

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61291-1:2018



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

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

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.30

ISBN 978-2-8322-5404-2

**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.....	5
2 Normative references	5
3 Terms, definitions and abbreviated terms	6
3.1 Overview.....	6
3.2 Terms and definitions.....	8
3.2.1 OA devices and distributed amplifiers	9
3.2.2 OA assemblies	23
3.3 Abbreviated terms.....	26
4 Requirements	26
4.1 Preferred values	27
4.2 Sampling.....	27
4.3 Product identification for storage and shipping	27
4.3.1 Marking	27
4.3.2 Labelling.....	27
4.3.3 Packaging.....	27
5 Quality assessment	27
6 Electromagnetic compatibility (EMC) requirements	27
7 Test methods.....	27
Bibliography.....	29
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	28

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 fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2012. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) terms have been added for parameters from IEC 61290-4-3 and IEC 61290-10-5;
- b) Clause 4 Classification has been removed, since this system is judged to be unused;
- c) the definition of polarization mode dispersion (PMD) has been simplified.

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

CDV	Report on voting
86C/1460/CDV	86C/1498/RVC

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

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

A list of all 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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61291-1:2018

OPTICAL AMPLIFIERS –

Part 1: Generic specification

1 Scope

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 document is

- to establish uniform requirements for transmission, operation, reliability and environmental properties of OAs, and
- 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 are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-731, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 731: Optical fibre communication* (available at <http://www.electropedia.org>)

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 61290-4-3, *Optical amplifiers – Test methods – Part 4-3: Power transient parameters – Single channel optical amplifiers in output power control*

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 61290-10-5, *Optical amplifiers – Test methods – Part 10-5: Multichannel parameters – Distributed Raman amplifier gain and noise figure*

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

IEC TR 61931, *Fibre optic – Terminology*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Overview

The definitions listed in 3.2 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.

The list of parameter definitions of OAs, given in 3.2, is divided into two parts: the first part, 3.2.1, lists those parameters relevant for OA devices, namely power, pre-, line- and distributed amplifiers; the second part, 3.2.2, 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. In Clause 3, 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) 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 1 a)). The OAT and OAR shall 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 1 b)] and only the optical input port can be defined for the OAR [before the OA, as shown in Figure 1 c)]. 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 1 For distributed amplifiers, as described in Clause 4, this black-box configuration can be simulated for test purposes, for example by attaching a reference fibre to test a Raman pump unit.

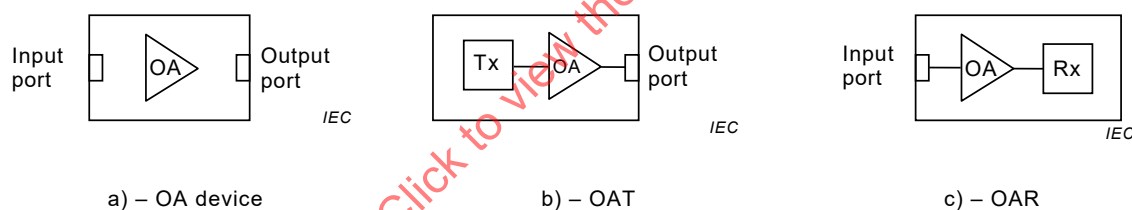


Figure 1 – OA device and assemblies

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.

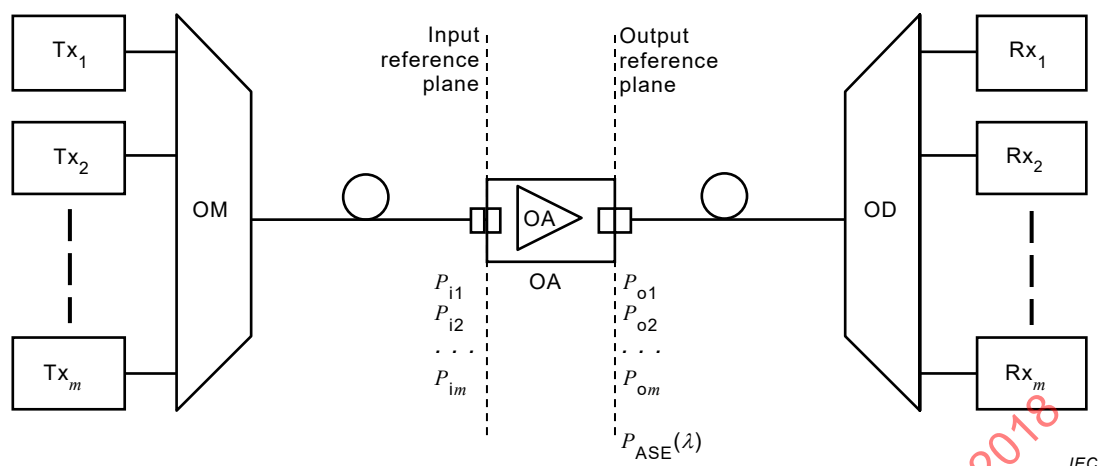


Figure 2 – Optical amplifier in a multichannel application

At the input reference plane, m input signals at the m wavelengths are considered, each with a unique power level, P_{i1} , P_{i2} , ..., 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} , ..., 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.

The parameters defined in 3.2.1 will in general depend 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 2 Except where noted, the optical powers mentioned in 3.2.1 are intended as average powers.

NOTE 3 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 4 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

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-731 and IEC TR 61931 and the following apply.

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

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

3.2.1 OA devices and distributed amplifiers

NOTE The terms and definitions in 3.2.1 also apply, in general, to optical amplifiers under IEC 61290 (all parts) and IEC 61291 (all parts).

3.2.1.1

gain

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

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.

Note 4 to entry: Gain is expressed in dB.

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

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

Note 1 to entry: The probe total average power level shall 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.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.2.1.13

channel gain

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

Note 1 to entry: Channel gain, G_j , can be expressed as $G_j = P_{oj} - P_{ij}$, where P_{ij} and P_{oj} are 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.

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.

Note 3 to entry: Channel gain is expressed in dB.

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

Note 1 to entry: Multichannel gain variation can be expressed as $\Delta G_{jl} = G_j - G_l$, where G_j and G_l are 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):

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

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

Note 1 to entry: 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 2 to entry: Gain cross-saturation is expressed in dB per dB.

Note 3 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

multichannel gain-change difference

interchannel gain-change difference

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

Note 1 to entry: 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 2 to entry: Multichannel gain-change difference is expressed in dB.

Note 3 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 4 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 5 to entry: Forward ASE power level can be relevant for OAs 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 6 to entry: This parameter can be used instead of the multichannel gain tilt when the definition of the gain tilt cannot be applied.

3.2.1.17

multichannel gain tilt

interchannel gain-change ratio

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

Note 1 to entry: 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 2 to entry: Multichannel gain tilt is expressed in dB per dB.

Note 3 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 4 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 5 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 6 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, in homogeneous gain media and in particular for amplifiers with automatic gain control.

Note 7 to entry: This note applies to the French language only.

3.2.1.18

on-off gain effective gain

<only applicable to distributed amplifier> 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

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.

Note 2 to entry: On-off gain is expressed in dB.

3.2.1.19

net on-off gain

<only applicable to distributed amplifier> 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

3.2.1.20

wavelength band

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

3.2.1.21

available signal wavelength band

<for pre-amplifiers with optical filter(s) only> resulting pre-amplifier wavelength band including the effect of optical filter(s)

3.2.1.22

tunable wavelength range

<for pre-amplifiers with tuneable optical filter(s) only> wavelength range, of the wavelength band, within which the tuneable optical filter(s) inside the pre-amplifier can be tuned

3.2.1.23

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

3.2.1.24

gain stability

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

Note 1 to entry: Gain stability is expressed in dB.

3.2.1.25

small-signal gain stability

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

Note 1 to entry: Small-signal gain stability is expressed in dB.

3.2.1.26

maximum gain variation with temperature

change in gain for temperature variation within a specified range

Note 1 to entry: Maximum gain variation with temperature is expressed in dB.

3.2.1.27

maximum small-signal gain variation with temperature

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

Note 1 to entry: Maximum small-signal gain variation with temperature is expressed in dB.

3.2.1.28

large-signal output stability

degree of output optical power fluctuation expressed by the ratio 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

Note 1 to entry: Large-signal output stability is expressed in dB.

3.2.1.29

saturation output power

gain compression power

optical power level associated with the output signal above which the gain is reduced by N dB 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.

Note 2 to entry: $N = 3$ is typically used.

3.2.1.30

nominal output signal power

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

3.2.1.31

maximum output signal power

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

3.2.1.32

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

3.2.1.33

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

3.2.1.34

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

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, for example 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.

Note 6 to entry: Noise figure is expressed in dB.

3.2.1.35 noise factor

F

noise figure expressed in linear form

3.2.1.36 channel noise figure

<for multichannel operation> noise figure for each channel in a specified optical bandwidth, for a specified multichannel configuration

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

3.2.1.37 multi-path interference

MPI

figure of merit

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

Note 1 to entry: For example, multiple path interference can be caused by successive partial reflections in the optical path.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.2.1.38 double Rayleigh scattering figure of merit

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.

3.2.1.39 frequency-independent contribution to noise factor

noise factor excluding the noise contribution from multi-path interference

3.2.1.40 signal-spontaneous noise figure

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

signal-spontaneous beat noise contribution to the noise figure

Note 1 to entry: Signal-spontaneous noise figure is expressed in dB.

3.2.1.41 channel signal-spontaneous noise figure

<for multichannel operation> signal-spontaneous noise figure for each channel in a specified multichannel configuration

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

3.2.1.42**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:

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

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.

3.2.1.43**equivalent total noise figure**

<only applicable to distributed amplifier> 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

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.

Note 3 to entry: Equivalent total noise figure is expressed in dB.

3.2.1.44**equivalent signal-spontaneous noise figure**

<only applicable to distributed amplifier> signal-spontaneous beat noise contribution to the equivalent total noise figure

3.2.1.45**polarization mode dispersion****PMD**

optical transmission property resulting from a dependence of the group delay on the state of optical polarization

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

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.2.1.46**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.

Note 4 to entry: This note applies to the French language only.

3.2.1.47

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.

3.2.1.48

reverse ASE power level

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

3.2.1.49

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, for example caused by pump leakage, a suitable extrapolation may be necessary.

3.2.1.50

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

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

Note 2 to entry: Maximum input reflectance is expressed in dB.

3.2.1.51

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

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

Note 2 to entry: Minimum input reflectance is expressed in dB.

3.2.1.52

output reflectance

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

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

Note 2 to entry: Output reflectance is expressed in dB.

3.2.1.53

maximum reflectance tolerable at input

maximum fraction of power 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.

Note 3 to entry: Maximum reflectance tolerable at input is expressed in dB.

3.2.1.54

maximum reflectance tolerable at output

maximum fraction of power 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.

Note 3 to entry: Maximum reflectance tolerable at output is expressed in dB.

3.2.1.55

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.

3.2.1.56

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.

3.2.1.57

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.

3.2.1.58

degree of polarization

DOP

<applicable to pumping devices for fibre Raman amplifiers> value $\frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\min}}$, expressed as a percent, for each emission wavelength of the optical pump source, 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.

Note 3 to entry: This note applies to the French language only.

3.2.1.59

out-of-band insertion loss

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

3.2.1.60

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

3.2.1.61

in-band insertion loss

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

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.

3.2.1.62

powering and control requirements

electrical currents and/or voltages as well as 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.

3.2.1.63

maximum power consumption

electrical power needed by the OA operating within the absolute maximum ratings

3.2.1.64

external dimensions and weight

maximum height, length, width and weight of the OA

3.2.1.65

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

3.2.1.66

operating temperature

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

3.2.1.67

maximum operating relative humidity

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

3.2.1.68

maximum operating vibration level

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

3.2.1.69

storage temperature

<OA devices and distributed amplifiers> temperature range within which the OA can be stored and still meet all its specified parameter values

3.2.1.70**maximum storage relative humidity**

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

3.2.1.71**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

3.2.1.72**reliability**

<OA devices and distributed amplifiers> expectation of operation lifetime which 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 10^9 hours at specified operating and environmental conditions.

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

3.2.1.73**safety**

<OA devices and distributed amplifiers> 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.

3.2.1.74**maximum total output power**

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

3.2.1.75**remote and local alarm control**

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

3.2.1.76**optical connections**

connector type and/or 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.

3.2.1.77**surviving signal****pre-existing signal**

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

3.2.1.78**saturating signal**

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

3.2.1.79**drop level**

amount by which the input power decreases due to dropping of channels

Note 1 to entry: Drop level is expressed in dB.

3.2.1.80

add level

amount by which the input power increases due to adding of channels

Note 1 to entry: Add level is expressed in dB.

3.2.1.81

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

3.2.1.82

drop fall time

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

3.2.1.83

initial gain

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

3.2.1.84

final gain

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

3.2.1.85

gain offset

difference 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.

Note 2 to entry: Gain offset is expressed in dB.

3.2.1.86

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

Note 1 to entry: 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 2 to entry: This term replaces "channel addition/removal transient response time" from the second edition.

3.2.1.87

transient gain overshoot

difference 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.

Note 2 to entry: Transient gain overshoot is expressed in dB.

3.2.1.88

transient net gain overshoot

difference 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

Note 1 to entry: 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 2 to entry: This term partially replaces and is more specific than "channel addition/removal transient gain response" from the second edition.

Note 3 to entry: Transient net gain overshoot is expressed in dB.

3.2.1.89

transient gain undershoot

difference 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.

Note 2 to entry: Transient gain undershoot is expressed in dB.

3.2.1.90

transient net gain undershoot

difference 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

Note 1 to entry: 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 2 to entry: This term partially replaces and is more specific than "channel addition/removal transient gain response" from the second edition.

Note 3 to entry: Transient net gain undershoot is expressed in dB.

3.2.1.91

input power excursion

relative input power before, during and after the input power stimulus event that causes an OA transient power excursion

Note 1 to entry: Input power excursion is expressed in dB.

3.2.1.92

input power 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 increasing power excursion event

3.2.1.93

input power fall time

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

3.2.1.94

slew rate

maximum rate of change of the input optical signal during a power excursion event

3.2.1.95

transient power response

maximum or minimum deviation (overshoot or undershoot) between the OA's target power and the observed power excursion induced by a change in an input channel power excursion

Note 1 to entry: Once the output power of an amplified channel deviates from its target power, the control electronics in the OA should attempt to compensate for the power difference or transient power response, bringing the OA output power back to its original target level.

Note 2 to entry: Transient power response is expressed in dB.

3.2.1.96

transient power settling time

amount of time taken to restore the power of the OA to a stable power level close to the target power level

Note 1 to entry: This parameter is measured from the time of the stimulus event that created the power fluctuation to the time at which the OA power response is stable and within specification.

3.2.1.97

transient power overcompensation response

maximum deviation between the amplifier's target output power and the power resulting from the control instability

Note 1 to entry: Transient power overcompensation response occurs after a power excursion, when an amplifier's control electronics attempts to bring the power back to the amplifier's target level. The control process is iterative, and control electronics may initially overcompensate for the power excursion until subsequently reaching the desired target power level.

Note 2 to entry: Transient power overcompensation response is expressed in dB.

3.2.1.98

steady state power offset

difference between the final and initial output power of the OA, prior to the power excursion stimulus event

Note 1 to entry: Normally, the steady state power level following a power excursion differs from the OA power before the input power stimulus event. The transient controller attempts to overcome this offset using feedback.

Note 2 to entry: Steady state power offset is expressed in dB.

3.2.1.99

gain ripple

<especially applicable to SOA devices> peak to peak variation of the gain over a given wavelength range with sub-nanometer resolution in wavelength

Note 1 to entry: For EDFA or Raman amplifiers, use gain variation.

3.2.1.100

Raman pump power

optical power produced by the distributed Raman amplifier (DRA) to enable Raman amplification of signal channels

Note 1 to entry: The Raman pump power shall be at a lower wavelength than the signal channels.

3.2.1.101

channel on-off gain

$G_{\text{on-off}}$

ratio of the channel power at the output of the fibre span when the pump module is operational to the channel power at the same point when the pump module is not operational

3.2.1.102

pump module channel insertion loss

ratio of the channel power at the input of the pump module to the channel power at the output of the pump module

3.2.1.103

channel net gain

G_{net}

channel on-off gain minus the pump module channel insertion loss

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

3.2.1.104**channel equivalent noise figure** $NF_{\text{sig-ASE,eq}}$

channel noise figure due to signal-spontaneous beat noise (see IEC 61290-3) of an equivalent discrete amplifier placed at the output of the fibre span which has the same channel gain as the DRA channel on-off gain, and generates the same amount of ASE as that generated by the DRA at the output of the fibre span

3.2.2 OA assemblies

NOTE Definitions contained in 3.2.2 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**

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

Note 1 to entry: 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**

<OA assemblies> 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

<OA assemblies> 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

<OA assemblies> expectation of operation lifetime

Note 1 to entry: 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 2 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 3 to entry: Reliability qualification is addressed in 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 signalling 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

<OAT assemblies> 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

<OAT assemblies> optical power associated with ASE 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

Note 1 to entry: Output reflectance is 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 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**

<OAR assemblies> 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**tuneable wavelength range**

<for OARs with tuneable optical filter(s) only> wavelength range, of the operating signal wavelength range, within which the tuneable optical filter(s) inside the OAR can be tuned

3.2.2.3.4**ASE power level**

<OAR assemblies> 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

Note 1 to entry: Input reflectance is 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 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

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 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:

4.1 Preferred values**4.2 Sampling****4.3 Product identification for storage and shipping****4.3.1 Marking****4.3.2 Labelling****4.3.3 Packaging****5 Quality assessment**

Refer to IEC 61291-5-2.

6 Electromagnetic compatibility (EMC) requirements

The devices and assemblies addressed by the present document shall comply with suitable requirements for electromagnetic compatibility (in terms of both emission and immunity), depending on the specific usage and environment in which they are intended to be installed or integrated. EMC requirements are standardized in IEC 61000 (all parts).

7 Test methods

The test methods to be followed for the measurement of most of the parameters defined in Clause 3 are given in IEC 61290 (all parts). 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 IEC 61290 (all parts) 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 TM IEC:61290-4-2: Broadband source TM IEC:61290-4-3: Power transient parameters TM
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 IEC 61290-10-5: Multichannel distributed Raman amplifier gain and noise figure
Polarization mode dispersion	IEC 61290-11-x	IEC 61290-11-1: Jones Matrix eigenanalysis TM IEC 61290-11-2: Poincaré sphere analysis TM
^a Originally, IEC 61290-1 (all parts) included test methods for gain parameters only, and test methods for optical power parameters were published in IEC 61290-2 (all parts). 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, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connectors for optical fibres and cables – Part 1: Generic specification*

IEC 61000 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC)*

IEC 61290-1 (all parts), *Optical amplifiers – Test methods – Part 1: Power and gain parameters*

IEC 61290-2 (all parts), *Optical fibre amplifiers – Basic specification – Part 2: Test methods for optical power parameters*¹

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

IEC 61291 (all parts), *Optical amplifiers*

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*

¹ Withdrawn.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	31
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives	33
3 Termes, définitions et termes abrégés	35
3.1 Vue d'ensemble	35
3.2 Termes et définitions	37
3.2.1 Modules OA et amplificateurs répartis	37
3.2.2 Systèmes d'OA	52
3.3 Termes abrégés	55
4 Exigences	56
4.1 Valeurs préférentielles	56
4.2 Echantillonnage	56
4.3 Identification des produits pour le stockage et le transport	56
4.3.1 Marquage	56
4.3.2 Etiquetage	56
4.3.3 Emballage	56
5 Assurance de la qualité	56
6 Exigences sur la compatibilité électromagnétique (CEM)	56
7 Méthodes d'essai	56
Bibliographie	58
Figure 1 – Module OA et systèmes d'OA	35
Figure 2 – Amplificateur optique dans une application à canaux multiples	36
Tableau 1 – Regroupement des paramètres et méthodes d'essai ou références correspondantes	57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AMPLIFICATEURS OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique

AVANT-PROPOS

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

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

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2012. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) des termes ont été ajoutés pour des paramètres de l'IEC 61290-4-3 et de l'IEC 61290-10-5;
- b) la classification de l'Article 4 a été retirée car elle n'est pas utilisée;
- c) la définition de la dispersion du mode de polarisation a été simplifiée.

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

CDV	Rapport de vote
86C/1460/CDV	86C/1498/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 internationale.

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61291-1:2018

AMPLIFICATEURS OPTIQUES –

Partie 1: Spécification générique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61291 s'applique à tous les amplificateurs optiques (OA) et systèmes à amplification optique, disponibles sur le marché. Elle s'applique aux OA utilisant des fibres pompées optiquement (OFA basés sur des fibres dopées aux terres rares ou sur l'effet Raman), des semiconducteurs (SOA) et des guides d'ondes (POWA).

Le présent document a pour objet

- d'établir des exigences uniformes pour la transmission, le fonctionnement, la fiabilité et les propriétés liées à l'environnement des OA, et
- d'aider les acheteurs à sélectionner des produits OA de qualité élevée et constante pour leurs applications.

Les paramètres spécifiés pour un OA sont ceux qui caractérisent les propriétés de transmission, de fonctionnement, de fiabilité et d'environnement de l'OA, 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 OA ou d'un système d'OA particulier.

2 Références normatives

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

IEC 60050-731, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 731: Télécommunications par fibres optiques* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

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

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

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

IEC 61290-1-3, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 1-3: Paramètres de puissance et de gain – Méthode par appareil de mesure de la puissance optique*

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

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

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

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

IEC 61290-4-3, *Optical amplifiers – Test methods – Part 4-3: Power transient parameters – Single channel optical amplifiers in output power control* (disponible en anglais seulement)

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

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

IEC 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*

IEC 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*

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

IEC 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*

IEC 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*

IEC 61290-10-3, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 10-3: Paramètres à canaux multiples – Méthodes de sonde*

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

IEC 61290-10-5, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 10-5: Paramètres à canaux multiples – Gain et facteur de bruit des amplificateurs Raman répartis*

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

IEC 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*

IEC 61291-5-2, *Optical amplifiers – Part 5-2: Qualification specifications – Reliability qualification for optical fibre amplifiers* (disponible en anglais seulement)

IEC TR 61931, *Fibres optiques – Terminologie*

3 Termes, définitions et termes abrégés

3.1 Vue d'ensemble

Les définitions données en 3.2 font référence à la signification des termes utilisés dans les spécifications relatives aux OA. Seuls les paramètres énumérés dans les modèles de spécifications appropriées, comme dans l'IEC 61291-2 et l'IEC 61291-4, sont destinés à être spécifiés.

La liste des définitions des paramètres pour les OA, figurant en 3.2, est divisée en deux parties: la première partie, 3.2.1, énumère les paramètres relatifs aux modules OA, c'est-à-dire les amplificateurs de puissance, les préamplificateurs, les amplificateurs de ligne et les amplificateur répartis; la seconde partie, 3.2.2, énumère les paramètres relatifs aux systèmes élémentaires amplifiés optiquement, c'est-à-dire les émetteurs amplifiés optiquement (OAT) et les récepteurs amplifiés optiquement (OAR).

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 pompage. Dans l'Article 3, 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'OA, et les conditions de fonctionnement limites pour lesquelles tous les paramètres ajustables par l'utilisateur (par exemple, la température, le gain, le courant d'injection du laser de pompage) sont à leurs valeurs maximales, en conformité avec les valeurs assignées maximales absolues établies par le fabricant.

L'OA doit être considéré comme une "boîte noire", comme indiqué à la Figure 1. Le module OA doit avoir deux ports optiques, à savoir un port d'entrée et un port de sortie – Figure 1 a). L'OAT et l'OAR doivent être considérés comme un OA intégré côté émetteur ou côté récepteur, respectivement. Les deux types d'intégrations impliquent que la connexion entre l'émetteur ou le récepteur et l'OA soit propriétaire et ne doive pas être spécifiée. En conséquence, seul le port optique de sortie peut être défini pour l'OAT – après l'OA, selon la Figure 1 b) – et seul le port optique d'entrée peut être défini pour l'OAR – avant l'OA, selon la Figure 1 c). Les ports optiques peuvent être constitués de fibres sans terminaison ou de connecteurs optiques. Des connexions électriques pour l'alimentation (non représentées à la Figure 1) sont également nécessaires. En conséquence de cette approche "boîte noire", la perte typique d'une connexion et l'incertitude correspondante seront incluses dans les valeurs de gain, de facteur de bruit et dans d'autres paramètres du module OA.

NOTE 1 Pour les amplificateurs répartis, décrits à l'Article 4, cette configuration "boîte noire" peut être simulée pour les essais, par exemple en fixant une fibre de référence pour soumettre une unité de pompage Raman à l'essai.

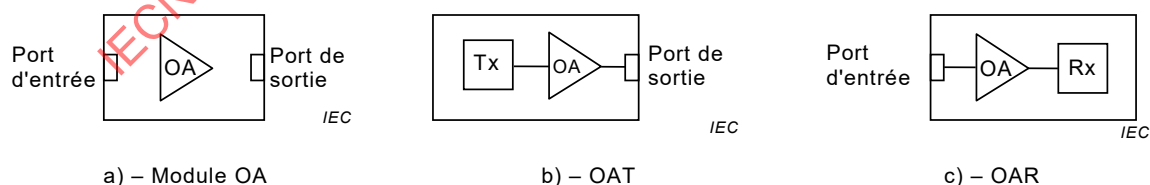


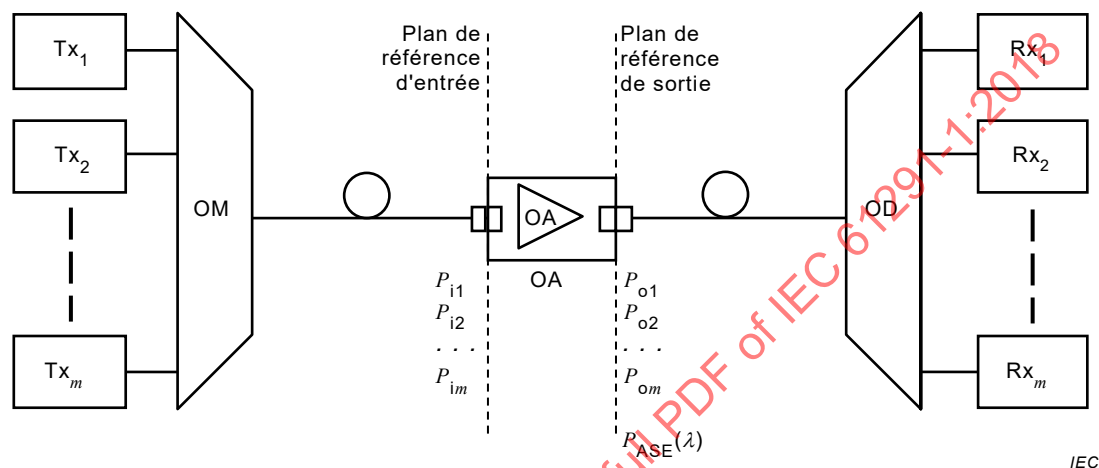
Figure 1 – Module OA et systèmes d'OA

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

Lorsque des signaux à des longueurs d'onde multiples arrivent sur l'OA, comme c'est le cas dans des systèmes à 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 OA dans une application à canaux multiples est représentée à la Figure 2. Du côté de l'émetteur, m signaux provenant de m émetteurs optiques $Tx_1, Tx_2, \dots, Tx_m$, chacun avec une longueur d'onde unique, $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$, respectivement, sont combinés par un multiplexeur optique (OM). Du côté du récepteur, les m signaux à $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$, sont séparés par un démultiplexeur optique (OD) et acheminés vers des récepteurs optiques séparés, $Rx_1, Rx_2, \dots, Rx_m$, respectivement. Pour caractériser l'OA dans cette application à canaux multiples, un plan de référence d'entrée et un plan de référence de sortie sont définis aux ports d'entrée et de sortie de l'OA respectivement, comme le représente la Figure 2.



IEC

Figure 2 – Amplificateur optique dans une application à canaux multiples

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

La plupart des définitions des paramètres pour les applications à un seul canal peuvent être étendues de façon appropriée à des applications à canaux multiples. Lorsque cette extension est simple, le mot "canal" sera ajouté au paramètre en question. En particulier, le facteur de bruit et le facteur de bruit signal/émission spontanée peuvent être étendus à des applications à 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 de 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 l'ensemble complet de longueurs d'onde des signaux des canaux et de puissances d'entrée.

Les paramètres définis en 3.2.1 dépendront généralement de la température et de l'état de polarisation des canaux d'entrée. Il convient de maintenir constants ou sous contrôle la température et l'état de polarisation, ou de les mesurer et de les associer au paramètre mesuré.

NOTE 2 Sauf indication contraire, les puissances optiques mentionnées en 3.2.1 sont des puissances moyennes.

NOTE 3 Les puissances optiques mesurées sont celles de faisceaux ouverts. Cela peut entraîner des différences d'environ 0,18 dB dans la mesure des niveaux de puissance absolue.

NOTE 4 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 avec l'ensemble de pompage.

3.2 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-731 et de l'IEC TR 61931, ainsi que les suivants, s'appliquent.

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

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

3.2.1 Modules OA et amplificateurs répartis

NOTE En général, les termes et définitions en 3.2.1 s'appliquent également aux amplificateurs optiques de l'IEC 61290 (toutes les parties) et l'IEC 61291 (toutes les parties).

3.2.1.1

gain

augmentation de la puissance optique d'un signal entre la sortie de la fibre jarretière connectée à l'entrée de l'OA, et un port de sortie de l'OA, pour les OA dont l'entrée est connectée par une fibre jarretière

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'OA.

Note 2 à l'article: Par hypothèse, les fibres jarretières sont de même type que les fibres utilisées pour les ports d'entrée et de sortie de l'OA.

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.

Note 4 à l'article: Le gain est exprimé en dB.

3.2.1.2

gain en 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 à une valeur discrète de longueur d'onde ou en fonction de la longueur d'onde.

3.2.1.3

gain inverse

gain mesuré lorsque le port d'entrée de l'OA est utilisé comme port de sortie et vice versa

3.2.1.4

gain inverse en petits signaux

gain en petits signaux mesuré lorsque le port d'entrée de l'OA est utilisé comme port de sortie et vice versa

3.2.1.5

gain maximal

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

3.2.1.6

gain en petits signaux maximal

valeur la plus élevée du gain en petits signaux lorsque l'OA 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 le gain en petits signaux maximal se produit

3.2.1.9

variation en fonction de la longueur d'onde du gain

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

3.2.1.11

pente du gain lors du fonctionnement à longueur d'onde unique

<pour un fonctionnement en analogique> dérivée du gain d'une petite sonde en fonction de la longueur d'onde, à la longueur d'onde du signal, en présence d'un signal de longueur d'onde et de puissance d'entrée données

Note 1 à l'article: Le niveau de puissance moyenne totale de la sonde doit être au minimum 20 dB au-dessous du niveau du signal d'entrée, pour réduire le plus possible l'effet sur le profil de longueur d'onde du gain.

3.2.1.12

gain en fonction de la polarisation

PDG

variation maximale du gain d'un OA 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 des OA est la perte en fonction de la polarisation des composants passifs utilisés à l'intérieur.

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "PDG" est dérivé du terme anglais développé correspondant "polarization-dependent gain".

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

Note 1 à l'article: Le gain de canal, G_j , peut être exprimé sous la forme $G_j = P_{oj} - P_{ij}$, où P_{ij} et P_{oj} sont 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.

Note 2 à l'article: Etant 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.

Note 3 à l'article: Le gain de canal est exprimé en dB.

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 spécifiée

Note 1 à l'article: La variation du gain de canaux multiples peut être exprimée sous la forme $\Delta G_{jl} = G_j - G_l$, où G_j et G_l sont 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).

Note 2 à l'article: Normalement, 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 sous la forme $\Delta G_{\text{MAX}} = \text{MAX}_{j,l} \{|\Delta G_{jl}|\}$.

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

Note 4 à l'article: Ce paramètre est souvent appelé "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

Note 1 à l'article: 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 2 à l'article: La saturation croisée du gain est exprimée en dB par dB.

Note 3 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 produit appropriée.

3.2.1.16

différence de variation de gain de canaux multiples

différence de variation de gain entre canaux

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

Note 1 à l'article: 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 2 à l'article: La différence de variation du gain de canaux multiples est exprimée en dB.

Note 3 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 4 à l'article: Normalement, 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 5 à l'article: Le niveau de puissance d'ASE transmise peut être applicable aux OA utilisés comme préamplificateurs ou amplificateurs de ligne. Dans ce cas, la puissance d'entrée du canal comprendra la contribution de l'ASE transmise provenant des OA précédents.

Note 6 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.

3.2.1.17

saut de gain de canaux multiples

rapport de la variation de gain entre canaux

saut de gain dynamique

DGT

<pour fonctionnement à plusieurs canaux> rapport des variations de gain dans chaque canal à la variation de gain d'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

Note 1 à l'article: 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 2 à l'article: Le saut de gain de canaux multiples est exprimé en dB par dB.

Note 3 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 4 à l'article: Les jeux de puissances de canal d'entrée sont généralement ceux dans lesquels (1) tous les niveaux de puissance sont réglés pour être égaux au maximum autorisé et (2) toutes les puissances sont réglées pour être égales au minimum autorisé.

Note 5 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 6 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 hybrides à plusieurs étages, de supports de gain non homogènes et en particulier pour des amplificateurs avec commande automatique de gain.

Note 7 à l'article: Le terme abrégé "DGT" est dérivé du terme anglais développé correspondant "dynamic gain tilt".

3.2.1.18

gain on-off

gain effectif

<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

Note 1 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, en raison de la quantité de perte passive entre l'entrée et la sortie.

Note 2 à l'article: Le gain on-off est exprimé en dB.

3.2.1.19

gain on-off net

<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 aucun matériel supplémentaire à fibres optiques n'est installé sur la fibre pour fournir l'amplification répartie

3.2.1.20

bande de longueur d'onde

plage de longueurs d'onde dans laquelle la puissance du signal de sortie de l'OA 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

3.2.1.21

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)

3.2.1.22

plage de longueurs 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 le(s) filtre(s) optique(s) réglable(s) à l'intérieur du préamplificateur peut (peuvent) être réglé(s)

3.2.1.23**attribution de canal**

<pour fonctionnement à plusieurs canaux> attribution de canal donnée par le nombre de canaux, les fréquences/longueurs d'onde centrales nominales des canaux et leur tolérance de fréquence/longueur d'onde centrale

3.2.1.24**stabilité du gain**

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

Note 1 à l'article: La stabilité du gain est exprimée en dB.

3.2.1.25**stabilité du gain en petits signaux**

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

Note 1 à l'article: La stabilité du gain en petits signaux est exprimée en dB.

3.2.1.26**variation maximale du gain en fonction de la température**

variation du gain pour des variations de température dans une plage spécifiée

Note 1 à l'article: La variation maximale du gain en fonction de la température est exprimée en dB.

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

variation du gain en petits signaux pour des variations de température dans une plage spécifiée

Note 1 à l'article: La variation maximale du gain en petits signaux en fonction de la température est exprimée en dB.

3.2.1.28**stabilité de sortie grands signaux**

degré de fluctuation de la puissance optique de sortie exprimée par le rapport des puissances optiques des signaux 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

Note 1 à l'article: La stabilité de sortie grands signaux est exprimée en décibels (dB).

3.2.1.29**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 par rapport au gain en 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.

Note 2 à l'article: Typiquement, $N = 3$.

3.2.1.30**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

3.2.1.31

puissance maximale du signal de sortie

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

3.2.1.32

plage de puissance d'entrée

plage des niveaux de puissance optique telle que, pour n'importe quelle puissance du signal d'entrée de l'OA 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'OA est assurée

3.2.1.33

plage de puissance de sortie

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

3.2.1.34

facteur de bruit

NF

diminution du rapport signal sur 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 impulsionnel limité en bruit à travers l'amplificateur optique

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 définie comme 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'OA 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 d'OA pour les applications analogiques, le facteur de bruit représente aussi le rapport entre l'entrée et les rapports porteurs à bruit de sortie.

Note 6 à l'article: Le facteur de bruit est exprimé en dB.

3.2.1.35

facteur de bruit linéaire

F

facteur de bruit exprimé sous forme linéaire

3.2.1.36

facteur de bruit de canal

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

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

3.2.1.37

interférence à trajets multiples

MPI

facteur de mérite

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

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

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "MPI" est dérivé du terme anglais développé correspondant "multi-path interference".

3.2.1.38

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 un gain élevé et des fibres longues peuvent également présenter cet effet. La contribution devient plus grande à des niveaux de gains supérieurs.

3.2.1.39

contribution au facteur de bruit indépendant de la fréquence

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

3.2.1.40

facteur de bruit signal/émission spontanée

NF_{sig-sp}

contribution au facteur de bruit due au bruit de battement signal/émission spontanée

Note 1 à l'article: Le facteur de bruit signal/émission spontanée est exprimé en dB.

3.2.1.41

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

Note 1 à l'article: Le facteur de bruit signal/émission spontanée du canal est exprimé en dB.

3.2.1.42

largeur de bande optique équivalente émission spontanée/émission spontanée

B_{sp-sp}

largeur de bande optique équivalente par laquelle le carré de la densité de puissance spectrale de l'ASE, 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'ASE sur la totalité de la largeur de bande de l'ASE, B_{ASE} , telle que:

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

Note 1 à l'article: La largeur de bande optique équivalente émission spontanée/émission spontanée peut être minimisée en utilisant un filtre optique en sortie de l'OA.

Note 2 à l'article: Ce paramètre est lié à la génération du bruit de battement émission spontanée/émission spontanée et nécessite donc l'utilisation du carré de la densité de puissance spectrale de l'ASE.

3.2.1.43

facteur de bruit total équivalent

<uniquement applicable aux amplificateurs répartis> diminution du rapport signal sur 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 par rapport au cas où le pompage est désactivé

Note 1 à l'article: Le facteur de bruit efficace diffère du facteur de bruit en ce qu'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'ASE 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 que le facteur de bruit efficace d'amplification répartie soit négatif, 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'ASE que l'amplification répartie. Du fait que l'ASE produite dans la fibre de l'amplificateur réparti est également partiellement réduite par l'affaiblissement de cette fibre, la puissance de sortie de l'ASE peut être inférieure à ce qui est physiquement réalisable d'un tel amplificateur discret.

Note 3 à l'article: Le facteur de bruit total équivalent est exprimé en dB.

3.2.1.44

facteur de bruit signal/émission spontanée équivalent

<uniquement applicable aux amplificateurs répartis> contribution au facteur de bruit total équivalent due au bruit de battement signal/émission spontanée

3.2.1.45

dispersion du mode de polarisation

PMD

propriété de transmission optique résultant de la dépendance du retard de groupe à l'état de polarisation optique

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

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "PMD" est dérivé du terme anglais développé correspondant "polarization mode dispersion".

3.2.1.46

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 typiquement caractérisé par deux PSP qui dépendent 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.

Note 4 à l'article: Le terme abrégé "PSP" est dérivé du terme anglais développé correspondant "principal states of polarization".

3.2.1.47

niveau de puissance d'ASE transmise

puissance optique dans une plage de longueurs d'onde spécifiée associée à l'ASE (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 OA 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'ASE est spécifiée.

3.2.1.48

niveau de puissance d'ASE réfléchi

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

3.2.1.49**largeur de bande de l'ASE**

écart entre deux longueurs d'onde pour lesquelles une diminution spécifiée de l'ASE en sortie est observée par rapport à la valeur de crête de l'ASE 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 exemple par une fuite de pompe.

3.2.1.50**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'OA à partir du port d'entrée, dans des conditions nominales de fonctionnement spécifiées

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

Note 2 à l'article: La réflectance d'entrée maximale est exprimée en dB.

3.2.1.51**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'OA à partir du port d'entrée, dans des conditions nominales de fonctionnement spécifiées

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

Note 2 à l'article: La réflectance d'entrée minimale est exprimée en dB.

3.2.1.52**réflectance en sortie**

fraction de la puissance optique incidente, à la longueur d'onde de fonctionnement, réfléchi par l'OA à partir du port de sortie, 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 réflectance en sortie est exprimée en dB.

3.2.1.53**réflectance maximale tolérable à l'entrée**

fraction maximale de la puissance sortant du port d'entrée optique de l'OA, réfléchi dans l'OA lui-même, pour laquelle le dispositif respecte toujours 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.

Note 3 à l'article: La réflectance maximale tolérable à l'entrée est exprimée en dB.

3.2.1.54**réflectance maximale tolérable en sortie**

fraction maximale de la puissance sortant du port de sortie optique de l'OA, réfléchi dans l'OA lui-même, pour laquelle le dispositif respecte toujours 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.

Note 3 à l'article: La réflectance maximale tolérable en sortie est exprimée en dB.

3.2.1.55**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 OA pour laquelle l'OA respecte toujours 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.

3.2.1.56

fuite de pompe en sortie

puissance optique de la pompe émise par le port de sortie de l'OA

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 se produit lorsqu'il n'y a pas de signal d'entrée.

3.2.1.57

fuite de pompe en entrée

puissance optique de la pompe émise par le port d'entrée de l'OA

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.

3.2.1.58

degré de polarisation

DOP

<applicable aux dispositifs de pompage pour amplificateurs de Raman à fibre> valeur

$\frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\min}}$, exprimée en pourcentage, pour chaque longueur d'onde d'émission de la source de pompe optique, 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 mesurées 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 multimodaux, 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.

Note 3 à l'article: Le terme abrégé "DOP" est dérivé du terme anglais développé correspondant "degree of polarization".

3.2.1.59

perte d'insertion hors-bande

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

3.2.1.60

perte d'insertion en retour hors-bande

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

3.2.1.61

perte d'insertion dans la bande

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

Note 1 à l'article: Cette propriété peut être définie comme 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'ASE en sortie 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.

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

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

Note 1 à l'article: Les tolérances nécessaires sur l'alimentation électrique et les procédures de mise en marche et d'arrêt sont incluses.

3.2.1.63**puissance maximale consommée**

puissance électrique nécessaire pour faire fonctionner un OA à l'intérieur des valeurs assignées maximales absolues

3.2.1.64**dimensions externes et masse**

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

3.2.1.65**conditions d'environnement**

plage de températures, niveaux d'humidité et de vibrations pour lesquelles l'OA peut être stocké, utilisé ou transporté en respectant ses paramètres spécifiés

3.2.1.66**température en fonctionnement**

plage de températures à l'intérieur de laquelle l'OA peut fonctionner en respectant ses paramètres spécifiés

3.2.1.67**humidité relative maximale en fonctionnement**

humidité relative maximale à laquelle l'OA peut fonctionner en respectant ses paramètres spécifiés

3.2.1.68**niveau de vibrations maximal en fonctionnement**

niveau de vibrations maximal auquel l'OA peut fonctionner en respectant ses paramètres spécifiés

3.2.1.69**température de stockage**

<modules OA et amplificateurs répartis> plage de températures à l'intérieur de laquelle l'OA peut être stocké et fonctionner en respectant ses paramètres spécifiés

3.2.1.70**humidité relative maximale de stockage**

humidité relative maximale à laquelle l'OA peut être stocké en respectant ses paramètres spécifiés

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

niveau de vibrations/chocs maximal que l'OA peut supporter pendant le transport en respectant ses paramètres spécifiés

3.2.1.72**fiabilité**

<modules OA et amplificateurs répartis> espérance de vie utile exprimée par l'un des deux paramètres suivants: durée moyenne de bon fonctionnement (MTBF) ou nombre de défaillances dans un temps donné (FIT)