

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61290-1-3

Première édition
First edition
1998-05

**Amplificateurs à fibres optiques –
Spécification de base –**

**Partie 1-3:
Méthodes d'essai pour les paramètres de gain –
Mesureur de puissance optique**

**Optical fibre amplifiers –
Basic specification –**

**Part 1-3:
Test methods for gain parameters –
Optical power meter**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61290-1-3: 1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61290-1-3

Première édition
First edition
1998-05

**Amplificateurs à fibres optiques –
Spécification de base –**

**Partie 1-3:
Méthodes d'essai pour les paramètres de gain –
Mesureur de puissance optique**

**Optical fibre amplifiers –
Basic specification –**

**Part 1-3:
Test methods for gain parameters –
Optical power meter**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet.....	8
2 Référence normative	8
3 Appareillage.....	10
4 Echantillon d'essai	12
5 Mode opératoire.....	14
6 Calculs.....	16
7 Résultats des essais	20
Figure 1 – Installation d'essai typique du mesureur de puissance optique pour les mesures du gain faible signal.....	10
Figure 2 – Variation typique du gain en fonction de la puissance du signal d'entrée	18
Annexe A (informative) Liste des abréviations.....	24
Annexe B (informative) Bibliographie	26

CONTENTS

	Pages
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope and object	9
2 Normative reference.....	9
3 Apparatus	11
4 Test sample	13
5 Procedure	15
6 Calculation	17
7 Test results	21
Figure 1 – Typical arrangement of the optical power meter test apparatus for small-signal gain measurements	11
Figure 2 – Typical behaviour of the gain as a function of the input signal power	19
Annex A (informative) List of abbreviations	25
Annex B (informative) Bibliography	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AMPLIFICATEURS À FIBRES OPTIQUES – SPÉCIFICATION DE BASE –

Partie 1-3: Méthodes d'essai pour les paramètres de gain – Mesureur de puissance optique

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61290-1-3 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Elle doit être lue conjointement avec la CEI 61291-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86C/177/FDIS	86C/201/RVD

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

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**OPTICAL FIBRE AMPLIFIERS –
BASIC SPECIFICATION –****Part 1-3: Test methods for gain parameters –
Optical power meter**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61290-1-3 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

It shall be read in conjunction with IEC 61291-1.

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

FDIS	Report on voting
86C/177/FDIS	86C/201/RVD

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

Annexes A and B are for information only.

INTRODUCTION

Pour autant que l'on puisse en juger, ceci est la première Norme internationale relative au domaine des amplificateurs à fibres optiques. Cette technologie est relativement nouvelle et se développe encore, de sorte que des amendements et de nouvelles éditions de cette norme sont à prévoir.

Chaque abréviation introduite est expliquée dans le texte au moins la première fois qu'elle apparaît. Cependant, pour une meilleure compréhension de l'ensemble, une liste de toutes les abréviations utilisées est donnée dans l'annexe A.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61290-1-3:1998

Withdrawn

INTRODUCTION

As far as can be determined, this is the first International Standard on optical fibre amplifiers. The technology of optical fibre amplifiers is quite new and still emerging, hence amendments and new editions to this standard can be expected.

Each abbreviation introduced is explained in the text at least the first time it appears. However, for an easier understanding of the whole text, a list of all abbreviations used is given in annex A.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61290-1-3:1998

AMPLIFICATEURS À FIBRES OPTIQUES – SPÉCIFICATION DE BASE –

Partie 1-3: Méthodes d'essai pour les paramètres de gain – Mesureur de puissance optique

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61290 s'applique aux amplificateurs à fibres optiques (AFO) utilisant des fibres actives contenant des dopants de terre rare, actuellement commercialisés.

L'objet de cette norme est d'établir des spécifications uniformes pour des mesures précises et fiables, par le biais de la méthode d'essai du mesureur de puissance optique, des paramètres d'AFO donnés ci-dessous, tels qu'ils sont définis dans l'article 3 de la CEI 61291-1:

- a) gain faible signal;
- b) gain faible signal inverse;
- c) gain faible signal maximal;
- d) longueur d'onde du gain faible signal maximal;
- e) variation maximale du gain faible signal en fonction de la température;
- f) bande de longueur d'onde du gain faible signal;
- g) variation du gain faible signal en fonction de la longueur d'onde;
- h) stabilité du gain faible signal;
- i) variation du gain en fonction de la polarisation.

NOTE – Toutes les valeurs numériques suivies de (#) sont des propositions en cours d'étude.

2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61290. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61290 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 61291-1, — *Amplificateurs à fibres optiques – Partie 1: Spécification générique*¹⁾

¹⁾ A publier.

OPTICAL FIBRE AMPLIFIERS – BASIC SPECIFICATION –

Part 1-3: Test methods for gain parameters – Optical power meter

1 Scope and object

This part of IEC 61290 applies to optical fibre amplifiers (OFAs) using active fibres, containing rare-earth dopants, presently commercially available.

The object of this standard is to establish uniform requirements for accurate and reliable measurements, by means of the optical power meter test method, of the following OFA parameters, as defined in clause 3 of IEC 61291-1:

- a) small-signal gain;
- b) reverse small-signal gain;
- c) maximum small-signal gain;
- d) maximum small-signal gain wavelength;
- e) maximum small-signal gain variation with temperature;
- f) small-signal gain wavelength band;
- g) small-signal gain wavelength variation;
- h) small-signal gain stability;
- i) polarization-dependent gain variation.

NOTE – All numerical values followed by (†) are currently under consideration.

2 Normative reference

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61290. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61290 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 61291-1, — *Optical fibre amplifiers – Part 1: Generic specification* ¹⁾

¹⁾ To be published.

3 Appareillage

Les schémas de l'installation de mesure sont donnés à la figure 1.

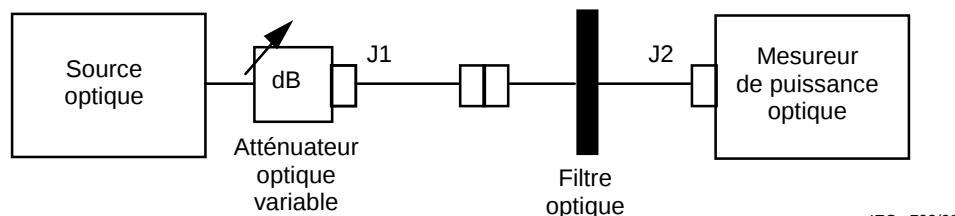


Figure 1a - Mesure de la puissance du signal d'entrée

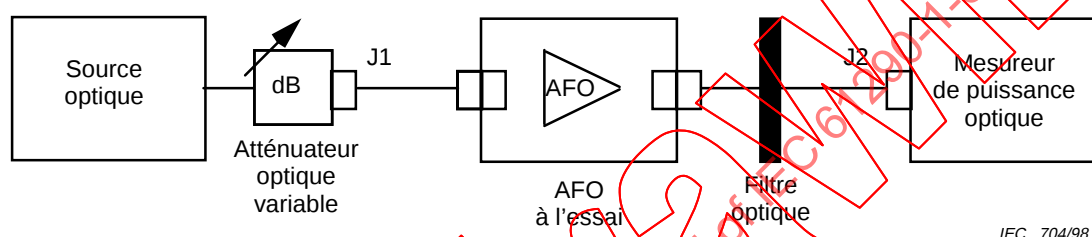


Figure 1b - Mesure de la puissance du signal de sortie et de l'ESA

Figure 1 – Installation d'essai typique du mesureur de puissance optique pour les mesures du gain faible signal

Les équipements d'essai listés ci-dessous, avec les caractéristiques requises, sont nécessaires:

- a) *source optique*: la source optique doit être de longueur d'onde fixe ou de longueur d'onde accordable:
 - *source optique de longueur d'onde fixe*: cette source optique doit générer une lumière avec une longueur d'onde et une puissance optique spécifiées dans la spécification particulière correspondante. Sauf indication contraire, la source optique doit émettre un signal continu avec une largeur spectrale à mi-hauteur plus faible que 1 nm ($\pm$). Un laser à contre-réaction distribuée (DFB), un laser à réflecteur de Bragg distribué (DBR), une diode laser à cavité externe (ECL) ou une diode électroluminescente (DEL) avec un filtre à bande étroite sont par exemple appropriés. Le taux de suppression des modes latéraux pour le laser DFB, le laser DBR ou l'ECL doit être supérieur à 30 dB ($\pm$). La variation de la puissance de sortie doit être inférieure à 0,05 dB ($\pm$), ce qui peut être plus facilement réalisable avec un isolateur optique au port de sortie de la source optique. L'élargissement spectral au pied du spectre doit être minimal pour les sources laser;

3 Apparatus

A scheme of the measurement set-up is given in figure 1.

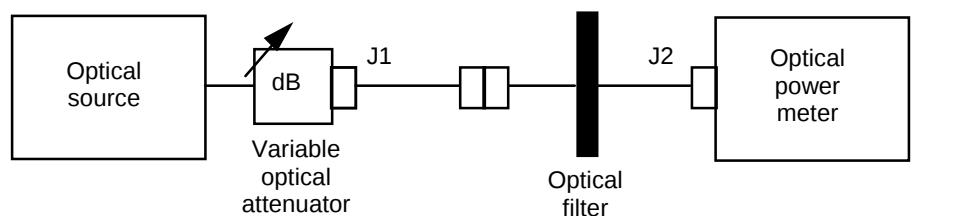


Figure 1a - Input signal power measurement

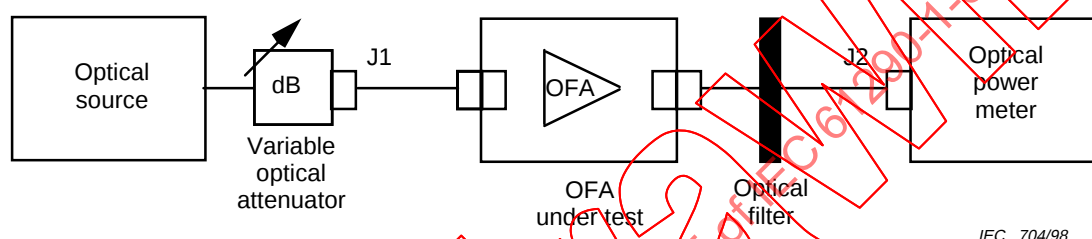


Figure 1b - Output signal power and ASE measurement

Figure 1 – Typical arrangement of the optical power meter test apparatus for small-signal gain measurements

The test equipment listed below, with the required characteristics, is needed:

- a) *optical source*: The optical source shall be either at fixed wavelength or wavelength-tunable:
 - *fixed-wavelength optical source*: This optical source shall generate a light with a wavelength and optical power specified in the relevant detail specification. Unless otherwise specified, the optical source shall emit a continuous wave with the full width at half maximum of the spectrum narrower than 1 nm ($\pm$). A distributed feedback (DFB) laser, a distributed Bragg reflection (DBR) laser, an external cavity laser diode (ECL) and a light emitting diode (LED) with a narrow-band filter are applicable, for example. The suppression ratio for the side modes for the DFB laser, the DBR laser or the ECL shall be higher than 30 dB ($\pm$). The output power fluctuation shall be less than 0,05 dB ($\pm$), which may be better attainable with an optical isolator at the output port of the optical source. Spectral broadening at the foot of the lasing spectrum shall be minimal for laser sources;

- *source optique de longueur d'onde accordable*: cette source optique doit pouvoir générer une lumière de longueur d'onde accordable dans la gamme spécifiée dans la spécification particulière correspondante. Sa puissance optique doit être indiquée dans la spécification particulière correspondante. Sauf indication contraire, la source optique doit émettre un signal continu avec une largeur spectrale à mi-hauteur plus faible que 1 nm ($\pm$). Un ECL ou une DEL par exemple, avec un filtre optique de bande étroite, sont appropriés. Le taux de suppression des modes latéraux pour l'ECL doit être supérieur à 30 dB ($\pm$). La variation de la puissance de sortie doit être inférieure à 0,05 dB, ce qui est plus aisément réalisable avec un isolateur optique placé au port de sortie de la source optique. L'élargissement spectral au pied du spectre doit être minimal pour l'ECL;

NOTE – Il convient que l'utilisation d'une DEL soit limitée aux mesures de gain faible signal.

- b) *mesureur de puissance optique*: il doit avoir une précision de mesure meilleure que $\pm 0,2$ dB, indépendamment de l'état de la polarisation, dans la largeur de bande de longueur d'onde opérationnelle de l'AFO. Une dynamique dépassant le gain mesuré est nécessaire (par exemple 40 dB);
- c) *filtre optique*: il doit être accordable en longueur d'onde, avec une bande passante (largeur totale à mi-hauteur) plus étroite que 3 nm ($\pm$);
- d) *isolateur optique*: des isolateurs optiques peuvent être utilisés en entrée et en sortie de l'AFO. La variation de la perte de dépendance à la polarisation de l'isolateur doit être inférieure à 0,2 dB ($\pm$). L'isolation optique doit être meilleure que 40 dB ($\pm$). La réflectance de ce composant doit être inférieure à -40 dB ($\pm$) à chaque port;
- e) *atténuateur optique variable*: la gamme et la stabilité de l'atténuation doivent être supérieures à 40 dB ($\pm$) et meilleures que $\pm 0,1$ dB ($\pm$) respectivement. La réflectance de ce composant doit être inférieure à -40 dB ($\pm$) à chaque port;
- f) *contrôleur de polarisation*: cet appareil doit être capable de fournir en signal lumineux d'entrée tous les états possibles de polarisation (par exemple l'état linéaire, elliptique et circulaire). Par exemple, le contrôleur de polarisation peut consister soit en un polariseur linéaire suivi d'un contrôleur de polarisation pour tout type de fibre, soit en un polariseur linéaire suivi d'une lentille quart d'onde orientable à 90° au minimum et d'une lentille demi-onde orientable à 180° au minimum. La variation de la perte du contrôleur de polarisation doit être inférieure à 0,2 dB ($\pm$). La réflectance de cet appareil doit être inférieure à -40 dB ($\pm$) à chaque port;
- g) *jarretières de fibres optiques*: il convient que le diamètre du champ de mode des jarretières de fibre optique utilisées soit aussi près que possible de celui des fibres servant de ports d'entrée et de sortie de l'AFO. La réflectance de ce composant doit être inférieure à -40 dB ($\pm$) à chaque port, et la longueur de la jarretière inférieure à 2 m;
- h) *connecteurs optiques*: la répétabilité des pertes de connexion doit être meilleure que $\pm 0,2$ dB.
- i) *mesureur de longueur d'onde*: il doit avoir une précision de mesure de longueur d'onde meilleure que 0,1 nm ($\pm$).

4 Echantillon d'essai

L'AFO doit fonctionner dans des conditions nominales. Si l'AFO est susceptible de provoquer des oscillations laser dues à des réflexions parasites, il est recommandé d'utiliser des isolateurs optiques en entrée et en sortie de l'AFO à l'essai. Cela permettra de réduire l'instabilité du signal et les imprécisions de mesure.

Pour les mesures des paramètres a) à h) de l'article 1, des précautions doivent être prises pour maintenir l'état de polarisation de la lumière incidente pendant la mesure. Des changements de l'état de polarisation de la lumière incidente peuvent entraîner des variations de la puissance optique d'entrée du fait de la légère dépendance à la polarisation de tous les composants optiques utilisés, conduisant à des erreurs de mesure.

- *wavelength-tunable optical source*: This optical source shall be able to generate a wavelength-tunable light within the range specified in the relevant detail specification. Its optical power shall be specified in the relevant detail specification. Unless otherwise specified, the optical source shall emit a continuous wave with the full width at half maximum of the spectrum narrower than 1 nm ($\pm$). An ECL or an LED with a narrow bandpass optical filter is applicable for example. The suppression ratio of side modes for the ECL shall be higher than 30 dB ($\pm$). The output power fluctuation shall be less than 0,05 dB, which may be better attainable with an optical isolator at the output port of the optical source. Spectral broadening at the foot of the lasing spectrum shall be minimal for the ECL;

NOTE – The use of an LED should be limited to small-signal gain measurements.

- b) *optical power meter*: It shall have a measurement accuracy better than $\pm 0,2$ dB, irrespective of the state of polarization, within the operational wavelength bandwidth of the OFA. A dynamic range exceeding the measured gain is required (e.g. 40 dB);
- c) *optical filter*: It shall be wavelength-tunable with a passband (full width at half maximum) narrower than 3 nm ($\pm$);
- d) *optical isolator*: Optical isolators may be used to bracket the OFA. The polarization-dependent loss variation of the isolator shall be better than 0,2 dB ($\pm$). Optical isolation shall be better than 40 dB ($\pm$). The reflectance from this device shall be smaller than –40 dB ($\pm$) at each port;
- e) *variable optical attenuator*: The attenuation range and stability shall be over 40 dB ($\pm$), and better than $\pm 0,1$ dB ($\pm$), respectively. The reflectance from this device shall be smaller than –40 dB ($\pm$) at each port;
- f) *polarization controller*: This device shall be able to provide as input signal light all possible states of polarization (e.g. linear, elliptical and circular). For example, the polarization controller may consist of a linear polarizer followed by an all-fibre-type polarization controller, or by a linear polarizer followed by a quarter-wave plate rotatable by minimum of 90° and a half wave plate rotatable by minimum of 180°. The loss variation of the polarization controller shall be less than 0,2 dB ($\pm$). The reflectance from this device shall be smaller than –40 dB ($\pm$) at each port;
- g) *optical fibre jumpers*: The mode field diameter of the optical fibre jumpers used should be as close as possible to that of fibres used as input and output ports of the OFA. The reflectance from this device shall be smaller than –40 dB ($\pm$) at each port, and the length of the jumper shall be shorter than 2 m;
- h) *optical connectors*: The connection loss repeatability shall be better than $\pm 0,2$ dB;
- i) *wavelength meter*: It shall have a wavelength measurement accuracy better than 0,1 nm ($\pm$).

4 Test sample

The OFA shall operate at nominal operating conditions. If the OFA is likely to cause laser oscillations due to unwanted reflections, use of optical isolators is recommended to bracket the OFA under test. This will minimize the signal instability and the measurement inaccuracy.

For measurements of parameters a) to h) of clause 1, care shall be taken in maintaining the state of polarization of the input light during the measurement. Changes in the polarization state of the input light may result in input optical power changes because of the slight polarization dependency expected from all the optical components used, this leading to measurement errors.

5 Mode opératoire

- a) *Gain faible signal*: cette méthode permet la détermination du gain faible signal par les mesures de la puissance du signal d'entrée P_{in} de l'AFO, de la puissance de sortie P_{out} de l'AFO, en prenant en compte la puissance de l'émission spontanée amplifiée de l'AFO P_{ESA} , à la longueur d'onde du signal.

Grâce au fait que la différence entre P_{ESA} dans les conditions faible signal et P_{ESA} lorsqu'il n'y a pas de signal d'entrée n'est pas significative, la puissance d'ESA est mesurée sans signal d'entrée et soustraite de la puissance totale de sortie de l'AFO. Un filtre optique (dont la perte par insertion doit être prise en compte) adapté à la longueur d'onde du signal d'entrée est utilisé dans ce cas pour réduire la puissance de l'ESA.

Les procédés de mesure décrits ci-dessous doivent être suivis:

- 1) Régler la source optique à la longueur d'onde d'essai spécifiée dans la spécification particulière correspondante, en mesurant la longueur d'onde du signal d'entrée (par exemple avec un mesureur de longueur d'onde).
- 2) Régler le filtre optique à la longueur d'onde du signal, en augmentant au maximum la puissance de signal détectée après le filtre, comme indiqué à la figure 1a.
- 3) Régler la source optique et l'atténuateur variable optique, de manière à obtenir au port d'entrée de l'AFO la puissance optique P_{in} spécifiée dans la spécification particulière correspondante, en mesurant la puissance du signal d'entrée de l'AFO comme indiqué à la figure 1a.
- 4) Evaluer le niveau de la puissance d'ESA ayant traversé le filtre optique, P_{ESA} , en mesurant la puissance optique de sortie de l'AFO comme indiqué à la figure 1b, sans signal d'entrée.
- 5) Mesurer le niveau de puissance de sortie totale de l'AFO, P_{out} , correspondant à la puissance d'entrée P_{in} , avec le mesureur de puissance optique, comme indiqué à la figure 1b.

NOTE 1 – Si un filtre optique bande étroite est déjà intégré dans l'AFO à l'essai, le filtre optique externe n'est pas nécessaire.

NOTE 2 – Il convient que les connecteurs optiques J1 et J2 ne soient pas démontés pendant la mesure, afin d'éviter les erreurs de mesure dues aux reconnections.

- b) *Gain faible signal inverse*: comme en a), mais avec l'AFO fonctionnant avec le port d'entrée utilisé comme port de sortie et vice versa.
- c) *Gain faible signal maximal*: comme en a), mais utiliser une source optique de longueur d'onde accordable, répéter toutes les étapes à différentes longueurs d'onde de manière à couvrir toute la gamme de longueurs d'ondes indiquée dans la spécification particulière correspondante, et remplacer l'étape 1) par la suivante:
- 1) régler la source optique de longueur d'onde accordable à une longueur d'onde d'essai comprise dans la gamme de longueurs d'ondes spécifiée, en mesurant la longueur d'onde du signal d'entrée (par exemple avec un mesureur de longueur d'onde).

NOTE 1 – Sauf indication contraire, il convient que la longueur d'onde soit changée par pas inférieurs à 1 nm (±), autour de la longueur d'onde à laquelle le profil du spectre d'ESA, observé (par exemple avec un analyseur de spectre optique ou un monochromateur) sans le signal d'entrée, prend sa valeur maximale.

NOTE 2 – Une précision de mesure de longueur d'onde de $\pm 0,01$ nm, autour de 1550 nm, peut être obtenue avec des lambdamètres disponibles dans le commerce, basés sur des techniques de comptage de franges d'interférence. Certains appareils avec diode à cavité laser externe accordable fournissent une précision de mesure de longueur d'onde de $\pm 0,2$ nm.

- d) *Longueur d'onde du gain faible signal maximal*: comme en c).
- e) *Variation maximale du gain faible signal en fonction de la température*: à l'étude.
- f) *Bande de longueur d'onde du gain faible signal*: comme en c).
- g) *Variation du gain faible signal*: comme en c).
- h) *Stabilité du gain faible signal*: à l'étude.

5 Procedure

- a) *Small-signal gain*: This method permits determination of the small-signal gain through the measurements of the OFA input signal power, P_{in} , the OFA output power, P_{out} , taking into account the OFA Amplified Spontaneous Emission (ASE) power, P_{ASE} at the signal wavelength.

Thanks to the fact that in small-signal conditions P_{ASE} is not significantly different from that for no input signal, the ASE power is measured without input signal and subtracted from the OFA output total power. An optical filter (whose insertion loss shall be taken into account) tuned to the input signal wavelength, is used in this case to reduce the ASE power.

The measurement procedures described below shall be followed.

- 1) Set the optical source at the test wavelength specified in the relevant detail specification, measuring the input signal wavelength (e.g. with a wavelength meter).
- 2) Set the optical filter at the signal wavelength, by maximizing the signal power detected after the filter, as shown in figure 1a.
- 3) Set the optical source and the variable optical attenuator in a way to provide, at the input port of the OFA, the optical power P_{in} specified in the relevant detail specification, measuring the OFA input signal power, as shown in figure 1a.
- 4) Evaluate the ASE power level passed through the optical filter, P_{ASE} , by measuring the optical output power from the OFA, as shown in figure 1b, without input signal.
- 5) Measure the total OFA output power level, P_{out} , corresponding to the input power P_{in} , with the optical power meter, as shown in figure 1b.

NOTE 1 – If a narrowband optical filter is already built in the OFA under test, the external optical filter is not needed.

NOTE 2 – Optical connectors J1 and J2 should not be removed during the measurement to avoid measurement errors due to reconnection.

- b) *Reverse small-signal gain*: As in a), but with the OFA operating with the input port used as output port and vice-versa.
- c) *Maximum small-signal gain*: As in a), but use a wavelength-tunable optical source, repeat all procedures at different wavelengths in a way to cover the wavelength range specified in the relevant detail specification, and replace procedure 1) with the following:
- 1) Set the wavelength-tunable optical source at a test wavelength within the specified wavelength range, measuring the input signal wavelength (e.g. with a wavelength meter).

NOTE 1 – Unless otherwise specified, the wavelength should be changed by steps smaller than 1 nm (±) around the wavelength where the ASE spectral profile, observed (e.g. with an optical spectrum analyzer or a monochromator) without the input signal, takes its maximum value.

NOTE 2 – A wavelength measurement accuracy of ±0,01 nm, around 1550 nm, is attainable with commercially available wavelength meters based on interference-fringes counting techniques. Some tunable external-cavity laser-diode instruments provide a wavelength measurement accuracy of ±0,2 nm.

- d) *Maximum small-signal gain wavelength*: As in c).
- e) *Maximum small-signal gain variation with temperature*: Under consideration.
- f) *Small-signal gain wavelength band*: As in c).
- g) *Small-signal gain variation*: As in c).
- h) *Small-signal gain stability*: Under consideration.

- i) *Variation du gain en fonction de la polarisation*: comme en a), mais utiliser un contrôleur de polarisation entre l'atténuateur optique variable et le connecteur J1 (voir figures 1 et 2), répéter toutes les étapes à différents états de polarisation, comme spécifié dans la spécification particulière correspondante, et remplacer l'étape 1) par ce qui suit:

- 1) Régler la source optique à la longueur d'onde de l'essai indiquée dans la spécification particulière correspondante en mesurant la longueur d'onde du signal d'entrée (par exemple avec un mesureur de longueur d'onde). Régler le contrôleur de polarisation à un état de polarisation donné tel que spécifié dans la spécification particulière correspondante.

NOTE 1 – Il convient que l'état de polarisation du signal d'entrée soit changé après chaque mesure de P_{in} , P_{out} et P_{ESA} , à l'aide du contrôleur de polarisation, de telle sorte que tous les états de polarisation, en principe, soient successivement envoyés dans le port d'entrée de l'AFO à l'essai.

NOTE 2 – Il convient que le contrôleur de polarisation soit mis en oeuvre comme cela est spécifié dans la spécification particulière correspondante. Une possibilité, en utilisant un polariseur linéaire suivi d'une lentille quart d'onde tournante, est la suivante: le polariseur linéaire est ajusté de telle sorte que la puissance de sortie de l'AFO soit maximale, la lentille quart d'onde est ensuite tournée d'un minimum de 90° pas à pas. A chaque pas, la lentille demi-onde est tournée d'un minimum de 180°, pas à pas.

NOTE 3 – Il convient qu'une courte jarrettière optique à l'entrée de l'AFO, maintenue aussi droite que possible, soit utilisée afin de minimiser des changements d'état de polarisation induits dans la fibre par d'éventuelles contraintes et anisotropies.

NOTE 4 – Il convient que la variation de la perte de dépendance à la polarisation du connecteur optique soit inférieure à 0,2 dB (±).

6 Calculs

- a) *Gain faible signal*: le gain faible signal G à la longueur d'onde du signal doit être calculé comme suit:

$$G = (P_{out} - P_{ESA})/P_{in} \text{ (unités linéaires)}$$

ou

$$G = 10 \log [(P_{out} - P_{ESA})/P_{in}] \text{ (dB)}$$

NOTE 1 – Si la largeur de bande du filtre est très étroite de telle sorte que P_{ESA} détecté soit suffisamment faible, P_{ESA} peut être négligé dans les calculs donnés ci-dessus.

NOTE 2 – G est le gain faible signal uniquement lorsque l'AFO à l'essai fonctionne en régime linéaire. Cela peut être vérifié par le tracé de la courbe G en fonction de la puissance moyennée dans le temps du signal optique d'entrée. Pour obtenir le régime linéaire, il est nécessaire que la puissance moyennée dans le temps du signal optique d'entrée soit dans une plage où le gain en est indépendant (voir figure 2). Un réglage de cette puissance entre -30 dBm et -40 dBm convient en général.

NOTE 3 – L'erreur de mesure peut être meilleure que $\pm 0,2$ dB (±), et dépend surtout de la précision du mesureur de puissance optique.

- b) *Gain faible signal inverse*: comme en a).

i) *Polarization-dependent gain variation*: As in a), but use a polarization controller between the variable optical attenuator and the connector J1 (in figures 1 and 2), repeat all procedures at different states of polarization as specified in the relevant detail specification, and replace procedure 1) with the following:

- 1) Set the optical source to the test wavelength specified in the relevant detail specification, measuring the input signal wavelength (e.g. with a wavelength meter). Set the polarization controller at a given state of polarization as specified in the relevant detail specification.

NOTE 1 – The state of polarization of the input signal should be changed after each measurement of P_{in} , P_{out} and P_{ASE} by means of the polarization controller, so that substantially all the states of polarization, in principle, are successively launched into the input port of the OFA under test.

NOTE 2 – The polarization controller should be operated as specified in the relevant detail specifications. A possible way, when using a linear polarizer followed by a quarter-wave rotatable plate, is the following: the linear polarizer is adjusted so that the OFA output power is maximized, the quarter-wave plate is then rotated by a minimum of 90° step-by-step. At each step, the half-wave plate is rotated by a minimum of 180° step-by-step.

NOTE 3 – A short optical jumper at the OFA input, kept as straight as possible, should be used, in order to minimize the change of the state of polarization induced in it by possible stress and anisotropy.

NOTE 4 – The polarization-dependent loss variation of the optical connector should be less than 0,2 dB (±).

6 Calculation

a) *Small-signal gain*: The small-signal gain G at the signal wavelength shall be calculated as:

$$G = (P_{out} - P_{ASE})/P_{in} \text{ (linear units)}$$

or as:

$$G = 10 \log [(P_{out} - P_{ASE})/P_{in}] \text{ (dB)}$$

NOTE 1 – If the filter bandwidth is very narrow so that the detected P_{ASE} is sufficiently small, P_{ASE} could be omitted in the above calculation.

NOTE 2 – G is the small-signal gain only when the OFA under test operates in the linear regime. This can be confirmed by plotting G versus the time-averaged input signal power. The linear regime demands the time-averaged input signal power to be in the range in which the gain is quite independent from it (see figure 2). An input signal power ranging from –30 dBm to –40 dBm is generally well within this range.

NOTE 3 – The measurement error can be better than ±0,2 dB (±), depending mainly on the accuracy of the optical power meter.

b) *Reverse small-signal gain*: As in a).

- c) *Gain faible signal maximal*: calculer les valeurs de gain faible signal aux différentes longueurs d'onde comme en a). Le gain faible signal maximal doit être donné par la plus grande de ces valeurs.

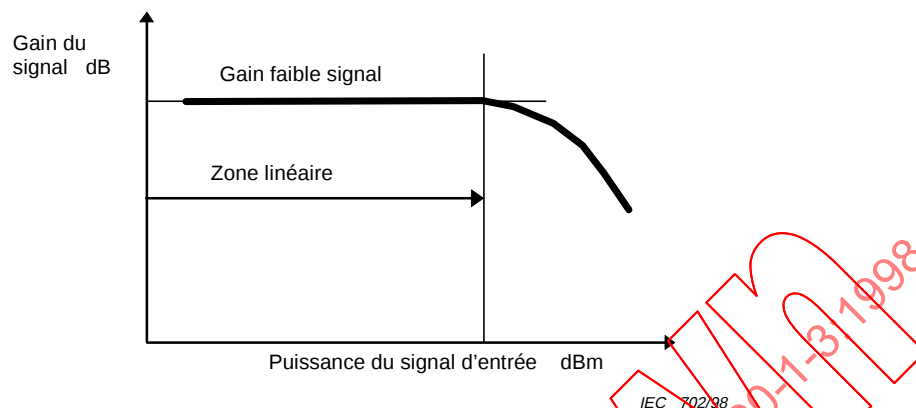


Figure 2 – Variation typique du gain en fonction de la puissance du signal d'entrée

- d) *Longueur d'onde du gain faible signal maximal*: calculer le gain faible signal maximal comme en c). La longueur d'onde du gain faible signal maximal doit être la longueur d'onde à laquelle le gain faible signal maximal se produit.
- e) *Variation maximale du gain faible signal en fonction de la température*: à l'étude.
- f) *Bande de longueur d'onde du gain faible signal*: calculer le gain faible signal maximal comme en c). Identifier les longueurs d'onde auxquelles le gain faible signal est de N dB inférieur au gain faible signal maximal. La bande de longueur d'onde du gain faible signal doit être donnée par le ou les intervalles compris entre ces longueurs d'onde, pour lesquelles le gain faible signal est inférieur à N dB en dessous du gain faible signal maximal.

NOTE – La valeur N = 3 est typiquement appliquée.

- g) *Variation du gain faible signal*: calculer le gain faible signal maximal comme en c). Calculer le gain faible signal minimal comme étant la plus petite de ces valeurs du gain faible signal, dans la gamme de longueur d'onde de mesure spécifiée. La variation du gain faible signal est la différence entre les valeurs de gain faible signal maximal et minimal.
- h) *Stabilité du gain faible signal*: à l'étude.
- i) *Variation du gain en fonction de la polarisation*: calculer les valeurs du gain faible signal aux différents états de polarisation comme en a). Identifier le maximum $G_{\max}$ et le minimum $G_{\min}$ du gain faible signal comme étant la plus élevée et la plus faible de ces valeurs respectivement. La variation du gain en fonction de la polarisation ΔG_p doit être calculée comme suit:

$$\Delta G_p = G_{\max} - G_{\min} \text{ (dB)}$$

NOTE 1 – ΔG_p n'indique pas nécessairement la variation maximale possible de la dépendance à la polarisation. Ceci parce que l'atténuation à travers l'AFO à l'essai n'est maximale que lorsque chaque état de polarisation d'entrée conduit à l'atténuation maximale pour tous les composants de l'AFO à l'essai simultanément.

- c) *Maximum small-signal gain*: Calculate the small-signal gain values at the different wavelengths, as in a). The maximum small-signal gain shall be given by the highest of all these small-signal gain values.

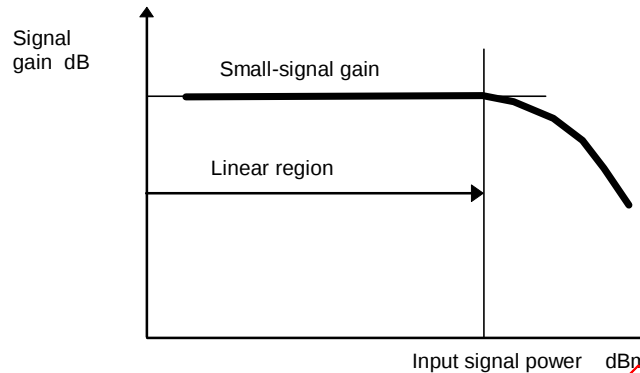


Figure 2 – Typical behaviour of the gain as a function of the input signal power

- d) *Maximum small-signal gain wavelength*: Calculate the maximum small-signal gain as in c). The maximum small-signal gain wavelength shall be that wavelength at which the maximum small-signal gain occurs.
- e) *Maximum small-signal gain variation with temperature*: Under consideration.
- f) *Small-signal gain wavelength band*: Calculate the maximum small-signal gain as in c). Identify those wavelengths at which the small-signal gain is N dB below the maximum small-signal gain. The small-signal gain wavelength band shall be given by the wavelength interval(s), comprised between those wavelengths, within which the small-signal gain is less than N dB below the maximum small-signal gain.

NOTE – A value of N = 3 is typically applied.

- g) *Small-signal gain variation*: Calculate the maximum small-signal gain as in c). Calculate the minimum small-signal gain as the lowest of all these small-signal gain values over the specified measurement wavelength range. The small-signal gain variation shall be the difference between the maximum and the minimum small-signal gain values.
- h) *Small-signal gain stability*: Under consideration.
- i) *Polarization-dependent gain variation*: Calculate the small-signal gain values at the different states of polarization, as in a). Identify the maximum, $G_{\max}$, and the minimum, $G_{\min}$, small-signal gain as the highest and the lowest of all these small-signal gain values, respectively. The polarization-dependent gain variation ΔG_p shall be calculated as follows:

$$\Delta G_p = G_{\max} - G_{\min} \quad (\text{dB})$$

NOTE 1 – ΔG_p does not necessarily indicate the possible maximum variation of the polarization dependency. This is because the attenuation through the OFA under test is maximum only when each input state of polarization simultaneously yields maximum attenuation for each component in the OFA under test.

NOTE 2 – L'erreur de mesure peut être meilleure que $\pm 0,5$ dB ($\pm$), et dépend essentiellement de la dépendance à la polarisation du mesureur de puissance optique.

7 Résultats des essais

a) *Gain faible signal*: les points suivants doivent être présentés:

- 1) configuration du montage d'essai;
- 2) largeur spectrale (largeur totale à mi-hauteur) de la source optique;
- 3) indication de la puissance de pompe optique (si applicable);
- 4) température ambiante (si nécessaire);
- 5) puissance optique du signal d'entrée P_{in} ;
- 6) largeur de bande de longueur d'onde du filtre optique;
- 7) longueur d'onde de la mesure;
- 8) gain faible signal.

NOTE – Les paramètres 5) et 8) peuvent être remplacés par la courbe du gain faible signal en fonction de la puissance du signal optique d'entrée.

b) *Gain faible signal inverse*: les détails 1) à 7) précédemment cités pour le gain faible signal doivent être présentés, et en plus:

- 8) gain faible signal inverse.

NOTE – Les paramètres 5) et 8) peuvent être remplacés par la puissance du signal optique d'entrée.

c) *Gain faible signal maximal*: les détails 1) à 6) précédemment cités pour le gain faible signal doivent être présentés, et en plus:

- 7) gamme de longueur d'onde de la mesure;
- 8) gain faible signal maximal.

NOTE – Les paramètres 5) et 8) peuvent être remplacés par la courbe du gain faible signal maximal en fonction de la puissance optique du signal d'entrée.

d) *Longueur d'onde du gain faible signal maximal*: les détails 1) à 6) précédemment cités pour le gain faible signal doivent être présentés, et en plus:

- 7) gamme de longueur d'onde de la mesure;
- 8) précision de mesure de longueur d'onde;
- 9) longueur d'onde du gain faible signal maximal.

NOTE – Les paramètres 7) et 9) peuvent être remplacés par la courbe du gain faible signal en fonction de la longueur d'onde du signal d'entrée.

e) *Variation maximale du gain faible signal en fonction de la température*: à l'étude.

f) *Bande de longueur d'onde du gain faible signal*: les détails 1) à 6) précédemment cités pour le gain faible signal doivent être présentés, et en plus:

- 7) gamme de longueur d'onde de la mesure;
- 8) précision de mesure de longueur d'onde;
- 9) bande de longueur d'onde du gain faible signal;
- 10) la valeur de N choisie pour la détermination de la largeur de bande de longueur d'onde.

NOTE – Les paramètres 7), 9) et 10) peuvent être remplacés par la courbe du gain faible signal en fonction de la longueur d'onde du signal d'entrée.

NOTE 2 – The measurement error can be better than $\pm 0,5$ dB ($\pm$), depending mainly on the optical power meter polarization dependency.

7 Test results

a) *Small-signal gain*: The following details shall be presented:

- 1) arrangement of the test set-up;
- 2) spectral linewidth (full width at half maximum) of the optical source;
- 3) indication of the optical pump power (if applicable);
- 4) ambient temperature (if required);
- 5) input signal optical power, P_{in} ;
- 6) wavelength bandwidth of the optical filter;
- 7) wavelength of the measurement;
- 8) small-signal gain.

NOTE – Parameters 5) and 8) can be replaced with the small-signal gain versus input optical signal power curve.

b) *Reverse small-signal gain*: The details 1) to 7), previously listed for the small-signal gain, shall be presented and, in addition:

- 8) reverse small-signal gain.

NOTE – Parameters 5) and 8) can be replaced with the reverse small-signal gain versus input optical signal power curve.

c) *Maximum small-signal gain*: The details 1) to 6), previously listed for the small-signal gain, shall be presented and, in addition:

- 7) wavelength range of the measurement;
- 8) maximum small-signal gain.

NOTE – Parameters 5) and 8) can be replaced with the maximum small-signal gain versus input optical signal power curve.

d) *Maximum small-signal gain wavelength*: The details 1) to 6), previously listed for the small-signal gain, shall be presented and, in addition:

- 7) wavelength range of the measurement;
- 8) wavelength measurement accuracy;
- 9) maximum small-signal gain wavelength.

NOTE – Parameters 7) and 9) can be replaced with the small-signal gain versus input signal wavelength curve.

e) *Maximum small-signal gain variation with temperature*: Under consideration.

f) *Small-signal gain wavelength band*: The details 1) to 6), previously listed for the small-signal gain, shall be presented and, in addition:

- 7) wavelength range of the measurement;
- 8) wavelength measurement accuracy;
- 9) small-signal gain wavelength band;
- 10) the N value chosen for the determination of the wavelength bandwidth.

NOTE – Parameters 7) and 9) and 10) can be replaced with the small-signal gain versus input signal wavelength curve.

g) *Variation de la longueur d'onde en fonction du gain faible signal*: Les détails 1) à 6) précédemment cités pour le gain faible signal doivent être présentés, et en plus:

- 7) gamme de longueur d'onde de la mesure;
- 8) précision de mesure de longueur d'onde du mesureur de puissance optique;
- 9) variation de la longueur d'onde en fonction du gain faible signal.

NOTE – Les paramètres 7) et 9) peuvent être remplacés par la courbe du gain faible signal en fonction de la longueur d'onde du signal d'entrée.

h) *Stabilité du gain faible signal*: à l'étude.

i) *Variation du gain en fonction de la polarisation*: les détails 1) à 7) précédemment cités pour le gain faible signal doivent être présentés, et en plus:

- 8) dépendance à la polarisation de la précision du mesureur de puissance optique;
- 9) le gain faible signal maximal et minimal, $G_{\max}$ et $G_{\min}$;
- 10) variation du gain en fonction de la polarisation;
- 11) changement de l'état de polarisation donné à la lumière du signal d'entrée.

g) *Small-signal gain wavelength variation*: The details 1) to 6), previously listed for the small-signal gain, shall be presented and, in addition:

- 7) wavelength range of the measurement;
- 8) wavelength measurement accuracy of the optical spectrum analyzer;
- 9) small-signal gain wavelength variation.

NOTE – Parameters 7) and 9) can be replaced with the small-signal gain versus input signal wavelength curve.

h) *Small-signal gain stability*: Under consideration.

i) *Polarization-dependent gain variation*: The details 1) to 7), previously listed for the small-signal gain, shall be presented and, in addition:

- 8) polarization dependency of the optical power meter accuracy;
- 9) the maximum and minimum small-signal gain, $G_{\max}$ and $G_{\min}$;
- 10) polarization-dependent gain variation;
- 11) change in the state of polarization given to the input signal light.

Annexe A (informative)

Liste des abréviations

AFO	amplificateur à fibre optique
DBR	réflecteur de Bragg distribué (diode laser)
DEL	diode électroluminescente
DFB	contre-réaction distribuée (diode laser)
ECL	laser à cavité externe (diode)
ESA	émission spontanée amplifiée

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61290-1-3:1998

Withdrawing

Annex A (informative)

List of abbreviations

ASE	amplified spontaneous emission
DBR	distributed Bragg reflector (laser diode)
DFB	distributed feedback (laser diode)
ECL	external cavity laser (diode)
LED	light emitting diode
OFA	optical fibre amplifier

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61290-1-3:1998

Annexe B (informative)

Bibliographie

CEI 60793-1-1:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 1: Généralités*

CEI 60793-1-2:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 2: Méthodes de mesure des dimensions*

CEI 60793-1-3:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 3: Méthodes de mesure des caractéristiques mécaniques*

CEI 60793-1-4:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 4: Méthodes de mesure des caractéristiques optiques et de transmission*

CEI 60793-1-5:1995, *Fibres optiques – Partie 1: Spécification générique – Section 5: Méthodes de mesure des caractéristiques d'environnement*

CEI 60825-1:1993, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur*

CEI 60825-2:1993, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de communication par fibres optiques*

CEI 60874-1:1993, *Connecteurs pour fibres et câbles optiques – Partie 1: Spécification générique*

CEI 61931, — *Terminologie de la fibre optique* ¹⁾

¹⁾ A publier.