

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Optical amplifiers –
Part 1: Generic Specification**

**Amplificateurs optiques –
Partie 1: Spécification générique**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

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

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

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 61291-1

Edition 3.0 2012-04

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Optical amplifiers –
Part 1: Generic Specification**

**Amplificateurs optiques –
Partie 1: Spécification générique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

V

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-88912-038-3

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

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope and object.....	5
2 Normative references	5
3 Terms, definitions and abbreviations	6
3.1 Overview	6
3.2 Terms and definitions	8
3.2.1 OA devices and distributed amplifiers	8
3.2.2 OA-assemblies	20
3.3 Abbreviated terms	23
4 Classification	24
5 Requirements	25
5.1 Preferred values	25
5.2 Sampling	25
5.3 Product identification for storage and shipping	25
5.3.1 Marking	25
5.3.2 Labelling.....	25
5.3.3 Packaging	25
6 Quality assessment	25
7 Electromagnetic compatibility (EMC) requirements	25
8 Test methods	26
Bibliography.....	27
Index of definitions	28
Figure 1 – OA device and assemblies	7
Figure 2 – Optical amplifier in a multichannel application	8
Table 1 – Grouping of parameters and corresponding test methods or references	26

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL AMPLIFIERS –

Part 1: Generic Specification

FOREWORD

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

International Standard IEC 61291-1 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2006. It is a technical revision that includes the following significant changes: the definitions related to transient behaviour have been extensively updated with terms from the 61290-4 series and the definition for gain ripple has been added.

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

CDV	Report on voting
86C/1013/CDV	86C/1041/RVC

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 the parts in the IEC 61291 series, published under the general title *Optical amplifiers*, can be found on the IEC website.

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

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

OPTICAL AMPLIFIERS –

Part 1: Generic Specification

1 Scope and object

This part of IEC 61291 applies to all commercially available optical amplifiers (OAs) and optically amplified assemblies. It applies to OAs using optically pumped fibres (OFAs based either on rare-earth doped fibres or on the Raman effect), semiconductors (SOAs), and waveguides (POWAs). The object of this standard is:

- to establish uniform requirements for transmission, operation, reliability and environmental properties of OAs;
- to provide assistance to the purchaser in the selection of consistently high-quality OA products for his particular applications.

Parameters specified for OAs are those characterizing the transmission, operation, reliability and environmental properties of the OA seen as a “black box” from a general point of view. In the sectional and detail specifications a subset of these parameters will be specified according to the type and application of the particular OA device or assembly.

2 Normative references

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

IEC 61290 (all parts), *Optical amplifiers – Test methods*

IEC 61290-1-1, *Optical amplifiers – Test methods – Part 1-1: Power and gain parameters – Optical spectrum analyzer method*

IEC 61290-1-2, *Optical amplifiers – Test methods – Part 1-2: Power and gain parameters – Electrical spectrum analyzer method*

IEC 61290-1-3, *Optical amplifiers – Test methods – Part 1-3: Power and gain parameters – Optical power meter method*

IEC 61290-3-1, *Optical amplifiers – Test methods – Part 3-1: Noise figure parameters – Optical spectrum analyzer method*

IEC 61290-3-2, *Optical amplifiers – Test methods – Part 3-2: Noise figure parameters – Electrical spectrum analyzer method*

IEC 61290-4-1, *Optical amplifiers – Test methods – Part 4-1: Gain transient parameters – Two wavelength method*

IEC 61290-4-2, *Optical amplifiers – Test methods – Part 4-2: Gain transient parameters – Broadband source method*

IEC 61290-5-1, *Optical amplifiers – Test methods – Part 5-1: Reflectance parameters – Optical spectrum analyzer method*

IEC 61290-5-2, *Optical amplifiers – Test methods – Part 5-2: Reflectance parameters – Electrical spectrum analyzer method*

IEC 61290-5-3, *Optical fibre amplifiers – Basic specification– Part 5-3: Test methods for reflectance parameters – Reflectance tolerance using an electrical spectrum analyzer*

IEC 61290-6-1, *Optical fibre amplifiers – Basic specification – Part 6-1: Test methods for pump leakage parameters – Optical demultiplexer*

IEC 61290-7-1, *Optical amplifiers – Test methods – Part 7-1: Out-of-band insertion losses – Filtered optical power meter method*

IEC 61290-10-1, *Optical amplifiers – Test methods – Part 10-1: Multichannel parameters – Pulse method using an optical switch and optical spectrum analyzer*

IEC 61290-10-2, *Optical amplifiers – Test methods – Part 10-2: Multichannel parameters – Pulse method using a gated optical spectrum analyzer*

IEC 61290-10-3, *Optical amplifiers – Test methods – Part 10-3: Multichannel parameters – Probe methods*

IEC 61290-10-4, *Optical amplifiers – Test methods – Part 10-4: Multichannel parameters – Interpolated source subtraction method using an optical spectrum analyzer*

IEC 61290-11-1, *Optical amplifiers – Test methods – Part 11-1: Polarization mode dispersion parameter – Jones matrix eigenanalysis (JME)*

IEC 61290-11-2, *Optical amplifiers – Test methods – Part 11-2: Polarization mode dispersion parameter – Poincaré sphere analysis method*

IEC 61291-2, *Optical amplifiers – Part 2: Digital applications – Performance specification template*

IEC 61291-4, *Optical amplifiers – Part 4: Multichannel applications – Performance specification template*

IEC 61291-5-2, *Optical amplifiers – Part 5-2: Qualification specifications – Reliability qualification for optical fibre amplifiers*

IEC/TR 61292-3, *Optical amplifiers – Part 3: Classification, characteristics and applications*

IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Overview

The definitions listed in this clause refer to the meaning of the terms used in the specifications of OAs. Only those parameters listed in the appropriate specification template, as in IEC 61291-2 and IEC 61291-4, are intended to be specified.

NOTE 1 The numbered terms in this clause are indexed and cross-referenced in Annex A.

The list of parameter definitions of OAs, given in this clause, is divided into two parts: the first part, in 3.1.2, lists those parameters relevant for OA devices, namely power, pre-, line- and

distributed amplifiers; the second part, in 3.2, lists the parameters relevant for optically amplified, elementary assemblies, namely the optically amplified transmitter (OAT) and the optically amplified receiver (OAR).

In any case where the value of a parameter is given for a particular device, it will be necessary to specify certain appropriate operating conditions such as temperature, bias current, pump optical power, etc. In this clause, two different operating conditions are referred to: nominal operating conditions, which are those suggested by the manufacturer for normal use of the OA, and limit operating conditions, in which all the parameters adjustable by the user (e.g. temperature, gain, pump laser injection current, etc.) are at their maximum values, according to the absolute maximum ratings stated by the manufacturer.

The OA shall be considered as a “black box”, as shown in Figure 1. The OA device shall have two optical ports, namely an input and an output port (Figure 1a)). The OAT and OAR are to be considered as an OA integrated on the transmitter side or on the receiver side, respectively. Both kinds of integration imply that the connection between the transmitter or the receiver and the OA is proprietary and not to be specified. Consequently, only the optical output port can be defined for the OAT (after the OA, as shown in Figure 1b) and only the optical input port can be defined for the OAR (before the OA, as shown in Figure 1c)). The optical ports may consist of unterminated fibres or optical connectors. Electrical connections for power supply (not shown in Figure 1) are also necessary. Following this “black box” approach, the typical loss of one connection and the corresponding uncertainty will be included within the values of gain, noise figure and other parameters of the OA device.

NOTE 2 For distributed amplifiers, as described in Clause 4, this black-box configuration may be simulated for test purposes, for example by attaching a reference fibre to test a Raman pump unit.

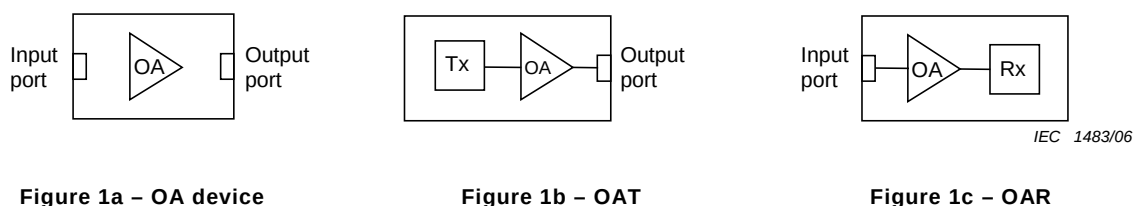
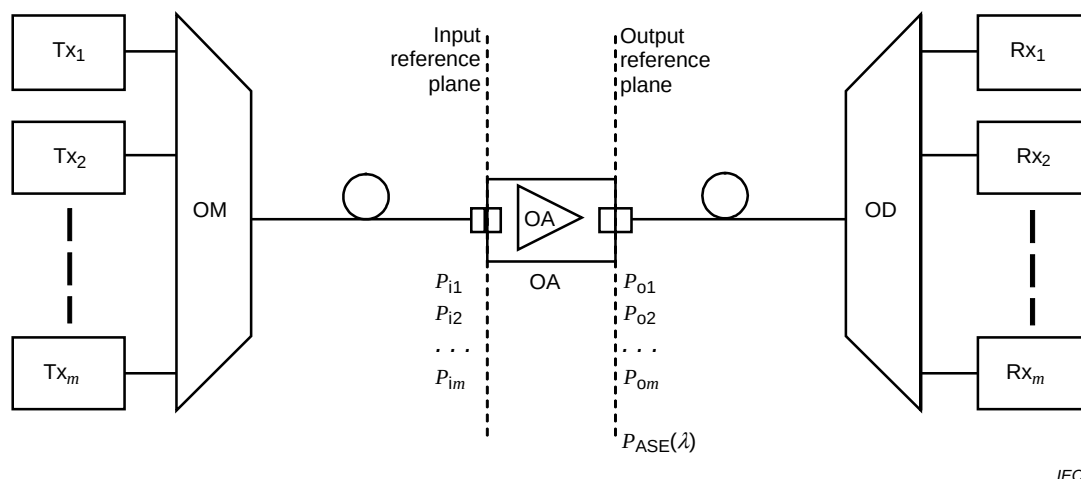


Figure 1 – OA device and assemblies

The OA amplifies signals in a nominal operating wavelength region. In addition, other signals outside of the band of operating wavelength can in some applications, also cross the OA. The purpose of these out-of-band signals and their wavelength, or wavelength region, can be specified in the detail specifications.

When signals at multiple wavelengths are incident on the OA, as is the case in multichannel systems, suitable adjustment of the definitions of some existing relevant parameters is needed together with the introduction of definitions of new parameters relevant to this different application.

A typical configuration of an OA in a multichannel application is shown in Figure 2. At the transmitting side m signals, coming from m optical transmitters, $Tx_1, Tx_2, \dots, Tx_m$, each with a unique wavelength, $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$, respectively, are combined by an optical multiplexer (OM). At the receiving side the m signals at $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$, are separated with an optical demultiplexer (OD) and routed to separate optical receivers, $Rx_1, Rx_2, \dots, Rx_m$, respectively. To characterize the OA in this multichannel application, an input reference plane and an output reference plane are defined at the OA input and output ports, respectively, as shown in Figure 2.



IEC 1484/06

Figure 2 – Optical amplifier in a multichannel application

At the input reference plane, m input signals at the m wavelengths are considered, each with a unique power level, P_{i1} , P_{i2} , $\dots$, P_{im} , respectively. At the output reference plane, m output signals at the m wavelengths, resulting from the optical amplification of the corresponding m input signals, are considered, each with power level P_{o1} , P_{o2} , $\dots$, P_{om} , respectively. Moreover, the amplified spontaneous emission, ASE, with a noise power spectral density, $P_{ASE}(\lambda)$, is also to be considered at the OA output port.

Most definitions of relevant single-channel parameters can be suitably extended to multichannel applications. When this extension is straightforward, the word “channel” will be added to the pertinent parameter. In particular, the noise figure and the signal-spontaneous noise figure may be extended to multichannel applications, channel by channel, by considering the value of $P_{ASE}(\lambda)$ at each channel wavelength and the channel signal bandwidth. For each channel wavelength there will be a unique value of noise figure that will be a function of the input power level of all signals. In this case the parameters, channel noise figure and channel signal-spontaneous noise figure, are introduced. However some additional parameters also need to be defined. For each parameter, the particular multichannel configuration, including the full set of channel signal wavelengths and input powers, needs to be specified.

NOTE 3 Except where noted, the optical powers mentioned in the following are intended as average powers.

NOTE 4 The parameters defined below will in general depend also on temperature and polarization state of input channels. The temperature and state of polarization should be kept constant or controlled or be measured and reported together with the measured parameter.

NOTE 5 It should be noted that the measured optical powers are open beam powers: this can result in differences of about 0,18 dB in the measurement of absolute power levels.

NOTE 6 In the case of the distributed amplifier, all the parameters are related to a suitable reference fibre used to emulate the transmission fibre in conjunction with the pumping assembly.

3.2 Terms and definitions

3.2.1 OA devices and distributed amplifiers

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

NOTE These terms and conditions furthermore apply, in general, to optical amplifiers under the IEC 61290 and IEC 61291 series.

3.2.1.1**gain**

in an OA which is externally connected to an input jumper fibre, the increase of signal optical power from the output end of the jumper fibre to the OA output port, expressed in dB

Note 1 to entry: The gain includes the connection loss between the input jumper fibre and the OA input port.

Note 2 to entry: It is assumed that the jumper fibres are of the same type as the fibres used as input and output port of the OA.

Note 3 to entry: Care should be taken to exclude the amplified spontaneous emission power from the signal optical powers.

3.2.1.2**small-signal gain**

gain of the amplifier, when operated in linear regime, where it is essentially independent of the input signal optical power, at a given signal wavelength and pump optical power level

Note 1 to entry: This property can be described at a discrete wavelength or as a function of wavelength.

3.2.1.3**reverse gain**

gain measured using the input port of the OA as output port and vice versa

3.2.1.4**reverse small-signal gain**

small-signal gain measured using the input port of the OA as output port and vice versa

3.2.1.5**maximum gain**

highest gain that can be achieved when the OA is operated within the stated nominal operating conditions

3.2.1.6**maximum small-signal gain**

highest small-signal gain that can be achieved when the OA is operated within the stated nominal operating conditions

3.2.1.7**maximum gain wavelength**

wavelength at which the maximum gain occurs

3.2.1.8**maximum small-signal gain wavelength**

wavelength at which the maximum small-signal gain occurs

3.2.1.9**wavelength variation**

peak-to-peak variation of the gain over a given wavelength range

3.2.1.10**small-signal gain wavelength variation**

peak-to-peak variation of the small-signal gain over a given wavelength range

3.2.1.11**gain-slope under single wavelength operation** (for analogue operation)

in the presence of a signal of given wavelength and input power, the derivative of the gain of a small probe versus wavelength, at the signal wavelength

Note 1 to entry: The probe total average power level must be at least 20 dB below the input signal level, to minimize the effect on the gain wavelength-profile.

3.2.1.12

polarization-dependent gain PDG

the maximum variation of the OA gain due to a variation of the state of polarization of the input signal, at nominal operating conditions

Note 1 to entry: A source of PDG in OAs is the polarization dependent loss of the passive components used inside.

3.2.1.13

channel gain (for multichannel operation)

gain for each channel (at wavelength λ_j) in a specified multichannel configuration

Channel gain can be expressed as follows (P_{ij} and P_{oj} being respectively the input and output power levels, in dBm, of the j -th channel and $j = 1, 2, \dots, n$; n total number of channels):

$$G_j = P_{oj} - P_{ij}$$

Note 1 to entry: Channel gain is expressed in dB.

Note 2 to entry: Since the amplifier saturation power level is determined by the combined effect of the input signals at all wavelengths, the channel gain is dependent on the input power level of all signals.

3.2.1.14

multichannel gain variation (interchannel gain difference) (for multichannel operation)

difference between the channel gains of any two of the channels in a specified multichannel configuration

Multichannel gain variation can be expressed as follows (G_j and G_l being respectively the channel gains of j -th and l -th channel and $j, l = 1, 2, \dots, n$; $j \neq l$; n total number of channels):

$$\Delta G_{jl} = G_j - G_l$$

Note 1 to entry: Multichannel gain variation is expressed in dB.

Note 2 to entry: Normally this parameter is specified as the maximum multichannel gain variation, intended as the maximum absolute value of multichannel gain variation, considering all possible combinations of channel pairs. The input power levels would normally be set to their minimum and maximum specified values. Input power levels may also be specified to achieve certain gain values or total output power levels. Maximum multichannel gain variation can be expressed as follows:

$$\Delta G_{\text{MAX}} = \text{MAX}_{j,l} \{|\Delta G_{jl}|\}$$

Note 3 to entry: Maximum multichannel gain variation is expressed in dB.

Note 4 to entry: This parameter is often referred to as gain flatness.

3.2.1.15

gain cross-saturation (for multichannel operation)

ratio of the change in channel gain of one channel, ΔG_j , to a given change in the input power level of another channel, ΔP_l , while the input power levels of all other channels are kept constant, in a specified multichannel configuration

Gain cross-saturation can be expressed as follows ($j, l = 1, 2, \dots, n$; $j \neq l$; n total number of channels):

$$GXS_{jl} = \Delta G_j / \Delta P_l$$

Note 1 to entry: Gain cross-saturation is expressed in dB per dB.

Note 2 to entry: Normally, this parameter is specified for an initial input power distribution among channels in which each channel is at the minimum allowed power level. Other distributions may be indicated in the appropriate product specification.

3.2.1.16

interchannel crosstalk (for multichannel operation)
under consideration.

3.2.1.17

multichannel gain-change difference (interchannel gain-change difference)
(multichannel)

for a specified channel allocation, the difference of change in gain in one channel with respect to the change in gain of another channel for two specified sets of channel input powers

Multichannel gain-change difference can be expressed as follows ($G_j^{(1)}$, $G_j^{(2)}$ and $G_l^{(1)}$, $G_l^{(2)}$ being the channel gains of the j -th and l -th channel at each of the two specified sets of channel input power (1) and (2) respectively, and $j, l = 1, 2, \dots, n$; n total number of channels):

$$GD_{jl} = [G_j^{(1)} - G_j^{(2)}] - [G_l^{(1)} - G_l^{(2)}]$$

Note 1 to entry: Multichannel gain-change difference is expressed in dB.

Note 2 to entry: The two specified sets of channel input power are in general: (1) all input power levels set to the minimum value and (2) all input power levels set to the maximum value.

Note 3 to entry: Normally, the maximum multichannel gain-change difference will be specified. Different sets of input conditions could be defined in the appropriate product specification.

Note 4 to entry: Forward ASE power level can be relevant for OA's used as pre-amplifiers or line amplifiers. In this case the channel input power will include the forward ASE contribution coming from previous OAs.

Note 5 to entry: This parameter can be used instead of the multichannel gain tilt when the definition of the gain tilt cannot be applied.

3.2.1.18

multichannel gain tilt (interchannel gain-change ratio or dynamic gain tilt – DGT) for multichannel operation

ratio of the changes in gain in each channel to the change in gain at a reference channel as the input conditions are varied from one set of input channel powers to a second set of input channel powers

Multichannel gain tilt can be expressed as follows ($G_j^{(1)}$, $G_j^{(2)}$ and $G_r^{(1)}$, $G_r^{(2)}$ being respectively the channel gains of the j -th and the reference channel at each of the two specified sets of channel input power and $j = 1, 2, \dots, n$; n total number of channels):

$$GT_j = [G_j^{(1)} - G_j^{(2)}] / [G_r^{(1)} - G_r^{(2)}]$$

Note 1 to entry: Multichannel gain tilt is expressed in dB per dB.

Note 2 to entry: Multichannel gain tilt is normally used to predict the gains for each channel for various sets of input channel powers based on observed changes in the reference channel.

Note 3 to entry: The sets of input channel powers are generally those in which (1) all power levels are set equal to the maximum allowed and (2) all powers are set equal to the minimum allowed.

Note 4 to entry: The reference channel should be specified in the appropriate product specification. The multichannel gain tilt of the reference channel is by definition equal to 1 dB/dB.

Note 5 to entry: Application of multichannel gain tilt to prediction of channel gain in different conditions could be impaired in the case of hybrid multistage amplifiers, inhomogeneous gain media and in particular for amplifiers with automatic gain control.

3.2.1.19

(removed)

3.2.1.20

(removed)

3.2.1.21

(removed)

3.2.1.22

on-off gain (only applicable to distributed amplifier)

the increase in signal optical power from the output of an optical fibre providing distributed amplification when the pumping is active compared to when the pumping is disabled, expressed in dB. This is sometimes referred to as "effective gain".

Note 1 to entry: The on-off gain differs from gain in that it does not compare the output signal power with the input signal power, since this includes the attenuation of the fibre and this loss can be associated with the transmission system rather than the amplifier. The value for on-off gain is thus higher than for gain by the amount of passive loss between the input and output.

3.2.1.23

net on-off gain (only applicable to distributed amplifier)

the increase in signal optical power from the output of an optical fibre providing distributed amplification when the pumping is active compared to when no additional fibre optic equipment is installed to the fibre for the purpose of providing distributed amplification

3.2.1.24

wavelength band

the wavelength range within which the OA output signal power is maintained in the specified output power range, when the corresponding input signal power lies within the specified input power range

3.2.1.25

available signal wavelength band (for pre-amplifiers with optical filter(s) only)

the resulting pre-amplifier wavelength band including the effect of optical filter(s)

3.2.1.26

tunable wavelength range (for pre-amplifiers with tunable optical filter(s) only)

the wavelength range, of the wavelength band, within which the tunable optical filter(s) inside the pre-amplifier can be tuned

3.2.1.27

channel allocation (for multichannel operation)

channel allocation is given by the number of channels, the nominal central frequencies/wavelengths of the channels and their central frequency/wavelength tolerance

3.2.1.28

gain stability

degree of gain fluctuation expressed by the ratio (in dB) of the maximum and minimum gain, for a certain specified test period, under nominal operating conditions

3.2.1.29

small-signal gain stability

degree of small-signal gain fluctuation expressed by the ratio (in dB) of the maximum and minimum small-signal gain, for a certain specified test period, under nominal operating conditions

3.2.1.30

maximum gain variation with temperature

change in gain for temperature variation within a specified range, expressed in dB

3.2.1.31

maximum small-signal gain variation with temperature

change in small-signal gain for temperature variation within a specified range, expressed in dB

3.2.1.32**large-signal output stability**

degree of output optical power fluctuation expressed by the ratio (in dB) of the maximum and minimum output signal optical powers, for a certain specified test period, under nominal operating conditions and a specified large input signal optical power

3.2.1.33**saturation output power (gain compression power)**

optical power level associated with the output signal above which the gain is reduced by N dB (typically $N = 3$) with respect to the small-signal gain at the signal wavelength

Note 1 to entry: The wavelength at which the parameter is specified should be stated.

3.2.1.34**nominal output signal power**

minimum output signal optical power for a specified input signal optical power, under nominal operating conditions

3.2.1.35**maximum output signal power**

highest optical power associated with the output signal that can be obtained from the OA at nominal operating conditions

3.2.1.36**input power range**

range of optical power levels such that, for any input signal power of the OA which lies in this range, the corresponding output signal optical power lies in the specified output power range, where the OA performance is ensured

3.2.1.37**output power range**

range of optical power levels in which the output signal optical power of the OA lies when the corresponding input signal power lies in the specified input power range, where the OA performance is ensured

3.2.1.38**noise figure**

NF

decrease of the signal-to-noise ratio (SNR), at the output of an optical detector with unitary quantum efficiency and zero excess noise, due to the propagation of a shot noise-limited signal through the OA, expressed in decibels (dB)

Note 1 to entry: The operating conditions at which the noise figure is specified should be stated.

Note 2 to entry: This property can be described as a discrete wavelength or as a function of wavelength.

Note 3 to entry: The noise degradation due to the OA, is attributable to different factors, e.g. signal-spontaneous beat noise, spontaneous-spontaneous beat noise, internal reflections noise, signal shot noise, spontaneous shot noise. Each of these factors depends on various conditions which should be specified for a correct evaluation of the noise figure.

Note 4 to entry: By convention this noise figure is a positive number.

Note 5 to entry: In the case of OAs for analogue applications the noise figure also represents the ratio between input and the output carrier-to-noise ratios.

3.2.1.39**noise factor**

F

noise figure expressed in linear form

3.2.1.40

channel noise figure (for multichannel operation)

for a specified multichannel configuration, the noise figure for each channel in a specified optical bandwidth

Note 1 to entry: Channel noise figure is expressed in dB.

3.2.1.41

multi-path interference (MPI) figure of merit

noise factor contribution caused by multiple path interference integrated over all baseband frequencies

NOTE For example, multiple path interference can be caused by successive partial reflections in the optical path.

3.2.1.42

double Rayleigh scattering figure of merit

the noise factor contribution caused by multiple path interference due to Rayleigh scattering integrated over all baseband frequencies

Note 1 to entry: Double Rayleigh scattering is particularly relevant to fibre Raman amplifiers, both distributed and discrete, because of the long amplifying fibre lengths providing substantial amounts of scattered light together with gain. Other fibre amplifiers with high gain and long fibres can also show this effect. The contribution becomes larger at higher gain levels.

3.2.1.43

frequency-independent contribution to noise factor

noise factor excluding the noise contribution from multi-path interference

3.2.1.44

signal-spontaneous noise figure

$NF_{\text{sig-sp}}$

signal-spontaneous beat noise contribution to the noise figure, expressed in dB

3.2.1.45

channel signal-spontaneous noise figure (for multichannel operation)

signal-spontaneous noise figure for each channel in a specified multichannel configuration, expressed in dB

3.2.1.46

equivalent spontaneous-spontaneous optical bandwidth

$B_{\text{sp-sp}}$

equivalent optical bandwidth by which the square of the ASE spectral power density, ρ_{ASE} , at the signal optical frequency, ν_{SIG} , is multiplied in order to obtain the integral of the squared ASE spectral power density over the full ASE bandwidth, B_{ASE} , that is:

$$B_{\text{sp-sp}} = \rho_{\text{ASE}}^{-2}(\nu_{\text{sig}}) \cdot \int_{B_{\text{ASE}}} \rho_{\text{ASE}}^2(\nu) d\nu$$

Note 1 to entry: The equivalent spontaneous-spontaneous optical bandwidth can be minimized by using an optical filter at the output of the OA.

Note 2 to entry: This parameter is related to the spontaneous-spontaneous beat noise generation and thus it requires the use of the squared ASE spectral power density.

3.2.1.47

equivalent total noise figure (only applicable to distributed amplifier)

the decrease of the signal-to-noise ratio (SNR) at the output of an optical detector with unitary quantum efficiency and zero excess noise, due to the propagation of a shot-noise-limited signal through an optical fibre providing distributed amplification when the pumping is active compared to when the pumping is disabled, expressed in dB

Note 1 to entry: The effective noise figure differs from the noise figure in that it does not compare the SNR at the output with the SNR at the input of the amplifier. The increase in signal strength relevant to the change in SNR is thus the effective gain rather than the gain. In particular the contribution of signal-spontaneous noise figure, which can be calculated from the difference between ASE power and gain expressed in dB, is then reduced in the effective noise figure by the amount of passive loss between the input and output. It is thus possible for the effective noise figure of distributed amplification to be negative, expressed in dB.

Note 2 to entry: The effective noise figure can be understood as the noise figure of an equivalent discrete optical amplifier placed at the end of the optical fibre, which produces the effective gain and the same ASE output power as the distributed amplification. Because the ASE produced within the fibre of the distributed amplifier is also partially reduced by the attenuation of this fibre, the ASE output power can be lower than physically realisable from such a discrete amplifier.

3.2.1.48

equivalent signal-spontaneous noise figure (only applicable to distributed amplifier)
the signal-spontaneous beat noise contribution to the equivalent total noise figure

3.2.1.49

polarization mode dispersion
PMD

when an optical signal travels through an optical fibre, component or assembly (such as an optical amplifier), the change in the shape and rms width of the pulse due to the average propagation delay difference between the two principal states of polarisation (PSPs), that is differential group delay (DGD), and to the waveform distortion for each PSP, is called PMD. PMD, together with polarization dependent loss (PDL) and polarization dependent gain (PDG), may introduce large waveform distortion leading to unacceptable bit error ratio increase.

Note 1 to entry: PMD may depend on temperature and operating conditions.

3.2.1.50

principal states of polarization
PSP

at a given frequency (or wavelength), the two orthogonal input states of polarization for which the corresponding output states of polarization (SOPs) are independent of optical frequency to first order

Note 1 to entry: An optical fibre, component or sub-system is typically characterized by two PSPs that are a function of the intrinsic birefringence of the material and the induced external and internal stresses acting on it.

Note 2 to entry: The DGD between these two PSPs can vary with time and wavelength.

Note 3 to entry: A signal whose SOP is aligned with one of the PSPs will be unaffected by the amount of PMD, at least to first order.

3.2.1.51

forward ASE power level

optical power in a specified wavelength range associated with the ASE (amplified spontaneous emission) exiting the optical output port, under nominal operating conditions

Note 1 to entry: This parameter is particularly important for OAs used as pre-amplifiers or line amplifiers, and it depends mainly on the filter used.

Note 2 to entry: The operating conditions (e.g. the gain and input signal optical power) at which the ASE level is specified should be stated.

3.2.1.52

reverse ASE power level

optical power in a specified wavelength range associated with the ASE exiting the optical input port, under nominal operating conditions

3.2.1.53

ASE bandwidth

span between the two wavelengths at which a specified decrease of the output ASE from the peak value of the output ASE spectrum is observed

Note 1 to entry: A decrease of 30 dB to 40 dB is considered to be adequate.

Note 2 to entry: Due to possible distortion of the measured spectrum, e.g. caused by pump leakage, a suitable extrapolation may be necessary.

3.2.1.54

maximum input reflectance

maximum fraction of incident optical power, at the operating wavelength and over all states of input light polarization, reflected by the OA from the input port, under nominal specified operating conditions, expressed in dB

Note 1 to entry: The measurement is performed with a given input signal optical power.

3.2.1.55

minimum input reflectance

minimum fraction of incident optical power, at the operating wavelength and over all states of input light polarization, reflected by the OA from the input port, under nominal specified operating conditions, expressed in dB

Note 1 to entry: The measurement is performed with a given input signal optical power.

3.2.1.56

output reflectance

fraction of incident optical power, at the operating wavelength, reflected by the OA from the output port, under nominal operating conditions, expressed in dB

Note 1 to entry: The measurement is performed with a given input signal optical power.

3.2.1.57

maximum reflectance tolerable at input

maximum fraction of power, expressed in dB, exiting the input optical port of the OA, reflected into the OA itself, for which the device still meets its specifications

Note 1 to entry: The measurement is performed with a given input signal optical power.

Note 2 to entry: The noise figure is the most sensitive parameter to reflectance.

3.2.1.58

maximum reflectance tolerable at output

maximum fraction of power, expressed in dB, exiting the optical output port of the OA, reflected into the OA itself, for which the device still meets its specifications

Note 1 to entry: The measurement is performed with a given input signal optical power.

Note 2 to entry: The noise figure is the most sensitive parameter to reflectance.

3.2.1.59

maximum reflectance tolerable at input and output

maximum reflectance of two identical reflectors simultaneously placed at both input and output ports of an OA, for which the OA still meets its specifications

Note 1 to entry: The measurement is performed with a given input signal optical power.

Note 2 to entry: The noise figure is the most sensitive parameter to reflectance.

3.2.1.60

pump leakage to output

pump optical power which is emitted from the OA output port

Note 1 to entry: The measurement is performed with a given input signal optical power.

Note 2 to entry: The maximum pump leakage to output occurs for no input signal.

3.2.1.61**pump leakage to input**

pump optical power which is emitted from the OA input port

Note 1 to entry: The measurement is performed with a given input signal optical power.

Note 2 to entry: The maximum pump leakage to input occurs for no input signal.

3.2.1.62**degree of polarization****DOP**

(applicable to pumping devices for fibre Raman amplifiers)

for each emission wavelength of the optical pump source, the value

$$\frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\min}},$$

expressed as a percent, where $P_{\max}$ and $P_{\min}$ are respectively the maximum and minimum optical output powers of the pump source over all states of polarization at that wavelength of emission and measured within a specified bandwidth

Note 1 to entry: Because the Raman effect exploited in Raman amplifiers is polarization dependent, the degree of polarization can influence the polarization-dependent gain of the amplifier.

Note 2 to entry: Because Raman amplifiers are often pumped with multiple wavelengths and multimode lasers, it is necessary to determine separately the degree of polarization at every wavelength of emission, rather than just the degree of polarization of the total optical output.

3.2.1.63**out-of-band insertion loss**

OA insertion loss for a signal at the specified out-of-band wavelength(s)

3.2.1.64**out-of-band reverse insertion loss**

OA insertion loss for a signal at the specified out-of-band wavelength(s), measured using the input port of the OA as output port and vice versa

3.2.1.65**in-band insertion loss**

in an electrically unpowered condition, the insertion loss of signal for the OA at a given input signal wavelength and a given signal power level

Note 1 to entry: This property can be described as a discrete wavelength or as a function of wavelength.

Note 2 to entry: Care should be taken to exclude the output ASE contribution in the measurement of this parameter.

Note 3 to entry: The in-band insertion loss is a function of the input signal power level.

3.2.1.66**powering and control requirements**

those electrical currents and/or voltages as well as those electrical signals necessary for OA operation within the stated maximum ratings

Note 1 to entry: Necessary tolerances on electrical powering and switching on and off procedures are included.

3.2.1.67**maximum power consumption**

electrical power needed by OA operating within the absolute maximum ratings

3.2.1.68**external dimensions and weight**

maximum height, length, width and weight of the OA

3.2.1.69

environmental conditions

range of temperature, humidity and vibration level within which the OA can be stored, or operated, or shipped and still meet all its specified parameter values

3.2.1.70

operating temperature

temperature range within which the OA can be operated and still meet all its specified parameter values

3.2.1.71

maximum operating relative humidity

maximum relative humidity at which the OA can be operated and still meet all its specified parameter values

3.2.1.72

maximum operating vibration level

maximum vibration level at which the OA can be operated and still meet all its specified parameter values

3.2.1.73

storage temperature

temperature range within which the OA can be stored and still meet all its specified parameter values

3.2.1.74

maximum storage relative humidity

maximum relative humidity at which the OA can be stored and still meet all its specified parameter values

3.2.1.75

maximum transport vibration/shock level

maximum vibration and shock level that the OA can bear when shipped and still meet all its specified parameter values

3.2.1.76

reliability

expectation of operation lifetime. The reliability of an OA is expressed by either of the following two parameters: mean operating time between failures (MTBF) or failure in time (FIT)

Note 1 to entry: The MTBF is the mean period of OA continuous operation without any failure at specified operating and environmental conditions. The FIT is the number of failures in 10⁹ hours at specified operating and environmental conditions.

Note 2 to entry: Reliability qualification is addressed by IEC 61291-5-2.

3.2.1.77

safety

precautions or agreed safety standards that installers, operators and manufacturers will observe for safe operation with OAs

Note 1 to entry: Unless otherwise specified, IEC 60825-1 and IEC 60825-2 should be used.

3.2.1.78

maximum total output power

highest optical power level at the output port of the OA operating within the absolute maximum ratings

3.2.1.79**remote and local alarm control**

functions that can check the operation of the OA assembly, detecting and signalling possible faults

3.2.1.80**optical connections**

connector type and/or the fibre type used as input and output ports of the OA

Note 1 to entry: The optical, mechanical and environmental characteristics and performances of the optical connectors and of the connecting fibres should be in compliance with IEC 60874-1 and IEC 60793-2, respectively.

3.2.1.81**surviving (pre-existing) signal**

optical signal that remains (exists) after (before) drop (add) event

3.2.1.82**saturating signal**

optical signal that is switched off (on) by the drop (add) event

3.2.1.83**drop (add) level**

amount in dB by which the input power decreases (increases) due to dropping (adding) of channels

3.2.1.84**add rise time**

time it takes for the input optical signal to rise from 10 % to 90 % of the total difference between the initial and final signal levels during an add event

3.2.1.85**drop fall time**

time it takes for the input optical signal to fall from 10 % to 90 % of the total difference between the initial and final signal levels during a drop event

3.2.1.86**initial gain**

gain of the surviving (pre-existing) channel before a drop (add) event

3.2.1.87**final gain**

steady state gain of the surviving (pre-existing) channel a very long time (i.e. once the gain has stabilized) after a drop (add) event

3.2.1.88**gain offset**

difference in dB between the Initial gain and the final gain

Note 1 to entry: This term replaces “channel addition/removal steady-state gain response” from the second edition.

3.2.1.89**transient gain response time constant (settling time)**

amount of time required to bring the gain at the surviving (pre-existing) channel to the final gain. This parameter is the measured time from the beginning of the drop (add) event that created the transient gain response, to the time at which a surviving (pre-existing) channel gain first enters within the gain stability band centred on the final gain.

Note 1 to entry: This term replaces “channel addition/removal transient response time” from the second edition.

3.2.1.90

transient gain overshoot

difference in dB between the maximum surviving (pre-existing) channel gain reached during the OFA transient response to a drop (add) event, and the lowest of either the initial gain and final gain

Note 1 to entry: This term partially replaces and is more specific than “channel addition/removal transient gain response” from the second edition.

3.2.1.91

transient net gain overshoot

difference in dB between the maximum surviving (pre-existing) channel gain reached during the OFA transient response to a drop (add) event, and the highest of either the initial gain and final gain. The transient gain net overshoot is just the transient gain overshoot minus the gain offset, and represents the actual transient response not related to the shift of the amplifier from the initial steady state condition to the final steady state condition.

Note 1 to entry: This term partially replaces and is more specific than “channel addition/removal transient gain response” from the second edition.

3.2.1.92

transient gain undershoot

difference in dB between the minimum surviving (pre-existing) channel gain reached during the OFA transient response to a drop (add) event, and the highest of either the initial gain and final gain

Note 1 to entry: This term partially replaces and is more specific than “channel addition/removal transient gain response” from the second edition.

3.2.1.93

transient net gain undershoot

difference in dB between the minimum surviving (pre-existing) channel gain reached during the OFA transient response to a drop (add) event and the lowest of either the initial gain and final gain. The transient gain net undershoot is just the transient gain undershoot minus the gain offset and represents the actual transient response not related to the shift of the amplifier from the initial steady state condition to the final steady state condition.

Note 1 to entry: This term partially replaces and is more specific than “channel addition/removal transient gain response” from the second edition.

3.2.1.94

gain ripple (especially applicable to SOA devices)

The peak to peak variation of the gain over a given wavelength range with sub-nanometer resolution in wavelength.

3.2.2 OA-assemblies

Note 1 to entry: Definitions contained in this subclause concern the relevant parameters of elementary OA assemblies, namely, the optically amplified transmitter (OAT) and the optically amplified receiver (OAR).

3.2.2.1 Generic OA assembly

3.2.2.1.1

signal wavelength

wavelength of the signal optical carrier

3.2.2.1.2

signal linewidth

full width half maximum (FWHM) of the signal optical spectrum

3.2.2.1.3**powering and control requirements**

those electrical currents and/or voltages as well as those electrical signals necessary for OA assembly operation within the stated maximum ratings. Necessary tolerances on electrical optical powering and switching on and off procedures are included.

3.2.2.1.4**maximum power consumption**

electrical power needed to keep the OA assembly operating at the stated maximum ratings

3.2.2.1.5**operating temperature**

temperature range within which the OA assembly can be operated and still meet all its specified parameter values

3.2.2.1.6**maximum operating relative humidity**

maximum relative humidity at which the OA assembly can be operated and still meet all its specified parameter values

3.2.2.1.7**maximum operating vibration level**

maximum vibration level at which the OA assembly can be operated and still meet all its specified parameter values

3.2.2.1.8**storage temperature**

temperature range within which the OA assembly can be stored and still meet all its specified parameter values

3.2.2.1.9**maximum storage relative humidity**

maximum relative humidity at which the OA assembly can be stored and still meet all its specified parameter values

3.2.2.1.10**maximum transport vibration/shock level**

maximum vibration and shock level that the OA assembly can bear when shipped and still meet all its specified parameter values

3.2.2.1.11**safety**

precautions or agreed safety standards that installers, operators and manufacturers will observe for safe operation with OA assemblies

Note 1 to entry: Unless otherwise specified, IEC 60825-1 and IEC 60825-2 should be used.

3.2.2.1.12**reliability**

expectation of operation lifetime. The reliability of an OA assembly is expressed by either of the following two parameters: mean operating time between failures (MTBF) or failure in time (FIT)

Note 1 to entry: The MTBF is the mean period of continuous operation without any failure at specified operating and environmental conditions. The FIT is the number of failures in 10^9 hours at specified operating and environmental conditions.

Note 2 to entry: Reliability qualification is addressed by IEC 61291-5-2.

3.2.2.1.13

remote and local alarm control

functions that can check the operation of the OA assembly, detecting and signaling possible faults

3.2.2.2 Optically amplified transmitter (OAT) assembly

3.2.2.2.1

signal power after output connector

optical power associated with the signal exiting the optical output port of the OAT

3.2.2.2.2

operating signal wavelength range

the wavelength range within which the OAT output signal power is maintained in a specified output power range

3.2.2.2.3

ASE power level

optical power associated with ASE (amplified spontaneous emission) exiting the optical output port of the OAT, at nominal operating conditions

3.2.2.2.4

output reflectance

fraction of incident optical power, at the operating wavelength, reflected by the OAT from the optical output port, at nominal operating conditions, expressed in dB

3.2.2.2.5

maximum return optical power

maximum optical power that can enter the output port of the OAT, for which the OAT still meets its specifications

3.2.2.2.6

pump leakage to output

pump optical power which is emitted from the OAT output port, at nominal operating conditions

Note 1 to entry: The measurement is performed with a given signal optical power.

Note 2 to entry: The maximum pump leakage to output occurs for no signal.

3.2.2.2.7

optical connections

connector type and/or the fibre type used as output port of the OAT

Note 1 to entry: The optical, mechanical and environmental characteristics and performances of the optical connector and of the connecting fibre should be in compliance with IEC 60874-1 and IEC 60793-2, respectively.

3.2.2.3 Optically amplified receiver (OAR) assembly

3.2.2.3.1

sensitivity

minimum optical power associated with the input signal, immediately after the input connector, necessary to achieve a fixed BER value (e.g. 10^{-10})

Note 1 to entry: Other definitions may be applicable for this parameter and are under consideration.

3.2.2.3.2

operating signal wavelength range

wavelength range within which the OAR has the specified sensitivity and overload input power at a specified BER (e.g. 10^{-10}) and at a specified bit rate

3.2.2.3.3**tunable wavelength range** (for OARs with tunable optical filter(s) only)

the wavelength range, of the operating signal wavelength range, within which the tunable optical filter(s) inside the OAR can be tuned

3.2.2.3.4**ASE power level**

optical power associated with ASE exiting the input optical port of the OAR, at nominal operating conditions

3.2.2.3.5**input reflectance**

fraction of incident optical power, at the operating wavelength, reflected by the OAR from the optical input port, at nominal operating conditions, expressed in dB

3.2.2.3.6**ASE filter bandwidth**

wavelength FWHM of the ASE filter

Note 1 to entry: The ASE filter bandwidth fixes the maximum linewidth of the input signal.

3.2.2.3.7**maximum input optical power**

maximum optical power that can enter the input port of the OAR, for which the OAR still meets its specifications

3.2.2.3.8**pump leakage to input**

pump optical power which is emitted from the OAR input port, at nominal operating conditions

Note 1 to entry: The measurement is performed with a given input signal optical power.

Note 2 to entry: The maximum pump leakage to input occurs for no input signal.

3.2.2.3.9**optical connections**

connector type and/or the fibre type used as input port of the OAR

Note 1 to entry: The optical, mechanical and environmental characteristics and performances of the optical connector and of the connecting fibre should be in compliance with IEC 60874-1 and IEC 60793-2, respectively.

3.3 Abbreviated terms

Each abbreviation introduced in this International Standard is explained in the text at least the first time it appears. However, for an easier understanding of the whole text, the following is a list of all abbreviations used in this International Standard:

ASE	Amplified spontaneous emission
BER	Bit error ratio
DGD	Differential group delay
DOP	Degree of polarization
EDFA	Erbium-doped fibre amplifier
EMC	Electromagnetic compatibility
ESD	Electrostatic discharge
FIT	Failure in time
FWHM	Full-width half-maximum
NF	Noise figure
MPI	Multipath interference

MTBF	Mean time between failures
OA	Optical amplifier
OAR	Optically amplified receiver
OAT	Optically amplified transmitter
OD	Optical demultiplexer
OFA	Optical fibre amplifier
OM	Optical multiplexer
OSA	Optical spectrum analyser
PDG	Polarization dependent gain
PDL	Polarization dependent loss
PMD	Polarization mode dispersion
POWA	Planar optical waveguide amplifier
PSP	Principal state of polarization
Rx	Optical receiver
SNR	Signal-to-noise ratio
SOA	Semiconductor optical amplifier
SOP	State of polarization
Tx	Optical transmitter

4 Classification

Different OA application categories can be envisaged depending on the technology used and the utilization of the OA itself. Classification of optical amplifier technologies is given in IEC 61292-3.

These categories will be identified by a capital letter, a number and a lower case letter, as follows:

Capital letter:

- A: OFAs using silica-based fibres doped with erbium ions to produce an active fibre
- B: OFAs using other doped active fibres
- C: Raman amplifiers
- D: SOA
- E: POWA

Number:

- 1 Power amplifiers (post-amplifiers or booster amplifiers)
- 2 Pre-amplifiers
- 3 Line amplifiers
- 4 OAT (optically amplified transmitter)
- 5 OAR (optically amplified receiver)
- 6 Distributed amplifiers

Lower case letter:

- a Amplifiers for analogue, single (wavelength) channel transmission
- b Amplifiers for digital, single (wavelength) channel transmission
- c Amplifiers for digital, multi-channel (wavelength) transmission

EXAMPLE Category A2b refers to optical pre-amplifiers for single-channel digital transmission which use a silica-based fibre doped with Erbium ions.

The power amplifier is a high saturation-power OA device to be used directly after the optical transmitter to increase its signal power level.

The pre-amplifier is a very low noise OA device to be used directly before an optical receiver to improve its sensitivity.

The line amplifier is a low noise OA device to be used between passive fibre sections to increase the regeneration lengths or in correspondence with a point-multipoint connection to compensate for branching losses in the optical access network.

The OAT is an OA assembly in which a power amplifier is integrated with an optical transmitter, resulting in a higher power transmitter.

The OAR is an OA assembly in which a pre-amplifier is integrated with an optical receiver, resulting in a higher sensitivity receiver

The distributed amplifier is a device configuration that provides amplification over an extended length of the optical fibre used for transmission, as by Raman pumping, and is thus distributed over part or all of the transmission span. Since the components of this configuration, in particular the fibre and the pump unit, may not be provided together or by the same supplier, testing of the components is considered to be performed with a reference fibre chosen to adequately match the performance of the fibre in the intended transmission span.

5 Requirements

The requirements concerning the aspects listed in the following will be provided in the appropriate detail or sectional specifications, with the following subclause structure:

5.1 Preferred values

5.2 Sampling

5.3 Product identification for storage and shipping

5.3.1 Marking

5.3.2 Labelling

5.3.3 Packaging

6 Quality assessment

Under consideration.

7 Electromagnetic compatibility (EMC) requirements

The devices and assemblies addressed by the present standard shall comply with suitable requirements for electromagnetic compatibility (in terms of both, emission and immunity), depending on the particular usage/environment in which they are intended to be installed or integrated. Guidance to the drafting of such EMC requirements is provided in IEC Guide 107. Guidance for electrostatic discharge (ESD) is still under study.

8 Test methods

The test methods to be followed for the measurement of most of the parameters defined in Clause 3 are given in the IEC 61290 series. Each test method is generally given for the measurement of a group of related parameters. The grouping of the related parameters is given in Table 1, together with the corresponding test method specification reference. The test methods presently reported in the IEC 61290 series for each group of parameters are also given in Table 1.

Table 1 – Grouping of parameters and corresponding test methods or references

Group of parameters	Document number	Test methods (TMs) or references
Optical power and gain parameters	IEC 61290-1-x ^{a)}	IEC 61290-1-1: Optical spectrum analyzer (OSA) TM IEC 61290-1-2: Electrical spectrum analyzer TM IEC 61290-1-3: Optical power meter TM
Noise parameters	IEC 61290-3-x	IEC 61290-3-1: Optical spectrum analyzer TM IEC 61290-3-2: Electrical spectrum analyzer TM
Transient parameters	IEC 61290-4-x	IEC 61290-4-1: Two wavelength IEC 61290-4-2: Broadband source
Reflectance parameters	IEC 61290-5-x	IEC 61290-5-1: Optical spectrum analyzer TM IEC 61290-5-2: Electrical spectrum analyzer TM IEC 61290-5-3: Reflectance tolerance test, electrical spectrum analyzer TM
Pump leakage parameters	IEC 61290-6-x	IEC 61290-6-1: Optical demultiplexer TM
Insertion loss parameters	IEC 61290-7-x	IEC 61290-7-1: Filtered power meter TM
Multichannel parameters (gain and noise)	IEC 61290-10-x	IEC 61290-10-1: Multichannel pulse method with optical switch and OSA TM IEC 61290-10-2: Multichannel pulse method with gated OSA TM IEC 61290-10-3: Multichannel probe methods TM IEC 61290-10-4: Multichannel ISS method using an OSA
Polarization mode dispersion	IEC 61290-11-x	IEC 61290-11-1: Jones Matrix eigenanalysis TM IEC 61290-11-2: Poincaré sphere analysis TM
Qualification specifications	IEC 61291-5-x	IEC 61291-5-2: Reliability qualification
^{a)} Originally the 61290-1 series included test methods for gain parameters only, and test methods for optical power parameters were published in the 61290-2 series. In the second edition of these documents, these two series have been merged.		

Bibliography

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

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*

IEC 60874-1, *Connectors for optical fibres and cables – Part 1: Generic specification*

IEC 61931, *Fibre optic – Terminology*

ITU-T/Recommendation G.650.1, *Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable*

ITU-T/Recommendation G.661, *Definition and test methods for the relevant generic parameters of optical amplifier devices and subsystems*

ITU-T/Recommendation G.662, *Generic characteristics of optical amplifier devices and subsystems*

Index of definitions

The following index presents the titles of the definitions, contained in Clause 3, in alphabetical order, with considerable cross-referencing.

For the corresponding test methods, as given in the basic specification, IEC 61290 series, reference is made to Table 1.

add rise time:	3.2.1.84
ASE bandwidth:	3.2.1.53
ASE filter bandwidth:	3.2.2.3.6
ASE power level:	3.2.2.2.3; 3.2.2.3.4
available signal wavelength band:	3.2.1.25
channel allocation:	3.2.1.27
channel gain:	3.2.1.13
channel noise figure:	3.2.1.40
channel signal-spontaneous noise figure:	3.2.1.45
degree of polarization (DOP):	3.2.1.62
double Rayleigh scattering figure of merit:	3.2.1.42
drop (add) level:	3.2.1.83
drop fall time:	3.2.1.85
environmental conditions:	3.2.1.69
equivalent signal-spontaneous noise figure:	3.2.1.48
equivalent spontaneous-spontaneous optical bandwidth:	3.2.1.46
equivalent total noise figure:	3.2.1.47
external dimensions and weight:	3.2.1.68
final gain:	3.2.1.87
forward ASE power level:	3.2.1.51
frequency-independent contribution to noise factor:	3.2.1.43
gain:	3.2.1.1
gain cross-saturation:	3.2.1.15
gain offset:	3.2.1.88
gain ripple:	3.2.1.94
gain-slope under single wavelength operation:	3.2.1.11
gain stability:	3.2.1.28
in-band insertion loss:	3.2.1.65
initial gain:	3.2.1.86
input power range:	3.2.1.36
input reflectance:	3.2.2.3.5

interchannel crosstalk:	3.2.1.16
large-signal output stability:	3.2.1.32
maximum gain:	3.2.1.5
maximum gain variation with temperature:	3.2.1.30
maximum gain wavelength:	3.2.1.7
maximum input optical power:	3.2.2.3.7
maximum input reflectance:	3.2.1.54
maximum operating relative humidity:	3.2.1.71; 3.2.2.1.6
maximum operating vibration level:	3.2.1.72; 3.2.2.1.7
maximum output signal power:	3.2.1.35
maximum power consumption:	3.2.1.67; 3.2.2.1.4
maximum reflectance tolerable at input:	3.2.1.57
maximum reflectance tolerable at input and output:	3.2.1.59
maximum reflectance tolerable at output:	3.2.1.58
maximum return optical power:	3.3.2.1.5
maximum small-signal gain:	3.2.1.6
maximum small-signal gain variation with temperature:	3.2.1.31
maximum small-signal gain wavelength:	3.2.1.8
maximum storage relative humidity:	3.2.1.74; 3.2.2.1.9
maximum total output power:	3.2.1.78
maximum transport vibration/shock level:	3.2.1.75; 3.2.2.1.10
minimum input reflectance:	3.2.1.55
multichannel gain-change difference (interchannel gain-change difference):	3.2.1.17
multichannel gain tilt (interchannel gain-change ratio):	3.2.1.18
multichannel gain variation (interchannel gain difference):	3.2.1.14
multi-path interference (MPI) figure of merit:	3.2.1.41
net on-off gain:	3.2.1.23
noise factor (F):	3.2.1.39
noise figure (NF):	3.2.1.38
nominal output signal power:	3.2.1.34
on-off gain:	3.2.1.22
operating signal wavelength range:	3.2.2.2.2
operating temperature:	3.2.1.70; 3.2.2.1.5
optical connections:	3.2.1.80; 3.2.2.2.7; 3.2.2.3.9
out-of-band insertion loss:	3.2.1.63
out-of-band reverse insertion loss:	3.2.1.64
output power range:	3.2.1.37
output reflectance:	3.2.1.56; 3.2.2.2.4
operating signal wavelength range:	3.2.2.3.2

polarization-dependent gain (PDG):	3.2.1.12
polarization mode dispersion (PMD):	3.2.1.49
powering and control requirements:	3.2.1.66; 3.2.2.1.3
principal states of polarization (PSP):	3.2.1.50
pump leakage to input:	3.2.1.61; 3.2.2.3.8
pump leakage to output:	3.2.1.60; 3.2.2.2.6
reliability:	3.2.1.76; 3.2.2.1.12
remote and local alarm control:	3.2.1.79; 3.2.2.1.13
reverse ASE power level:	3.2.1.52
reverse gain:	3.2.1.3
reverse small-signal gain:	3.2.1.4
safety:	3.2.1.77; 3.2.2.1.11
saturating signal:	3.2.1.82
saturation output power (gain compression power):	3.2.1.33
sensitivity:	3.2.2.3.1
signal-spontaneous noise figure:	3.2.1.44
signal linewidth:	3.2.2.1.2
signal power after output connector:	3.2.2.2.1
signal wavelength:	3.2.2.1.1
small-signal gain:	3.2.1.2
small-signal gain stability:	3.2.1.29
small-signal gain wavelength variation:	3.2.1.10
storage temperature:	3.2.1.73; 3.2.2.1.8
surviving (pre-existing) signal:	3.2.1.81
transient gain overshoot:	3.2.1.90
transient gain response time constant (settling time):	3.2.1.89
transient gain undershoot:	3.2.1.92
transient net gain overshoot:	3.2.1.91
transient net gain undershoot:	3.2.1.93
tunable wavelength range:	3.2.1.26; 3.2.2.3.3
wavelength band:	3.2.1.24
wavelength variation:	3.2.1.9

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	33
1 Domaine d'application et objet.....	35
2 Références normatives	35
3 Termes, définitions et abréviations	37
3.1 Vue d'ensemble.....	37
3.2 Termes et définitions	39
3.2.1 Modules d'AO et amplificateurs répartis.....	39
3.2.2 Systèmes d'AO.....	52
3.3 Abréviations	55
4 Classification	56
5 Exigences	57
5.1 Valeurs préférentielles	57
5.2 Échantillonnage.....	57
5.3 Identification des produits pour le stockage et le transport	57
5.3.1 Marquage	57
5.3.2 Étiquetage	57
5.3.3 Emballage	57
6 Assurance de la qualité	57
7 Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM).....	57
8 Méthodes d'essai	57
Bibliographie.....	59
Index des définitions	60
 Figure 1 – Module et systèmes AO	 37
Figure 2 – Amplificateur optique dans une application à canaux multiples.....	38
 Tableau 1 – Regroupement des paramètres et méthodes d'essai ou références correspondantes	 58

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AMPLIFICATEURS OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61291-1 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée en 2006. Il s'agit d'une révision technique comprenant les modifications significatives suivantes: les définitions liées au comportement transitoire ont été mises à jour en profondeur avec des termes de la série 61290-4 et la définition relative à l'ondulation du gain a été ajoutée.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
86C/1013/CDV	86C/1041/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61291, publiées sous le titre général *Amplificateurs optiques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

AMPLIFICATEURS OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique à tous les amplificateurs optiques (AO) et sous-ensembles à amplification optique, disponibles sur le marché. Elle s'applique aux AO utilisant des fibres pompées optiquement (AFO basés sur des fibres dopées aux terres rares ou sur l'effet Raman), des semiconducteurs (AOS), et des guides d'ondes (POWA). La présente norme a pour objet:

- d'établir des spécifications uniformes pour la transmission, le fonctionnement, la fiabilité et les propriétés liées à l'environnement des AO;
- d'aider les acheteurs à sélectionner des produits AO durablement de haute qualité pour les applications qu'ils veulent en faire.

Les paramètres spécifiés pour les AO sont ceux qui caractérisent les propriétés de transmission, de fonctionnement, de fiabilité et d'environnement de l'AO, considéré globalement comme une "boîte noire". Dans les spécifications intermédiaires et particulières, un sous-ensemble de ces paramètres sera spécifié d'après le type et l'application d'un module particulier ou d'un assemblage d'AO.

2 Références normatives

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

CEI 61290 (toutes les parties), *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai*

CEI 61290-1-1, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 1-1: Paramètres de puissance et de gain – Méthode de l'analyseur de spectre optique*

CEI 61290-1-2, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 1-2: Paramètres de puissance et de gain – Méthode de l'analyseur de spectre électrique*

CEI 61290-1-3, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 1-3: Paramètres de puissance et de gain – Méthode du wattmètre optique*

CEI 61290-3-1, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 3-1: Paramètres du facteur de bruit – Méthode d'analyseur du spectre optique*

CEI 61290-3-2, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 3-2: Paramètres du facteur de bruit – Méthode d'analyseur spectral électrique*

CEI 61290-4-1, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 4-1: Paramètres de gain transitoire – Méthode à deux longueurs d'onde*

CEI 61290-4-2, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 4-2: Paramètres de gain transitoire – Méthode par source large bande*

CEI 61290-5-1, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 5-1: Paramètres de réflectance – Méthode de l'analyseur de spectre optique*

CEI 61290-5-2, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 5-2: Paramètres du facteur de réflexion – Méthode de l'analyseur de spectre électrique*

CEI 61290-5-3, *Amplificateurs à fibres optiques – Spécification de base – Partie 5-3: Méthodes d'essai des paramètres de réflectance – Tolérance de réflectance en utilisant un analyseur de spectre électrique*

CEI 61290-6-1, *Amplificateurs à fibres optiques – Spécification de base – Partie 6-1: Méthodes d'essai pour les paramètres de fuite de pompe – Démultiplexeur optique*

CEI 61290-7-1, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 7-1: Pertes d'insertion hors-bande – Méthode par puissance-mètre optique filtré*

CEI 61290-10-1, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 10-1: Paramètres à canaux multiples – Méthode d'impulsion utilisant un interrupteur optique et un analyseur de spectre optique*

CEI 61290-10-2, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 10-2: Paramètres à canaux multiples – Méthode d'impulsion utilisant un analyseur de spectre optique stroboscopique*

CEI 61290-10-3, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 10-3: Paramètres à canaux multiples – Méthodes par sondage*

CEI 61290-10-4, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essais – Partie 10-4: Paramètres à canaux multiples – Méthode par soustraction de la source interpolée en utilisant un analyseur de spectre optique*

CEI 61290-11-1, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essais – Partie 11-1: Paramètre de dispersion du mode de polarisation – Analyse des vecteurs propres de la matrice de Jones (JME)*

CEI 61290-11-2, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 11-2: Paramètre de dispersion en mode de polarisation – Méthode d'analyse par la sphère de Poincaré*

CEI 61291-2, *Amplificateurs optiques – Partie 2: Applications numériques – Modèles de spécifications de fonctionnement*

CEI 61291-4, *Amplificateurs optiques – Partie 4: Applications aux canaux multiples – Modèle de spécification de fonctionnement*

CEI 61291-5-2, *Amplificateurs optiques – Partie 5-2: Spécifications de qualification – Qualification de fiabilité pour amplificateurs à fibres optiques*

CEI/TR 61292-3, *Amplificateurs optiques – Partie 3: Classification, caractéristiques et applications*

Guide CEI 107, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Vue d'ensemble

Les définitions données dans cet article font référence à la signification des termes utilisés dans les spécifications pour les AO. Seuls les paramètres énumérés dans les modèles de spécifications appropriées, comme dans la CEI 61291-2 et la CEI 61291-4, sont destinés à être spécifiés.

NOTE 1 Les termes numérotés de cet article sont indexés et référencés à l'Annexe A.

La liste suivante des définitions des paramètres pour les modules d'AO, figurant dans le présent article, est divisée en deux parties: la première partie, en 3.1.2, énumère les paramètres relatifs aux modules d'AO, c'est-à-dire les amplificateurs de puissance, les préamplificateurs et les amplificateur répartis; la seconde partie, en 3.2, énumère les paramètres relatifs aux systèmes élémentaires amplifiés optiquement, c'est-à-dire les émetteurs amplifiés optiquement (EAO) et les récepteurs amplifiés optiquement (RAO).

Dans tous les cas où la valeur d'un paramètre est donnée pour un module particulier, il sera nécessaire de spécifier certaines conditions de fonctionnement appropriées comme la température, le courant de polarisation, la puissance optique de pompe, etc. Dans cet article, deux conditions différentes de fonctionnement sont citées: les conditions nominales de fonctionnement qui sont celles suggérées par le fabricant pour une utilisation normale de l'AO, et les conditions de fonctionnement limites pour lesquelles tous les paramètres ajustables par l'utilisateur (par exemple, température, gain, courant d'injection du laser de pompage, etc.) sont à leurs valeurs maximales, en concordance avec les valeurs maximales absolues établies par le fabricant.

L'AO doit être considéré comme une "boîte noire", comme indiqué à la Figure 1. Le module AO doit avoir deux accès optiques, c'est-à-dire un accès d'entrée et un accès de sortie (Figure 1a)). L'EAO et le RAO doivent être considérés comme intégrés à l'AO du côté de l'émetteur ou du récepteur, respectivement. Les deux types d'intégration impliquent que la connexion entre l'émetteur ou le récepteur et l'AO soient propriétaires et ne doivent pas être spécifiés. En conséquence, seulement l'accès optique de sortie peut être défini pour l'EAO (après l'AO, selon la Figure 1b), et seulement l'accès optique d'entrée pour le RAO (devant l'AO, selon la Figure 1c)). Les accès optiques peuvent être constitués de fibres sans terminaison ou de connecteurs optiques. Les connexions électriques pour l'alimentation (non indiquées à la Figure 1) sont aussi nécessaires. En conséquence de cette considération "boîte noire", la perte typique d'une connexion et l'incertitude correspondante seront incluses dans les paramètres de gain, de facteur de bruit et dans d'autres paramètres du module AO.

NOTE 2 Pour les amplificateurs répartis, décrits à l'Article 4, cette configuration de boîte noire peut être simulée pour les essais, par exemple en fixant une fibre de référence pour l'essai d'une unité de pompage Raman.

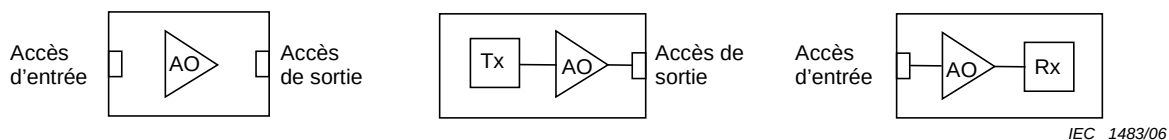


Figure 1a – Dispositif AO

Figure 1b – EAO

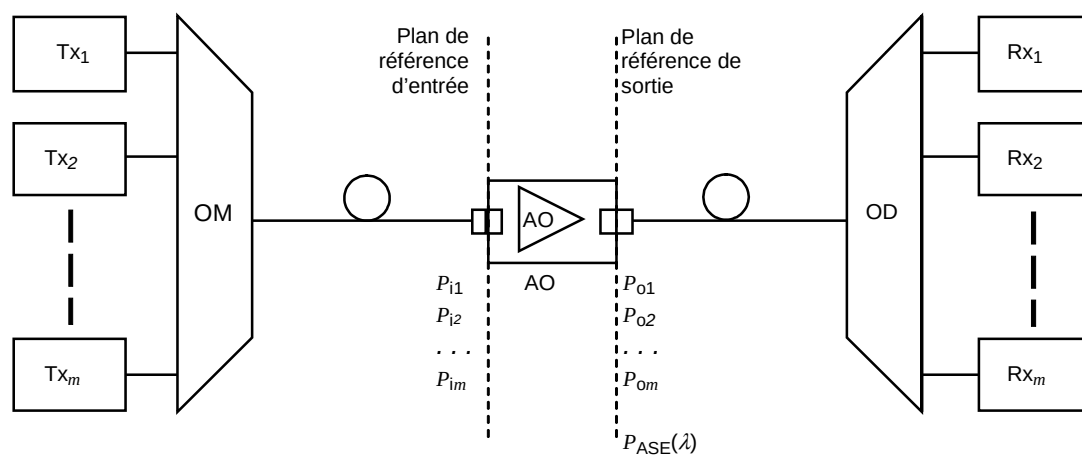
Figure 1c – RAO

Figure 1 – Module et systèmes AO

L'AO amplifie les signaux dans une bande nominale de longueur d'onde de fonctionnement. En outre, pour certaines applications, d'autres signaux de longueurs d'onde extérieures à la bande nominale de fonctionnement peuvent également traverser l'AO. L'utilisation de ces signaux hors-bande et leur longueur d'onde, ou bande de longueur d'onde, peut être définie dans les spécifications particulières.

Lorsque des signaux à des longueurs d'onde multiples sont incidents sur l'AO, comme c'est le cas dans des systèmes aux canaux multiples, un ajustement adapté des définitions de certains paramètres existants applicables est nécessaire ainsi que l'introduction de définitions de nouveaux paramètres correspondant à cette application différente.

Une configuration typique d'un AO dans une application aux canaux multiples est illustrée à la Figure 2. Du côté de l'émetteur, les signaux m provenant des émetteurs optiques m $Tx_1, Tx_2, \dots, Tx_m$, chacun avec une longueur d'onde unique, $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$, respectivement, sont combinés par un multiplexeur unique (OM). Du côté du récepteur, les signaux m à $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$, sont séparés avec un démultiplexeur optique (OD) et dirigés vers des récepteurs optiques séparés, $Rx_1, Rx_2, \dots, Rx_m$, respectivement. Pour caractériser l'AO dans cette application à canaux multiples, un plan de référence d'entrée et un plan de référence de sortie sont définis aux accès d'entrée et de sortie de l'AO respectivement, comme l'illustre la Figure 2.



IEC 1484/06

Figure 2 – Amplificateur optique dans une application à canaux multiples

Au niveau du plan de référence d'entrée, les signaux d'entrée, m aux longueurs d'onde m sont prises en compte, chacune avec un niveau de puissance unique, $P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{im}$, respectivement. Au niveau du plan de référence de sortie, les signaux de sortie, m aux longueurs d'onde m , résultant de l'amplification optique des signaux d'entrée m correspondants, sont pris en compte, chacun avec un niveau de puissance $P_{o1}, P_{o2}, \dots, P_{om}$, respectivement. De plus, l'émission amplifiée spontanée, ESA, à une densité spectrale de la puissance du bruit, $P_{ASE}(\lambda)$, doit également être prise en compte au niveau de l'accès de sortie de l'AO.

La plupart des définitions des paramètres applicables à un seul canal peuvent être étendues de façon appropriée à des applications à canaux multiples. Lorsque cette extension est simple, le mot «canal» est à ajouter au paramètre adéquat. En particulier, le facteur de bruit et le facteur de bruit spontané du signal peuvent être étendus à des applications aux canaux multiples, canal par canal, en prenant en considération la valeur de $P_{ASE}(\lambda)$ à chaque longueur d'onde du canal et la largeur de bande du signal du canal. Pour chaque longueur d'onde du canal, il y a une valeur unique de facteur de bruit qui est fonction du niveau de puissance d'entrée de tous les signaux. Dans ce cas, les paramètres facteur de bruit du canal et facteur de bruit signal-émission spontanée du canal sont introduits. Cependant, il est également nécessaire de définir certains paramètres supplémentaires. Pour chaque paramètre, il est nécessaire de spécifier la configuration particulière des canaux multiples, y compris le jeu complet de longueurs d'onde du signal et de puissances d'entrée.

NOTE 3 Sauf lorsque c'est indiqué, les puissances optiques citées dans ce qui suit sont supposées être des puissances moyennes.

NOTE 4 Les paramètres définis ci-dessous dépendent en général aussi de la température et de l'état de polarisation des canaux d'entrée. Il convient de maintenir constants ou de contrôler ou encore de mesurer la température et l'état de polarisation et de les indiquer dans un rapport, avec le paramètre mesuré.

NOTE 5 Il convient de noter que les puissances optiques mesurées sont celles de faisceau ouvert: cela peut entraîner des différences d'environ 0,18 dB dans la mesure des niveaux de puissance absolue..

NOTE 6 Dans le cas de l'amplificateur réparti, tous les paramètres sont liés à une fibre de référence appropriée utilisée pour émuler la fibre de transmission conjointement à l'ensemble de pompage.

3.2 Termes et définitions

3.2.1 Modules d'AO et amplificateurs répartis

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

NOTE Ces termes et conditions s'appliquent aussi, en général, aux amplificateurs optiques des séries CEI 61290 et CEI 61291.

3.2.1.1

gain

dans un AO connecté extérieurement à une fibre jarretière d'entrée, augmentation de la puissance optique du signal, de la sortie de la fibre connectée au port de sortie de l'AO et exprimée en dB

Note 1 à l'article: Le gain inclut la perte de connexion entre la fibre jarretière d'entrée et le port d'entrée de l'AO.

Note 2 à l'article: On suppose que les fibres jarretières sont de même type que les fibres utilisées pour les ports d'entrée et de sortie de l'AO.

Note 3 à l'article: Il convient de prendre des précautions pour éliminer la puissance due à l'émission spontanée amplifiée de la puissance optique du signal.

3.2.1.2

gain petits signaux

gain de l'amplificateur fonctionnant en régime linéaire lorsque le gain est pratiquement indépendant de la puissance optique du signal entrant, pour une longueur d'onde donnée du signal et un niveau donné de la puissance optique de pompe

Note 1 à l'article: Cette propriété peut être définie pour des valeurs discrètes de longueur d'onde ou en fonction de la longueur d'onde.

3.2.1.3

gain inverse

gain mesuré lorsqu'on utilise l'accès d'entrée de l'AO comme accès de sortie et vice versa

3.2.1.4

gain petits signaux inverse

gain petits signaux mesuré lorsqu'on utilise l'accès d'entrée de l'AO comme accès de sortie et vice versa

3.2.1.5

gain maximal

valeur de gain la plus élevée qui peut être obtenu lorsque l'AO fonctionne dans les conditions de fonctionnement nominales définies

3.2.1.6

gain petits signaux maximal

valeur la plus élevée du gain petits signaux lorsque l'AO fonctionne dans les conditions de fonctionnement nominales déclarées

3.2.1.7

longueur d'onde du gain maximal

longueur d'onde à laquelle le gain maximal se produit

3.2.1.8**longueur d'onde du gain maximal en petits signaux**

longueur d'onde pour laquelle on obtient le gain petits signaux maximal

3.2.1.9**variation en fonction de la longueur d'onde**

variation crête à crête de la valeur du gain sur une plage donnée de longueur d'onde

3.2.1.10**variation du gain en petits signaux en fonction de la longueur d'onde**

variation crête à crête de la valeur du gain petits signaux sur une plage donnée de longueur d'onde

3.2.1.11**pente du gain lors du fonctionnement à longueur d'onde unique** (pour un fonctionnement en analogique)

en présence d'un signal à longueur d'onde spécifiée et à puissance d'entrée spécifiées, dérivée du gain d'un petit détecteur en fonction de la longueur d'onde, à la longueur d'onde du signal

Note 1 à l'article: Il faut que le niveau de puissance totale moyennée du détecteur soit au minimum 20 dB au-dessous du niveau de signal d'entrée, pour minimiser l'effet sur le profil de gain de longueur d'onde.

3.2.1.12**gain en fonction de la polarisation****PDG¹**

variation maximale du gain AO attribuable à une variation de l'état de polarisation du signal d'entrée, dans des conditions nominales de fonctionnement

Note 1 à l'article: Une source de PDG dans les AO est la perte en fonction de la polarisation des composants passifs utilisés à l'intérieur.

3.2.1.13**gain de canal** (pour fonctionnement à plusieurs canaux)

gain pour chaque canal (à la longueur d'onde λ_j) dans une configuration spécifiée à canaux multiples

Le gain de canal peut être exprimé comme suit (P_{ij} et P_{oj} étant respectivement les niveaux de puissance d'entrée et de sortie, en dBm, du j -ème canal et $j = 1, 2, \dots, n$; n nombre total de canaux):

$$G_j = P_{oj} - P_{ij}$$

Note 1 à l'article: Le gain de canal est exprimé en dB.

Note 2 à l'article: Étant donné que le niveau de puissance de saturation de l'amplificateur est déterminé par l'effet combiné des signaux d'entrée à toutes les longueurs d'onde, le gain de canal dépend du niveau de puissance d'entrée de tous les signaux.

3.2.1.14**variation du gain de canaux multiples (différence de gain entre canaux)** (pour fonctionnement à plusieurs canaux)

différence entre les gains de canal de deux canaux quelconques dans une configuration à canaux multiples

La variation du gain de canaux multiples peut être exprimée comme suit (G_j et G_l étant respectivement les gains de canaux du j -ème et l -ème canal et $j, l = 1, 2, \dots, n$; $j \neq l$; n nombre total de canaux):

¹ PDG = Polarization dependent gain.

$$\Delta G_{jl} = G_j - G_l$$

Note 1 à l'article: La variation du gain de canaux multiples est exprimée en dB.

Note 2 à l'article: Généralement, ce paramètre est spécifié comme la variation maximale du gain de canaux multiples, prévue comme la valeur absolue maximale de variation du gain de canaux multiples, en prenant en considération toutes les combinaisons possibles de paires de canaux. Les niveaux de puissance d'entrée seraient normalement réglés à leurs valeurs minimales et maximales spécifiées. Les niveaux de puissance d'entrée peuvent également être spécifiés pour atteindre certaines valeurs de gain ou des niveaux de puissance de sortie totale. La variation maximale du gain de canaux multiples peut être exprimée comme suit:

$$\Delta G_{\text{MAX}} = \text{MAX}_{j,l} \{|\Delta G_{jl}|\}$$

Note 3 à l'article: La variation maximale du gain de canaux multiples est exprimée en dB.

Note 4 à l'article: On désigne souvent ce paramètre sous le terme d'homogénéité de gain.

3.2.1.15

saturation croisée du gain (pour fonctionnement à plusieurs canaux)

rapport de la variation du gain d'un canal, ΔG_j , à une variation donnée du niveau de puissance d'entrée d'un autre canal, ΔP_l , tandis que les niveaux de puissance d'entrée de tous les autres canaux sont maintenus constants, dans une configuration à canaux multiples spécifiée

La saturation croisée du gain peut être exprimée comme suit ($j, l = 1, 2, \dots, n; j \neq l; n$ nombre total de canaux):

$$GXS_{jl} = \Delta G_j / \Delta P_l$$

Note 1 à l'article: La saturation croisée du gain est exprimée en dB par dB.

Note 2 à l'article: Normalement, ce paramètre est spécifié pour une distribution de puissance d'entrée initiale parmi les canaux dans lesquels chaque canal est au niveau de puissance minimal autorisé. D'autres distributions peuvent être indiquées dans la spécification de produits appropriée.

3.2.1.16

diaphonie entre canaux (pour fonctionnement à plusieurs canaux) à l'étude.

3.2.1.17

différence de variation de gain de canaux multiples (différence de variation de gain entre canaux) (canaux multiples)

pour une attribution de canaux spécifiée, la différence de variation de gain dans un canal par rapport à la variation de gain d'un autre canal pour deux ensembles spécifiés de puissances d'entrée de canal

La différence de variation de gain de canaux multiples peut être exprimée comme suit ($G_j^{(1)}$, $G_j^{(2)}$ et $G_l^{(1)}$, $G_l^{(2)}$ étant les gains de canal du j -ème et du l -ème canal à chacun des deux ensembles spécifiés de puissances d'entrée de canal (1) et (2) respectivement, et $j, l = 1, 2, \dots, n; n$ nombre total de canaux):

$$GD_{jl} = [G_j^{(1)} - G_j^{(2)}] - [G_l^{(1)} - G_l^{(2)}]$$

Note 1 à l'article: La différence de variation du gain de canaux multiples est exprimée en dB.

Note 2 à l'article: Les deux ensembles spécifiés de puissance d'entrée de canal sont en général: (1) tous les niveaux de puissance d'entrée réglés à la valeur minimale et (2) tous les niveaux de puissance d'entrée réglés à la valeur maximale.

Note 3 à l'article: Généralement, la différence maximale de variation du gain de canaux multiples est spécifiée. Différents jeux de conditions d'entrée pourraient être définis dans la spécification de produit appropriée.

Note 4 à l'article: Le niveau de puissance d'ESA transmise peut être applicable aux AO utilisés comme préamplificateurs ou amplificateurs de ligne. Dans ce cas, la puissance d'entrée du canal comprendra la contribution d'ESA transmise provenant d'AO précédents.

Note 5 à l'article: Ce paramètre peut être utilisé à la place du saut de gain de canaux multiples lorsque la définition du saut de gain ne peut pas être appliquée.

3.2.1.18

saut de gain de canaux multiples (rapport de la variation de gain entre canaux ou saut de gain dynamique) (pour fonctionnement à plusieurs canaux)

rapport des variations de gain dans chaque canal à la variation de gain à un canal de référence lorsque les conditions d'entrée sont modifiées d'un jeu de puissances de canal d'entrée à un second jeu de puissances de canal d'entrée

Le saut de gain de canaux multiples peut être exprimé comme suit ($G_j^{(1)}$, $G_j^{(2)}$ et $G_r^{(1)}$, $G_r^{(2)}$ étant respectivement les gains de canal du j -ème canal et du canal de référence à chacun des deux ensembles spécifiés de puissances d'entrée de canal et $j = 1, 2, \dots, n$; n nombre total de canaux):

$$GT_j = [G_j^{(1)} - G_j^{(2)}] / [G_r^{(1)} - G_r^{(2)}]$$

Note 1 à l'article: Le saut de gain de canaux multiples est exprimé en dB par dB.

Note 2 à l'article: Le saut de gain de canaux multiples est normalement utilisé pour prédire les gains pour chaque canal pour divers jeux de puissances de canal d'entrée fondés sur des variations observées du canal de référence.

Note 3 à l'article: Les jeux de puissances de canal d'entrée sont généralement ceux dans lesquels (1) tous les niveaux de puissance sont réglés de façon égale au maximum autorisé et (2) toutes les puissances sont réglées de façon égale au minimum autorisé.

Note 4 à l'article: Il convient de spécifier le canal de référence dans la spécification de produit appropriée. Le saut de gain de canaux multiples du canal de référence est par définition égal à 1 dB/dB.

Note 5 à l'article: L'application du saut de gain de canaux multiples à la prédiction du gain de canal dans différentes conditions pourrait être altérée dans le cas d'amplificateurs à étages multiples hybrides, de supports de gain non homogènes et en particulier pour des amplificateurs avec commande automatique de gain.

3.2.1.19

(retiré)

3.2.1.20

(retiré)

3.2.1.21

(retiré)

3.2.1.22

gain on-off (uniquement applicable aux amplificateurs répartis)

augmentation de la puissance optique de signal en sortie d'une fibre optique fournissant une amplification répartie lorsque le pompage est actif, par rapport au cas où le pompage est désactivé, exprimé en dB. On le désigne souvent sous le terme de "gain effectif".

Note à l'article: Le gain on-off diffère du gain dans la mesure où il ne compare pas la puissance de signal de sortie avec la puissance du signal d'entrée, étant donné que cela comprend l'affaiblissement de la fibre et que cette perte peut être associée au système de transmission plutôt qu'à l'amplificateur. La valeur pour un gain on-off est ainsi plus élevée que pour le gain, de par la quantité de perte passive entre l'entrée et la sortie.

3.2.1.23

gain on-off net (uniquement applicable aux amplificateurs répartis)

augmentation de la puissance optique de signal de sortie d'une fibre optique fournissant l'amplification répartie lorsque le pompage est actif comparé au cas où aucun matériel supplémentaire à fibres optiques n'est installé sur la fibre pour fournir l'amplification répartie

3.2.1.24

bande de longueur d'onde

plage de longueurs d'onde dans laquelle la puissance du signal de sortie de l'AO est maintenue dans la plage spécifiée de puissance de sortie, quand la puissance du signal d'entrée reste dans la plage spécifiée de puissance d'entrée

3.2.1.25

bande de longueur d'onde du signal disponible (seulement pour les préamplificateurs à filtre(s) optique(s))

bande de longueur d'onde préamplifiée résultante, y compris l'effet du (des) filtre(s) optique(s)

3.2.1.26

plage de longueur d'onde réglable (seulement pour les préamplificateurs à filtre(s) optique(s) réglable(s))

plage de longueurs d'onde, dans la bande de longueur d'onde, dans laquelle on peut régler le(s) filtre(s) optique(s) réglable(s) interne(s) au préamplificateur

3.2.1.27

attribution de canal (pour fonctionnement à plusieurs canaux)

l'attribution de canal est donnée par le nombre de canaux, les fréquences/longueurs d'onde centrales nominales des canaux et leur tolérance de fréquence/longueur d'onde centrale

3.2.1.28

stabilité du gain

degré de fluctuation du gain exprimé par le rapport (en dB) des valeurs maximale et minimale du gain, pour une certaine période d'essai spécifiée, et dans des conditions de fonctionnement nominales

3.2.1.29

stabilité du gain en petits signaux

degré de fluctuation du gain en petits signaux, exprimé par le rapport (en dB) des valeurs maximale et minimale du gain en petits signaux, pour une certaine période d'essai spécifiée, et dans des conditions de fonctionnement nominales

3.2.1.30

variation maximale du gain en fonction de la température

variation du gain pour les variations de température dans une plage spécifiée exprimée en dB

3.2.1.31

variation maximale du gain en petits signaux en fonction de la température

variation du gain petits signaux pour les variations de température dans une plage spécifiée exprimée en dB

3.2.1.32

stabilité de sortie grands signaux

degré de fluctuation de la puissance optique de sortie exprimée par le rapport (en dB) des puissances optiques du signal de sortie maximal et minimal, pour une certaine période d'essai spécifiée, dans des conditions nominales de fonctionnement et pour une grande puissance optique du signal d'entrée spécifiée

3.2.1.33

puissance de sortie en saturation (puissance de compression du gain)

niveau de puissance optique associé au signal de sortie au-dessus duquel le gain est réduit de N dB (typiquement $N = 3$) par rapport au gain petits signaux, à la longueur d'onde du signal

Note 1 à l'article: Il convient d'établir la longueur d'onde à laquelle le paramètre est spécifié.

3.2.1.34

puissance nominale du signal de sortie

puissance optique minimale du signal de sortie pour une puissance optique spécifiée du signal d'entrée dans des conditions de fonctionnement nominales

3.2.1.35

puissance maximale du signal de sortie

puissance optique la plus élevée associée au signal de sortie qui peut être obtenue de l'AO dans des conditions de fonctionnement nominales

3.2.1.36

plage de puissance d'entrée

plage des niveaux de puissance optique tel que, pour n'importe quelle puissance du signal d'entrée de l'AO appartenant à cette plage, la puissance optique correspondante du signal de sortie se trouve dans la plage spécifiée de puissance de sortie, dans laquelle la performance de l'AO est assurée

3.2.1.37

plage de puissance de sortie

plage des niveaux de puissance optique, dans lequel se situe la puissance optique du signal de sortie de l'AO, lorsque la puissance optique correspondante du signal d'entrée se trouve dans une plage spécifiée de puissance d'entrée, là où la performance de l'AO est assurée

3.2.1.38

facteur de bruit

NF

diminution du rapport signal à bruit (SNR), à la sortie d'un détecteur optique ayant un rendement quantique égal à un et un bruit en excès nul, en raison de la propagation d'un signal impulsif limité en bruit à travers l'amplificateur optique, exprimé en décibels (dB)

Note 1 à l'article: Il convient d'établir les conditions de fonctionnement pour lesquelles le facteur de bruit est spécifié.

Note 2 à l'article: Cette propriété peut être déterminée pour une valeur discrète de longueur d'onde ou en fonction de la longueur d'onde.

Note 3 à l'article: La dégradation du bruit due à l'AO est attribuable à différents facteurs, par exemple le bruit de battement signal/émission spontanée, le bruit de battement émission spontanée/émission spontanée, le bruit dû aux réflexions internes, le bruit de grenaille, le bruit de grenaille de l'émission spontanée. Chacun de ces facteurs dépend de différentes conditions qu'il convient de spécifier pour permettre une évaluation correcte du facteur de bruit.

Note 4 à l'article: Par convention, ce facteur de bruit est un nombre positif.

Note 5 à l'article: Quand il s'agit des AO pour les applications analogiques, le facteur de bruit représente aussi le rapport entre l'entrée et les rapports porteuse à bruit de sortie.

3.2.1.39

facteur de bruit linéaire

F

facteur de bruit exprimé sous forme linéaire

3.2.1.40

facteur de bruit de canal (pour fonctionnement à plusieurs canaux)

pour une configuration spécifiée à plusieurs canaux, facteur de bruit pour chaque canal dans une largeur de bande optique spécifiée

Note 1 à l'article: Le facteur de bruit de canal est exprimé en dB.

3.2.1.41

facteur de mérite de l'interférence à trajets multiples (MPI²)

contribution du facteur de bruit causée par l'interférence à trajets multiples sur toutes les fréquences de la bande de base

² MPI = Multi-path interference.

Note 1 à l'article: Par exemple, l'interférence à trajets multiples peut être provoquée par des réflexions partielles successives dans le trajet optique.

3.2.1.42

facteur de mérite de la double diffusion de Rayleigh

contribution du facteur de bruit causée par l'interférence à trajets multiples en raison de la diffusion de Rayleigh sur toutes les fréquences de la bande de base

Note 1 à l'article: La double diffusion de Rayleigh est particulièrement applicable aux amplificateurs de Raman à fibre, à la fois répartis et discrets, du fait de grandes longueurs de fibres amplificatrices fournissant des quantités substantielles de lumière diffusée ainsi que le gain. D'autres amplificateurs à fibre avec gain élevé et longues fibres peuvent également présenter cet effet. La contribution devient plus grande à des niveaux de gains supérieurs.

3.2.1.43

contribution au facteur de bruit indépendant de la fréquence

le facteur de bruit à l'exclusion de l'interférence à trajets multiples

3.2.1.44

facteur de bruit signal/émission spontanée

NF_{sig-sp}

contribution au facteur de bruit due au bruit de battement du signal et de l'émission spontanée, exprimé en dB

3.2.1.45

facteur de bruit signal/émission spontanée du canal (pour fonctionnement à plusieurs canaux)

facteur de bruit signal/émission spontanée pour chaque canal dans une configuration spécifiée à plusieurs canaux, exprimé en dB

3.2.1.46

largeur de bande optique équivalente spontanée-spontanée

B_{sp-sp}

largeur de bande optique équivalente par laquelle le carré de la densité de puissance spectrale de l'ESA, ρ_{ASE} , à la fréquence du signal optique, ν_{SIG} , est multiplié afin d'obtenir l'intégrale du carré de la densité de puissance spectrale de l'ESA sur la totalité de la largeur de bande de l'ESA, B_{ASE} , telle que:

$$B_{sp-sp} = \rho_{ASE}^{-2}(\nu_{sig}) \cdot \int_{B_{ASE}} \rho_{ASE}^2(\nu) d\nu$$

Note 1 à l'article: La largeur de bande optique équivalente spontanée-spontanée peut être minimisée en utilisant un filtre optique en sortie d'AO.

Note 2 à l'article: Ce paramètre est relatif à la génération du bruit de battement spontané-spontané et donc nécessite l'utilisation du carré de la densité de puissance spectrale de l'ESA.

3.2.1.47

facteur de bruit total équivalent (uniquement applicable aux amplificateurs répartis)

diminution du rapport signal à bruit (SNR) à la sortie du détecteur optique ayant un rendement quantique égal à un et un bruit en excès nul, en raison de la propagation d'un signal limité par le bruit de grenaille à travers une fibre optique fournissant une amplification répartie lorsque le pompage est actif comparé au cas où le pompage est désactivé, exprimé en décibels

Note 1 à l'article: Le facteur de bruit efficace diffère du facteur de bruit dans ce sens où il ne compare pas le SNR en sortie avec le SNR en entrée de l'amplificateur. L'augmentation d'intensité du signal applicable à la variation du SNR est ainsi le gain efficace plutôt que le gain. En particulier, la contribution du facteur de bruit signal/émission spontanée, qui peut être calculée par la différence entre la puissance de l'ESA et le gain exprimé en dB, est alors réduite dans le facteur de bruit efficace par la quantité de perte passive entre l'entrée et la sortie. Il est ainsi possible pour le facteur de bruit efficace d'amplification répartie d'être négatif, et exprimé en dB.

Note 2 à l'article: Le facteur de bruit efficace peut être compris comme le facteur de bruit d'un amplificateur optique discret équivalent placé à l'extrémité d'une fibre optique, ce qui produit le gain efficace et la même

puissance de sortie d'ESA que l'amplification répartie. Du fait que l'ESA produite dans la fibre de l'amplificateur réparti est également partiellement réduite par l'affaiblissement de cette fibre, la puissance de sortie de l'ESA peut être inférieure à ce qui est physiquement réalisable d'un tel amplificateur discret.

3.2.1.48

facteur de bruit signal/émission spontanée équivalent (uniquement applicable aux amplificateurs répartis)

contribution au facteur de bruit total équivalent due au bruit de battement du signal et de l'émission spontanée

3.2.1.49

dispersion du mode de polarisation

PMD

lorsqu'un signal optique traverse un composant ou un ensemble à fibres optiques (tel qu'un amplificateur optique), la variation de la forme et de la largeur efficace de l'impulsion en raison de la différence moyenne de temps de propagation entre les deux états principaux de polarisation (PSP), c'est-à-dire le retard de groupe différentiel (DGD), et de la distorsion de forme d'onde pour chaque PSP, est appelée PMD. La PMD, ainsi que la perte en fonction de la polarisation (PDL) et le gain en fonction de la polarisation (PDG), peuvent introduire de grandes distorsions de formes d'onde conduisant à une augmentation inacceptable du taux d'erreur binaire.

Note 1 à l'article: La PMD peut dépendre de la température et d'autres conditions de fonctionnement.

3.2.1.50

principaux états de polarisation

PSP

à une fréquence (ou une longueur d'onde) donnée, deux états d'entrée orthogonaux de polarisation pour lesquels les états de sortie correspondants de polarisation (SOP) sont indépendants de la fréquence optique de premier ordre

Note 1 à l'article: Un composant ou un sous-système à fibres optiques est généralement caractérisé par deux PSP qui sont fonction de la biréfringence intrinsèque du matériau et des contraintes externes et internes induites agissant sur celui-ci.

Note 2 à l'article: Le DGD entre ces deux PSP peut varier avec le temps et la longueur d'onde.

Note 3 à l'article: Un signal dont le SOP est aligné avec un des PSP ne sera pas affecté par la quantité de PMD, au moins au premier ordre.

3.2.1.51

niveau de puissance d'ESA transmise

puissance optique dans une plage de longueurs d'onde spécifiée associée avec l'ESA (émission spontanée amplifiée) sortant du port de sortie optique, dans des conditions nominales de fonctionnement

Note 1 à l'article: Ce paramètre est particulièrement important pour les AO utilisés comme préamplificateurs ou amplificateurs de ligne et il dépend principalement du filtre utilisé.

Note 2 à l'article: Il convient d'établir les conditions de fonctionnement (par exemple le gain et la puissance optique du signal d'entrée) pour lesquelles l'ESA est spécifiée.

3.2.1.52

niveau de puissance d'ESA réfléchi

puissance optique dans une plage de longueurs d'onde spécifiée associée avec l'ESA sortant du port d'entrée optique dans des conditions de fonctionnement nominales

3.2.1.53

Largeur de bande de l'ESA

écart entre deux longueurs d'onde pour lesquelles on observe une diminution spécifiée de l'ESA en sortie par rapport à la valeur de crête de l'ESA sur le spectre de sortie

Note 1 à l'article: Une diminution de 30 dB à 40 dB est considérée comme correcte.

Note 2 à l'article: Il peut être nécessaire d'effectuer une extrapolation pour tenir compte des distorsions possibles du spectre mesuré introduites par la fuite de pompe.

3.2.1.54

réflectance d'entrée maximale

fraction maximale de la puissance optique incidente, à la longueur d'onde de fonctionnement et sur tous les états de polarisation de la lumière d'entrée, réfléchi par l'AO à partir du port d'entrée (exprimée en dB), dans des conditions nominales de fonctionnement

Note 1 à l'article: La mesure est réalisée avec une puissance optique du signal d'entrée donnée.

3.2.1.55

réflectance d'entrée minimale

fraction minimale de la puissance optique incidente, à la longueur d'onde de fonctionnement et sur tous les états de polarisation de la lumière d'entrée, réfléchi par l'AO à partir du port d'entrée (exprimée en dB), dans des conditions nominales de fonctionnement

Note 1 à l'article: La mesure est réalisée avec une puissance optique du signal d'entrée donnée.

3.2.1.56

réflectance en sortie

fraction de la puissance optique incidente réfléchi par l'AO à partir du port de sortie (exprimée en dB) dans des conditions nominales de fonctionnement et pour une longueur d'onde donnée

Note 1 à l'article: La mesure est réalisée avec une puissance optique du signal d'entrée donnée.

3.2.1.57

réflectance maximale tolérable à l'entrée

fraction maximale de la puissance (exprimée en dB) sortant du port d'entrée optique de l'AO, réfléchi dans l'AO lui-même, pour laquelle le dispositif est toujours conforme à ses spécifications

Note 1 à l'article: La mesure est réalisée avec une puissance optique du signal d'entrée donnée.

Note 2 à l'article: Le facteur de bruit est le paramètre le plus sensible à la réflectance.

3.2.1.58

réflectance maximale tolérable en sortie

fraction maximale de la puissance (exprimée en dB) sortant du port de sortie optique de l'AO, réfléchi dans l'AO lui-même pour laquelle le dispositif est toujours conforme à ses spécifications

Note 1 à l'article: La mesure est réalisée avec une puissance optique du signal d'entrée donnée.

Note 2 à l'article: Le facteur de bruit est le paramètre le plus sensible à la réflectance.

3.2.1.59

réflectance maximale tolérable à l'entrée et à la sortie

réflectance maximale de deux réflecteurs identiques placés simultanément à la fois sur les ports d'entrée et de sortie d'un AO pour laquelle l'AO conserve ses spécifications

Note 1 à l'article: La mesure est réalisée avec une puissance optique du signal d'entrée donnée.

Note 2 à l'article: Le facteur de bruit est le paramètre le plus sensible à la réflectance.

3.2.1.60

fuite de pompe en sortie

puissance optique de la pompe émise à partir de l'accès de sortie de l'AO

Note 1 à l'article: La mesure est réalisée avec une puissance optique du signal d'entrée donnée.

Note 2 à l'article: La fuite maximale de pompe en sortie a lieu lorsque aucun signal d'entrée n'est appliqué.

3.2.1.61**fuite de pompe en entrée**

puissance optique de la pompe émise à partir de l'accès d'entrée de l'AO

Note 1 à l'article: La mesure est réalisée avec une puissance optique du signal d'entrée donnée.

Note 2 à l'article: La fuite maximale de pompe en entrée se produit lorsqu'il n'y a pas de signal d'entrée.

3.2.1.62**degré de polarisation****DOP**

(applicable aux dispositifs de pompage pour amplificateurs de Raman à fibre)
pour chaque longueur d'onde d'émission de la source de pompe optique, valeur

$$\frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\min}},$$

exprimée en pourcentage, où $P_{\max}$ et $P_{\min}$ sont respectivement les puissances de sortie optiques maximale et minimale de la source de pompage sur tous les états de polarisation à cette longueur d'onde d'émission et mesurés dans une largeur de bande spécifiée

Note 1 à l'article: Du fait que l'effet de Raman exploité dans les amplificateurs de Raman dépend de la polarisation, le degré de polarisation peut influencer le gain dépendant de la polarisation de l'amplificateur.

Note 2 à l'article: Du fait que les amplificateurs de Raman sont souvent pompés avec plusieurs longueurs d'onde et des lasers multimodes, il est nécessaire de déterminer séparément le degré de polarisation à chaque longueur d'émission, plutôt que simplement le degré de polarisation de la sortie optique totale.

3.2.1.63**perte d'insertion hors-bande**

perte d'insertion de l'AO pour un signal à la ou aux longueur(s) d'onde hors-bande spécifiée(s)

3.2.1.64**perte d'insertion en retour hors-bande**

perte d'insertion de l'AO pour un signal à la ou aux longueur(s) d'onde hors-bande spécifiée(s), mesurée en utilisant l'accès d'entrée de l'AO comme accès de sortie et vice versa

3.2.1.65**perte d'insertion dans la bande**

dans les conditions où l'AO n'est pas alimenté électriquement, perte d'insertion du signal pour l'AO pour une valeur donnée de la longueur d'onde du signal d'entrée et un niveau donné de puissance du signal

Note 1 à l'article: Cette propriété peut être déterminée pour une valeur discrète de longueur d'onde ou en fonction de la longueur d'onde.

Note 2 à l'article: Il convient de prendre des précautions pour éliminer la contribution de l'ESA dans la mesure de ce paramètre.

Note 3 à l'article: La perte d'insertion dans la bande est fonction du niveau de puissance du signal à l'entrée.

3.2.1.66**exigences d'alimentation et de commande**

courants et/ou tensions ainsi que signaux électriques nécessaires au fonctionnement de l'AO dans les valeurs maximales indiquées

Note 1 à l'article: Les tolérances nécessaires sur l'alimentation électrique et les procédures d'enclenchement/déclenchement sont incluses.

3.2.1.67**puissance maximale consommée**

puissance électrique nécessaire pour faire fonctionner l'AO à l'intérieur des valeurs maximales absolues

3.2.1.68**dimensions externes et masse**

hauteur, longueur, largeur et masse maximales de l'AO

3.2.1.69**conditions d'environnement**

plage de température, niveaux d'humidité et de vibrations pour lesquelles l'AO peut être stocké, utilisé ou transporté en conservant les valeurs spécifiées de ses paramètres

3.2.1.70**température en fonctionnement**

plage de température à l'intérieur de laquelle l'AO peut fonctionner et toujours posséder tous ses paramètres spécifiés

3.2.1.71**humidité relative maximale en fonctionnement**

humidité relative maximale à laquelle l'AO peut fonctionner sans dégradation de ses paramètres spécifiés

3.2.1.72**niveau de vibrations maximal en fonctionnement**

niveau de vibrations maximal auquel l'AO peut fonctionner en conservant ses paramètres spécifiés

3.2.1.73**température de stockage**

plage de température à l'intérieur de laquelle l'AO peut être stocké en conservant ses paramètres spécifiés

3.2.1.74**humidité relative maximale de stockage**

humidité relative maximale à laquelle l'AO peut être stocké en conservant ses paramètres spécifiés

3.2.1.75**niveau maximal de vibrations/chocs pour le transport**

niveau de vibrations/chocs maximal pour le transport n'entraînant pas de détérioration des valeurs spécifiées de l'AO

3.2.1.76**fiabilité**

espérance de vie utile. La fiabilité d'un AO est exprimée par l'un des deux paramètres suivants: moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF) ou unité d'intensité de défaillance ou nombre de défaillances dans un temps donné (FIT³)

Note 1 à l'article: La MTBF est la durée moyenne de fonctionnement continu de l'AO sans aucune défaillance dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement. Le FIT est le nombre de défaillances par 10⁹ heures dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement.

Note 2 à l'article: La qualification de fiabilité est traitée par la CEI 61291-5-2.

³ FIT = *Failure in time*.

3.2.1.77

sécurité

précautions ou normes agréées de sécurité que les fabricants, les installateurs et les opérateurs observeront pour un fonctionnement des AO en toute sécurité.

Note 1 à l'article: Sauf spécification contraire, il convient d'utiliser la CEI 60825-1 et la CEI 60825-2.

3.2.1.78

puissance totale de sortie maximale

niveau le plus élevé de la puissance optique au port de sortie de l'AO en fonctionnement à l'intérieur des valeurs maximales absolues

3.2.1.79

commande des alarmes à distance et locales

fonctions qui permettent la supervision du fonctionnement du système AO, par la détection et la signalisation de défauts possibles

3.2.1.80

connexions optiques

type de connecteurs et/ou de fibres utilisés pour les ports d'entrée et de sortie de l'AO

Note 1 à l'article: Il convient que les caractéristiques et performances optiques, mécaniques et d'environnement des connecteurs optiques et des fibres connectées soient en conformité avec la CEI 60874-1 et la CEI 60793-2, respectivement.

3.2.1.81

signal (préexistant) conservé

signal optique qui demeure (existe) après (avant) l'événement de suppression (d'ajout)

3.2.1.82

signal de saturation

signal optique désactivé (activé) par l'événement de suppression (d'ajout)

3.2.1.83

niveau de suppression (d'ajout)

quantité en dB pour laquelle la puissance d'entrée diminue (augmente) du fait de la suppression (l'ajout) de canaux

3.2.1.84

temps de montée lors de l'ajout

temps nécessaire pour que le signal optique d'entrée augmente de 10 % à 90 % de la différence totale entre les niveaux de signaux initiaux et finaux au cours d'un événement d'ajout

3.2.1.85

temps de descente lors de la suppression

temps nécessaire pour que le signal optique d'entrée baisse de 10 % à 90 % de la différence totale entre les niveaux de signaux initiaux et finaux au cours d'un événement de suppression

3.2.1.86

gain initial

gain du canal conservé (préexistant) avant un événement de suppression (d'ajout)

3.2.1.87

gain final

gain en état stable du canal conservé (préexistant) très longtemps (c'est-à-dire une fois le gain stabilisé) après un événement de suppression (d'ajout)

3.2.1.88**décalage de gain**

différence en dB entre le gain Initial et le gain final

Note 1 à l'article: Ce terme remplace la « réponse de gain régime établi pour l'ajout/la suppression de canal » de la deuxième édition.

3.2.1.89**constante de temps de la réponse du gain transitoire (temps d'établissement)**

quantité de temps nécessaire pour porter le gain du canal conservé (pré-existant) au gain final. Ce paramètre est le temps mesuré à partir du début de l'événement de suppression (d'ajout) qui a créé la réponse du gain transitoire, jusqu'au moment où le gain du canal conservé (préexistant) entre la première fois dans la bande de stabilité du gain centré sur le gain final.

Note 1 à l'article: Ce terme remplace le « temps de réponse transitoire pour l'ajout/la suppression de canal » de la deuxième édition.

3.2.1.90**dépassement positif du gain transitoire**

différence exprimée en dB entre le gain maximal du canal conservé (préexistant) atteint pendant la réponse transitoire de l'AFO à un événement de suppression (d'ajout), et la valeur la plus faible du gain initial et du gain final

Note 1 à l'article: Ce terme remplace partiellement et est plus précis que la « réponse de gain transitoire pour l'ajout/la suppression de canal » de la deuxième édition.

3.2.1.91**dépassement positif net du gain transitoire**

différence exprimée en dB entre le gain maximal du canal conservé (préexistant) atteint pendant la réponse transitoire de l'AFO à un événement de suppression (d'ajout), et la valeur la plus élevée du gain initial et du gain final Le dépassement positif net du gain transitoire est juste le dépassement positif du gain transitoire moins le décalage du gain, et représente la réponse transitoire réelle non liée à la dérive de l'amplificateur entre la condition d'état stable initial et la condition d'état stable final.

Note 1 à l'article: Ce terme remplace partiellement et est plus précis que la « réponse de gain transitoire pour l'ajout/la suppression de canal » de la deuxième édition.

3.2.1.92**dépassement négatif du gain transitoire**

différence exprimée en dB entre le gain minimal du canal conservé (préexistant) atteint pendant la réponse transitoire de l'AFO à un événement de suppression (d'ajout), et la valeur la plus élevée entre le gain initial et le gain final

Note 1 à l'article: Ce terme remplace partiellement et est plus précis que la « réponse de gain transitoire pour l'ajout/la suppression de canal » de la deuxième édition.

3.2.1.93**dépassement négatif net du gain transitoire**

différence exprimée en dB entre le gain minimal du canal survivant (préexistant) atteint pendant la réponse transitoire de l'AFO à un événement de suppression (d'ajout), et la valeur la plus faible du gain initial et du gain final Le dépassement négatif net du gain transitoire est juste le dépassement négatif de gain transitoire moins le décalage de gain, et représente la réponse transitoire réelle non liée à la modification de l'amplificateur passant de la condition d'état stable initial à la condition d'état stable final.

Note 1 à l'article: Ce terme remplace partiellement et est plus précis que la « réponse de gain transitoire pour l'ajout/la suppression de canal » de la deuxième édition.

3.2.1.94

ondulation du gain (particulièrement applicable aux dispositifs AOS)

variation crête à crête du gain sur une plage de longueurs d'onde donnée avec une résolution au sous-nanomètre en longueur d'onde.

3.2.2 Systèmes d'AO

Note 1 à l'article: Les définitions contenues dans ce paragraphe concernent les paramètres appropriés des systèmes élémentaires AO, c'est-à-dire les EAO (Émetteurs Amplifiés Optiquement) et les RAO (Récepteurs Amplifiés Optiquement).

3.2.2.1 Système AO générique

3.2.2.1.1

longueur d'onde du signal

longueur d'onde de la porteuse du signal optique

3.2.2.1.2

largeur de spectre du signal

largeur à mi-hauteur (FWHM) du spectre optique du signal

3.2.2.1.3

exigences d'alimentation et de commande

courants et/ou tensions ainsi que signaux électriques nécessaires au fonctionnement du système AO dans les valeurs maximales indiquées. Les tolérances nécessaires sur l'alimentation électrique/optique et les procédures d'enclenchement/déclenchement sont incluses.

3.2.2.1.4

puissance maximale consommée

puissance électrique nécessaire pour que le système AO fonctionne aux valeurs maximales déclarées

3.2.2.1.5

température en fonctionnement

plage de températures à l'intérieur de laquelle le système AO peut fonctionner et toujours posséder tous ses paramètres spécifiés

3.2.2.1.6

humidité relative maximale en fonctionnement

humidité relative maximale à laquelle le système AO peut fonctionner sans dégradation de ses paramètres spécifiés

3.2.2.1.7

niveau de vibrations maximal en fonctionnement

niveau de vibrations maximal auquel le système AO peut fonctionner en conservant tous ses paramètres spécifiés

3.2.2.1.8

température de stockage

plage de températures à l'intérieur de laquelle le système AO peut être stocké en conservant ses paramètres spécifiés

3.2.2.1.9

humidité relative maximale de stockage

humidité relative maximale à laquelle le système AO peut être stocké en conservant ses paramètres spécifiés

3.2.2.1.10**niveau maximal de vibrations/chocs pour le transport**

niveau de vibrations/chocs maximal pour le transport n'entraînant pas de détérioration des valeurs spécifiées du système AO

3.2.2.1.11**sécurité**

précautions ou normes agréées de sécurité que les fabricants, les installateurs et les opérateurs observeront pour un fonctionnement des systèmes AO en toute sécurité

NOTE Sauf spécification contraire, il convient d'utiliser la CEI 60825-1 et la CEI 60825-2.

3.2.2.1.12**fiabilité**

espérance de vie utile. La fiabilité d'un système AO est exprimée par l'un des deux paramètres suivants: moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF) ou unité d'intensité de défaillance ou nombre de défaillances dans un temps donné (FIT)

Note 1 à l'article: La MTBF est la durée moyenne de fonctionnement continu sans aucune défaillance dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement. Le FIT est le nombre de défaillances par 10^9 heures dans des conditions spécifiées de fonctionnement et d'environnement.

Note 2 à l'article: La qualification de fiabilité est traitée par la CEI 61291-5-2.

3.2.2.1.13**commande des alarmes à distance et locales**

fonctions qui permettent la supervision du fonctionnement du système AO, par la détection et la signalisation de défauts possibles

3.2.2.2 Système d'émetteurs amplifiés optiquement (EAO)**3.2.2.2.1****puissance du signal au connecteur de sortie**

puissance optique associée au signal sortant du port de sortie optique de l'EAO

3.2.2.2.2**plage de longueurs d'onde du signal en fonctionnement**

plage de longueurs d'onde dans laquelle la puissance du signal de sortie de l'EAO est gardée dans une plage de puissance de sortie spécifiée

3.2.2.2.3**Niveau de puissance de l'ESA**

puissance optique associée à l'ESA (Émission Spontanée Amplifiée) sortant du port de sortie optique de l'EAO dans des conditions nominales de fonctionnement

3.2.2.2.4**réflectance en sortie**

fraction de la puissance optique incidente pour la longueur d'onde de fonctionnement, réfléchi par l'EAO à partir du port de sortie optique (exprimé en dB) dans les conditions nominales de fonctionnement

3.2.2.2.5**puissance optique maximale réfléchi en inverse**

puissance optique maximale qui peut entrer dans le port de sortie de l'EAO

3.2.2.6.2**fuite de pompe en sortie**

puissance optique de pompe émise par le port de sortie de l'EAO dans des conditions de fonctionnement nominales

Note 1 à l'article: La mesure est réalisée pour une puissance optique du signal donnée.

Note 2 à l'article: La fuite de pompe maximale en sortie a lieu en l'absence de signal.

3.2.2.2.7

connexions optiques

types de connecteurs et/ou types de fibres servant de port de sortie de l'EAO

Note 1 à l'article: Il convient que les caractéristiques et les performances optiques, mécaniques et d'environnement des connecteurs optiques et des fibres connectées soient en accord avec la CEI 60874-1 et la CEI 60793-2, respectivement.

3.2.2.3 **Système de récepteurs amplifiés optiquement (RAO)**

3.2.2.3.1

sensibilité

puissance optique minimale associée au signal d'entrée, juste après le connecteur d'entrée nécessaire pour obtenir une valeur fixe de BER (par exemple, 10^{-10})

Note 1 à l'article: D'autres définitions peuvent être appliquées à ce paramètre et sont à l'étude.

3.2.2.3.2

plage de longueurs d'onde du signal en fonctionnement

plage de longueurs d'onde dans laquelle le RAO dispose de la sensibilité spécifiée et de la puissance d'entrée en surcharge à un BER spécifié (par exemple, 10^{-10}) et à un taux binaire spécifié

3.2.2.3.3

plage de longueurs d'onde réglable (seulement pour RAO avec filtre(s) optique(s) réglable(s))

plage de longueurs d'onde, dans la plage de longueurs d'onde du signal de fonctionnement, dans laquelle on peut régler le(s) filtre(s) optique(s) réglable(s) se trouvant dans le RAO

3.2.2.3.4

Niveau de puissance de l'ESA

puissance optique associée à l'ESA sortant du port d'entrée optique du RAO, pour les conditions nominales de fonctionnement

3.2.2.3.5

réflectance à l'entrée

fraction de la puissance optique incidente pour la longueur d'onde de fonctionnement, réfléchi par le RAO à partir du port d'entrée optique, exprimée en dB, dans des conditions nominales de fonctionnement

3.2.2.3.6

Largeur de bande du filtre de l'ESA

longueur d'onde FWHM du filtre de l'ESA

Note 1 à l'article: La largeur du filtre de l'ESA fixe la largeur de bande maximale du signal d'entrée.

3.2.2.3.7

puissance optique maximale en entrée

puissance optique maximale qui peut entrer dans le port d'entrée du RAO sans dégradation de ses paramètres spécifiés

3.2.2.3.8

fuite de pompe en entrée

puissance optique de pompe émise du port d'entrée du RAO dans des conditions nominales de fonctionnement

Note 1 à l'article: La mesure est réalisée avec une puissance optique du signal d'entrée donnée.

Note 2 à l'article: La fuite maximale de pompe en entrée se produit en l'absence de signal d'entrée.

3.2.2.3.9

connexions optiques

type de connecteurs et/ou type de fibres utilisés pour le port d'entrée du RAO

Note 1 à l'article: Il convient que les caractéristiques et les performances optiques, mécaniques et d'environnement des connecteurs optiques et des fibres connectées soient conformes avec la CEI 60874-1 et la CEI 60793-2, respectivement.

3.3 Abréviations

Chaque abréviation introduite dans la présente Norme internationale est expliquée dans le texte, au moins lors de sa première apparition. Cependant, pour une meilleure compréhension de l'ensemble du texte, une liste de toutes les abréviations utilisées dans la présente Norme internationale est fournie ci-après.

AFO	Amplificateur à fibres optiques
AO	Amplificateur optique
AOS	Amplificateur optique à semiconducteur
ASO	Analyseur de spectre optique
BER	Taux d'erreur binaire (<i>Bit error ratio</i>)
CEM	Compatibilité électromagnétique (<i>Electromagnetic compatibility</i>)
DES	Décharge électrostatique
DGD	Retard de groupe différentiel (<i>Differential group delay</i>)
DOP	Degré de polarisation (<i>Degree of polarization</i>)
EAO	Émetteur amplifié optiquement
EDFA	Amplificateur à fibre dopée à l'erbium (<i>Erbium-doped fibre amplifier</i>)
ESA	Émission spontanée amplifiée
FIT	Nombre de défaillances dans un temps donné (<i>Failure in time</i>)
FWHM	Largeur à mi-hauteur (<i>Full-width half maximum</i>)
MPI	Interférence à trajets multiples (<i>Multipath interference</i>)
MTBF	Temps moyen entre défaillances (<i>Mean time between failures</i>)
NF	Facteur de bruit (<i>Noise figure</i>)
OD	Démultiplexeur optique (<i>Optical demultiplexer</i>)
OM	Multiplexeur optique (<i>Optical multiplexer</i>)
PDG	Gain en fonction de la polarisation (<i>Polarization dependent gain</i>)
PDL	Perte dépendant de la polarisation (<i>Polarization dependent loss</i>)
PMD	Dispersion du mode de polarisation (<i>Polarization mode dispersion</i>)
POWA	Amplificateur de guide d'onde optique plan (<i>Planar optical waveguide Amplifier</i>)
PSP	État principal de polarisation (<i>Principal state of polarization</i>)
RAO	Récepteur amplifié optiquement
Rx	Récepteur optique (<i>Optical receiver</i>)
SNR	Rapport signal à bruit (<i>Signal-to-noise ratio</i>)
SOP	État de polarisation (<i>State of polarization</i>)
Tx	Émetteur optique (<i>Optical transmitter</i>)

4 Classification

Différentes catégories d'application d'AO peuvent être envisagées en fonction de la technologie employée et de l'utilisation de l'AO lui-même. La classification des technologies pour les amplificateurs optiques est fournie dans la CEI 61292-3.

Ces catégories seront identifiées par une lettre capitale, un nombre et une lettre minuscule, de la façon suivante:

Lettre capitale:

- A: AFO avec fibres en silice dopée à l'erbium pour produire une fibre active
- B: AFO utilisant d'autres fibres actives dopées
- C: Amplificateurs à effet Raman
- D: AOS
- E: POWA

Nombre:

- 1 Amplificateurs de puissance (postamplificateurs ou boosters)
- 2 Préamplificateurs
- 3 Amplificateurs de ligne
- 4 EAO (Émetteur Amplifié Optiquement)
- 5 RAO (Récepteur Amplifié Optiquement)
- 6 Amplificateurs répartis

Lettre minuscule:

- a Amplificateurs pour la transmission analogique d'un seul canal (longueur d'onde)
- b Amplificateurs pour la transmission numérique d'un seul canal (longueur d'onde)
- c Amplificateurs pour la transmission numérique à canaux multiples (longueur d'onde)

EXEMPLE La catégorie A2b se rapporte aux préamplificateurs optiques pour la transmission numérique à un seul canal utilisant une fibre de silice dopée à l'erbium.

L'amplificateur de puissance est un module AO à haut niveau de saturation en puissance, utilisé directement après un émetteur optique pour augmenter le niveau de puissance du signal.

Le préamplificateur est un module AO à très faible bruit utilisé directement avant un récepteur optique pour améliorer sa sensibilité.

L'amplificateur de ligne est un module AO à faible bruit utilisé entre des sections de fibres passives pour régénérer le signal ou en correspondance avec une connexion point/multipoint pour compenser les pertes d'insertion dans le réseau d'accès optique.

L'EAO est un système AO dans lequel un amplificateur de puissance est intégré avec un émetteur optique, dont le résultat est un émetteur de puissance plus élevée.

Le RAO est un système AO dans lequel un préamplificateur est intégré avec un récepteur optique, dont le résultat est un récepteur de sensibilité plus élevée.

L'amplificateur réparti est une configuration de dispositif qui fournit une amplification sur une extension de longueur de la fibre optique, utilisée pour la transmission, comme par le pompage Raman, et est ainsi réparti sur tout ou partie de la plage de transmission. Étant donné que les composants de cette configuration, en particulier la fibre et l'unité de pompage

peuvent ne pas être fournis ensemble ou par le même fournisseur, on considère que l'essai des composants est réalisé avec une fibre de référence choisie pour correspondre de manière appropriée à la performance de la fibre dans la plage de transmission prévue.

5 Exigences

Les exigences concernant les aspects énumérés ci-après seront fournies dans les spécifications particulières et intermédiaires appropriées, avec la structure suivante de paragraphes:

5.1 Valeurs préférentielles

5.2 Échantillonnage

5.3 Identification des produits pour le stockage et le transport

5.3.1 Marquage

5.3.2 Étiquetage

5.3.3 Emballage

6 Assurance de la qualité

A l'étude.

7 Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)

Les dispositifs et systèmes traités dans la présente norme doivent être conformes aux exigences appropriées pour la compatibilité électromagnétique (en termes d'émission et d'immunité), en fonction de l'usage/l'environnement particulier pour lesquels ils sont destinés à être installés ou intégrés. Les lignes directrices pour la rédaction de ces exigences CEM figurent dans le Guide CEI 107. Les lignes directrices pour les décharges électrostatiques (DES) sont toujours à l'étude.

8 Méthodes d'essai

Les méthodes d'essai à suivre pour la mesure de la plupart des paramètres définis à l'Article 3 sont fournies dans la série CEI 61290. Chaque méthode d'essai est généralement donnée pour la mesure d'un groupe homogène de paramètres correspondants. Ce regroupement est donné dans le Tableau 1, ainsi que la référence de spécification de la méthode d'essai correspondante. Les méthodes de mesure actuellement décrites dans la série CEI 61290, pour chaque groupe de paramètres, sont aussi indiquées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Regroupement des paramètres et méthodes d'essai ou références correspondantes

Groupe de paramètres d'essais	Numéro de document	Méthodes d'essai (TM, Test Methods) ou références
Puissance optique et paramètres de gain	CEI 61290-1-x ^{a)}	CEI 61290-1-1: Analyseur de spectre optique (ASO) TM CEI 61290-1-2: Analyseur de spectre électrique TM CEI 61290-1-3: Mesureur de puissance optique TM
Paramètres de bruit	CEI 61290-3-x	CEI 61290-3-1: Analyseur de spectre optique TM CEI 61290-3-2: Analyseur de spectre électrique TM
Paramètres transitoire	CEI 61290-4-x	CEI 61290-4-1: À deux longueurs d'onde CEI 61290-4-2: Source large bande
Paramètres de réflectance	CEI 61290-5-x	CEI 61290-5-1: Analyseur de spectre optique TM CEI 61290-5-2: Analyseur de spectre électrique TM CEI 61290-5-3: Essai de tolérance de réflectance, analyseur de spectre électrique TM
Paramètres de fuite de pompe	CEI 61290-6-x	CEI 61290-6-1: Démultiplexeur optique TM
Perte d'insertion	CEI 61290-7-x	CEI 61290-7-1: Mesureur de puissance avec filtre TM
Paramètres à canaux multiples (gain et bruit)	CEI 61290-10-x	CEI 61290-10-1: Méthode d'impulsion à canaux multiples utilisant un interrupteur optique et un analyseur de spectre optique CEI 61290-10-2: Méthode d'impulsion utilisant un analyseur de spectre optique stroboscopique CEI 61290-10-3: Méthodes à canaux multiples par sondage TM CEI 61290-10-4: Canaux multiples – Méthode par soustraction de la source interpolée en utilisant un analyseur de spectre optique
Dispersion du mode de polarisation	CEI 61290-11-x	CEI 61290-11-1: Analyse des valeurs propres de la matrice de Jones CEI 61290-11-2: Méthode d'analyse par la sphère de Poincaré
Spécifications de qualification	CEI 61291-5-x	CEI 61291-5-2: Qualification de fiabilité
^{a)} A l'origine, la série 61290-1 incluait les méthodes d'essai pour les paramètres de gain uniquement, et les méthodes d'essai pour les paramètres de puissance optique étaient publiées dans la série 61290-2. Dans la seconde édition de ces documents, ces deux séries ont fusionné.		

Bibliographie

CEI 60793-2, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produits – Généralités*

CEI 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

CEI 60825-2, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optique (STFO)*

CEI 60874-1, *Connecteurs pour fibres et câbles optiques – Partie 1: Spécification générique*

CEI 61931, *Fibres optiques – Terminologie*

Recommandation UIT T G.650.1, *Définitions et méthodes de test applicables aux attributs linéaires, déterministes des fibres et câbles optiques monomodes*

Recommandation UIT T G.661, *Définitions et méthodes de mesures des paramètres génériques relatifs aux dispositifs et sous-systèmes amplificateurs optiques*

Recommandation UIT G.662, *Caractéristiques génériques des dispositifs et sous-systèmes amplificateurs à fibres optiques*

Index des définitions

L'index ci-dessous donne les titres des définitions données à l'Article 3 (dans l'ordre alphabétique) avec la référence des paragraphes correspondants.

Pour ce qui concerne les méthodes d'essai fournies dans la spécification de base, série CEI 61290, se référer au Tableau 1.

attribution de canal:	3.2.1.27
bande de longueur d'onde du signal disponible:	3.2.1.25
bande de longueur d'onde:	3.2.1.24
commande des alarmes à distance et locales:	3.2.1.79; 3.2.2.1.13
conditions d'environnement:	3.2.1.69
connexions optiques:	3.2.1.80; 3.2.2.2.7; 3.2.2.3.9
constante de temps de la réponse du gain transitoire (temps d'établissement):	3.2.1.89
contribution au facteur de bruit indépendant de la fréquence:	3.2.1.43
décalage de gain:	3.2.1.88
degré de polarisation (DOP):	3.2.1.62
dépassement négatif du gain transitoire:	3.2.1.92
dépassement négatif net du gain transitoire:	3.2.1.93
dépassement positif du gain transitoire:	3.2.1.90
dépassement positif net du gain transitoire:	3.2.1.91
diaphonie entre canaux:	3.2.1.16
différence de variation de gain de canaux multiples (différence de variation de gain entre canaux):	3.2.1.17
dimensions externes et masse:	3.2.1.68
dispersion du mode de polarisation (PMD):	3.2.1.49
exigences d'alimentation et de commande:	3.2.1.66; 3.2.2.1.3
facteur de bruit linéaire (F):	3.2.1.39
facteur de bruit (NF):	3.2.1.38
facteur de bruit de canal:	3.2.1.40
facteur de bruit signal/émission spontanée (NF_{sig-sp}):	3.2.1.44
facteur de bruit signal/émission spontanée du canal:	3.2.1.45
facteur de bruit signal/émission spontanée équivalent:	3.2.1.48
facteur de bruit total équivalent:	3.2.1.47
facteur de mérite de l'interférence à trajets multiples (MPI):	3.2.1.41
facteur de mérite de la double diffusion de Rayleigh:	3.2.1.42
fiabilité:	3.2.1.76; 3.2.2.1.12
fuite de pompe en entrée:	3.2.1.61; 3.2.2.3.8

fuite de pompe en sortie:	3.2.1.60; 3.2.2.2.6
gain de canal:	3.2.1.13
gain en fonction de la polarisation (PDG):	3.2.1.12
gain final:	3.2.1.87
gain initial:	3.2.1.86
gain inverse:	3.2.1.3
gain maximal:	3.2.1.5
gain on-off net:	3.2.1.23
gain on-off:	3.2.1.22
gain petits signaux inverse:	3.2.1.4
gain petits signaux maximal:	3.2.1.6
gain petits signaux:	3.2.1.2
gain:	3.2.1.1
humidité relative maximale de stockage:	3.2.1.74; 3.2.2.1.9
humidité relative maximale en fonctionnement:	3.2.1.71; 3.2.2.1.6
largeur de bande de l'ESA:	3.2.1.53
largeur de bande du filtre de l'ESA:	3.2.2.3.6
largeur de bande optique équivalente spontanée-spontanée (B_{sp-sp}):	3.2.1.46
largeur de spectre du signal:	3.2.2.1.2
longueur d'onde du gain maximal:	3.2.1.7
longueur d'onde du gain maximal en petits signaux:	3.2.1.8
longueur d'onde du signal:	3.2.2.1.1
niveau de puissance de l'ESA:	3.2.2.2.3; 3.2.2.3.4
niveau de puissance d'ESA réfléchie:	3.2.1.52
niveau de puissance d'ESA transmise:	3.2.1.51
niveau de suppression (d'ajout):	3.2.1.83
niveau de vibrations maximal en fonctionnement:	3.2.1.72; 3.2.2.1.7
niveau maximal de vibrations/chocs pour le transport:	3.2.1.75; 3.2.2.1.10
ondulation du gain:	3.2.1.94
pente du gain lors du fonctionnement à longueur d'onde unique:	3.2.1.11
perte d'insertion dans la bande:	3.2.1.65
perte d'insertion en retour hors-bande:	3.2.1.64
perte d'insertion hors-bande:	3.2.1.63
plage de longueurs d'onde du signal en fonctionnement:	3.2.2.2.2; 3.2.2.3.2
plage de longueurs d'onde réglable:	3.2.1.26; 3.2.2.3.3
plage de puissance de sortie:	3.2.1.37
plage de puissance d'entrée:	3.2.1.36

principaux états de polarisation (PSP):	3.2.1.50
puissance de sortie en saturation (puissance de compression du gain):	3.2.1.33
puissance du signal au connecteur de sortie:	3.2.2.2.1
puissance maximale consommée:	3.2.1.67; 3.2.2.1.4
puissance maximale du signal de sortie:	3.2.1.35
puissance nominale du signal de sortie:	3.2.1.34
puissance optique maximale en entrée:	3.2.2.3.7
puissance optique maximale réfléchie en inverse:	3.2.2.2.5
puissance totale de sortie maximale:	3.2.1.78
réflectance à l'entrée:	3.2.2.3.5
réflectance d'entrée maximale:	3.2.1.54
réflectance d'entrée minimale:	3.2.1.55
réflectance en sortie:	3.2.1.56; 3.2.2.2.4
réflectance maximale tolérable à l'entrée et à la sortie:	3.2.1.59
réflectance maximale tolérable à l'entrée:	3.2.1.57
réflectance maximale tolérable en sortie:	3.2.1.58
saturation croisée du gain:	3.2.1.15
saut de gain de canaux multiples (rapport de la variation de gain entre canaux):	3.2.1.18
sécurité:	3.2.1.77; 3.2.2.1.11
sensibilité:	3.2.2.3.1
signal (préexistant) conservé:	3.2.1.81
signal de saturation:	3.2.1.82
stabilité de sortie grands signaux:	3.2.1.32
stabilité du gain en petits signaux:	3.2.1.29
stabilité du gain:	3.2.1.28
température de stockage:	3.2.1.73; 3.2.2.1.8
température en fonctionnement:	3.2.1.70; 3.2.2.1.5
temps de descente lors de la suppression	3.2.1.85
temps de montée lors de l'ajout	3.2.1.84
variation du gain de canaux multiples (différence de gain entre canaux):	3.2.1.14
variation du gain en petits signaux en fonction de la longueur d'onde:	3.2.1.10
variation en fonction de la longueur d'onde	3.2.1.9
variation maximale du gain en fonction de la température:	3.2.1.30
variation maximale du gain en petits signaux en fonction de la température:	3.2.1.31

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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