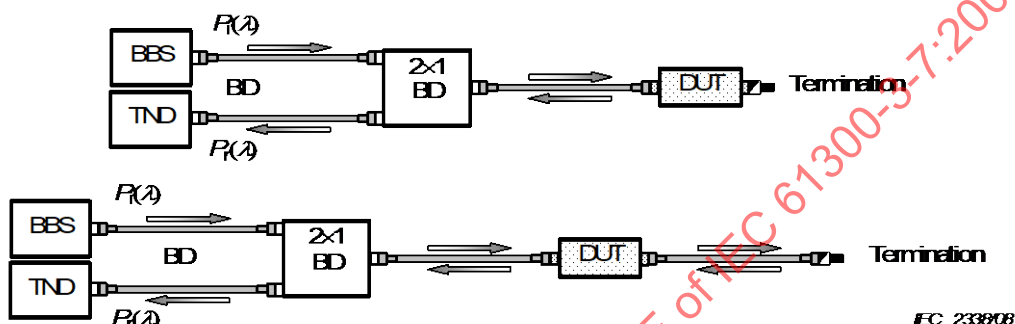


Figure 3b – Mesurage de l'affaiblissement de réflexion

Anglais	Français
Adaptor	Adaptateur
Termination	Terminaison

Figure 3 – Méthode A – Mesurage de l'affaiblissement de réflexion seulement

6.1.2.2 Mesurage de l'affaiblissement de réflexion

Introduire le DUT comme cela est représenté à la Figure 3b, mesurer et enregistrer les niveaux de puissance de la sortie optique $P_r(\lambda)$ sur la plage de longueurs d'onde.

Calculer $RL(\lambda)$ comme suit:

$$RL(\lambda) = -10 \times \left[\log \frac{P_r(\lambda)}{P_i(\lambda)} - \log \frac{P_r^{ref}(\lambda)}{P_i(\lambda)} \right] \text{ [dB]} \quad (4)$$

6.1.2.3 Mesurage bidirectionnel

Inverser le DUT afin d'effectuer un mesurage bidirectionnel. Il convient que les mesurages effectués dans les deux directions soient moyennés. Lorsque le dispositif est intentionnellement non bidirectionnel, aucune moyenne ne doit être calculée.

6.1.3 Affaiblissement et affaiblissement de réflexion

6.1.3.1 Mesurage de référence

Connecter la BBS et deux NBD à 2×1 BD comme cela est représenté à la Figure 4a. Selon la configuration du DUT, la connexion peut être réalisée de manière directe ou avec un adaptateur. Il convient, si possible, de privilégier la connexion directe car elle est moins incertaine. S'assurer d'utiliser un connecteur APC avec le deuxième NBD du côté de l'unique branche de sortie du 2×1 BD, comme cela est représenté à la Figure 4a.

En se conformant à la Figure 4a, mesurer et enregistrer les deux niveaux de puissance de la sortie optique $P_t^{\text{ref}}(\lambda)$ et $P_r^{\text{ref}}(\lambda)$ sur la plage de longueurs d'onde.

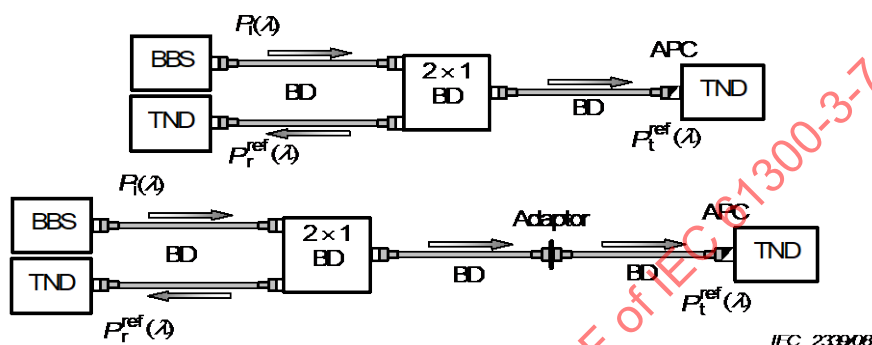


Figure 4a – Mesurage de référence de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion

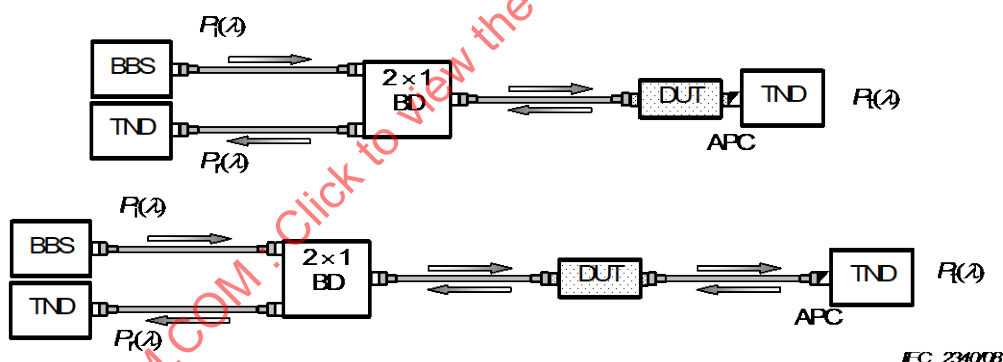


Figure 4b – Mesurage de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion

Anglais	Français
Adaptor	Adaptateur

Figure 4 – Méthode A – Mesurage de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion

6.1.3.2 Mesurage de l'affaiblissement et de l'affaiblissement de réflexion

Introduire le DUT comme cela est représenté à la Figure 4b, mesurer et enregistrer les niveaux de puissance de la sortie optique $P_t(\lambda)$ et $P_r(\lambda)$ sur la plage de longueurs d'onde.

Calculer $A(\lambda)$ et $RL(\lambda)$ selon les Équations (3) et (4).

6.1.3.3 Mesurage bidirectionnel

Inverser le DUT afin d'effectuer un mesurage bidirectionnel. Il convient que les mesurages effectués dans les deux directions soient moyennés. Lorsque le dispositif est intentionnellement non bidirectionnel, aucune moyenne ne doit être calculée.

6.2 Méthode B – Source de rayonnement lumineux ajustable à bande étroite

Dans tous les cas, lorsque la Méthode B est utilisée, la TLS doit être dépolarisée afin d'obtenir un résultat qui est la moyenne des valeurs sur l'ensemble des SOP, et pas seulement à un SOP inconnu ou inapplicable provenant de la TLS elle-même sans dépolarisation.

La Méthode B peut être utilisée dans un certain nombre de configurations différentes (voir Tableau 1 – Méthodes d'essai et caractéristiques), telles que:

- Méthode B.1 – TLS avec BBD
- Méthode B.1.1 – TLS pas à pas avec BBD dans laquelle le mesurage est effectué une longueur d'onde à la fois sur la plage de longueurs d'onde
- Méthode B.1.2 – TLS balayée avec BBD dans laquelle le mesurage est effectué de manière continue sur la plage de longueurs d'onde
- Méthode B.2 – TLS avec TND
- Méthode B.2.1 – TLS pas à pas avec TND dans laquelle le mesurage est effectué une longueur d'onde à la fois sur la plage de longueurs d'onde et dans laquelle la TLS et la TND sont synchronisées l'une à l'autre
- Méthode B.2.2 – TLS balayée avec TND dans laquelle le mesurage est effectué de manière continue sur la plage de longueurs d'onde et dans laquelle la TLS et la TND sont synchronisées l'une à l'autre

Dans tous les cas, le montage et la procédure de mesure sont les mêmes que dans la Figure 3 et la Figure 4 et au 5.1.

6.3 Méthode C – Ensemble de sources de rayonnement lumineux à bande étroite fixes multiples

La Méthode C peut être utilisée dans deux configurations différentes (voir Tableau 1 – Méthodes d'essai et caractéristiques), telles que:

- Méthode C.1 – Ensemble de $N \times$ NLS avec BBD
- Méthode C.2 – Ensemble de $N \times$ NLS avec TND

Dans tous les cas, chaque NLS doit être dépolarisée afin d'obtenir un résultat qui est la moyenne des valeurs sur l'ensemble des SOP, et pas seulement à un SOP inconnu ou inapplicable provenant de la NLS elle-même sans dépolarisation.

La procédure de mesure est la même dans les deux configurations.

6.3.1 Affaiblissement seulement

6.3.1.1 Mesurage de référence

Connecter chaque NLS à $N - 1$ BD ou au commutateur et au BBD ou au TND comme cela est représenté à la Figure 5a.

Selon la configuration du DUT, la connexion peut être réalisée de manière directe ou avec un adaptateur. Il convient, si possible, de privilégier la connexion directe car elle est moins incertaine.

En se conformant à la Figure 5a, mesurer et enregistrer les niveaux de puissance de la sortie optique $P_{t,n=1...N}^{ref}(\lambda)$ pour chaque NLS sur la plage de longueurs d'onde spécifiée.

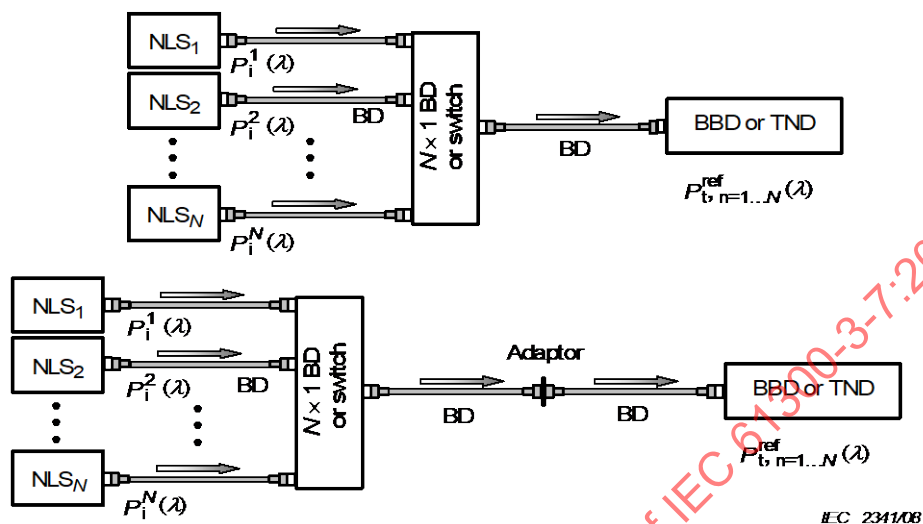


Figure 5a – Mesurage de référence de l'affaiblissement

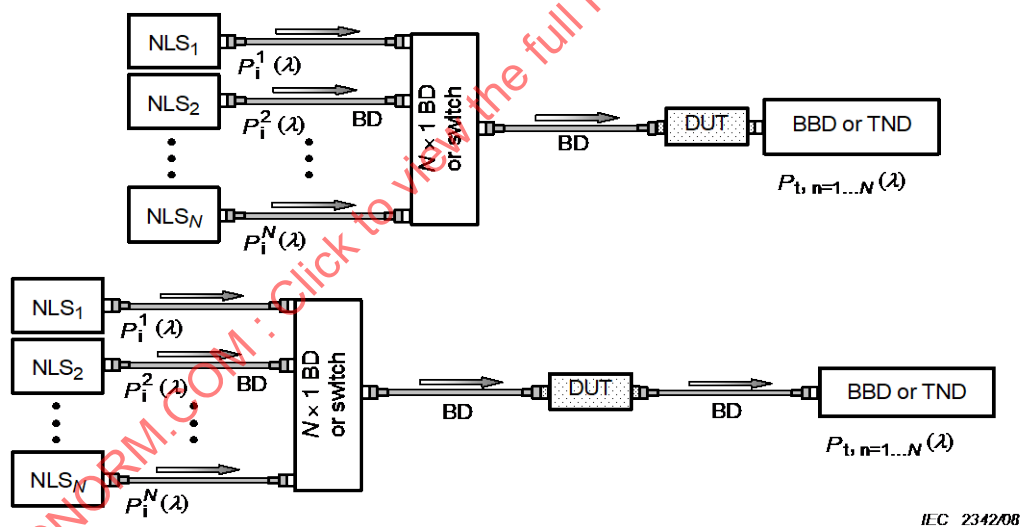


Figure 5b – Mesurage de l'affaiblissement

Anglais	Français
Or switch	Ou commutateur
Adaptor	Adaptateur

Figure 5 – Méthode A – Mesurage de l'affaiblissement seulement

6.3.1.2 Mesurage de l'affaiblissement

Introduire le DUT comme cela est représenté à la Figure 5b, mesurer et enregistrer les niveaux de puissance de la sortie optique $P_{t,n=1...N}(\lambda)$ sur la plage de longueurs d'onde pour chaque NLS.