

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61290-5-3

Première édition
First edition
2002-03

**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**

**Optical fibre amplifiers –
Basic specification –**

**Part 5-3:
Test methods for reflectance parameters –
Reflectance tolerance using an electrical
spectrum analyser**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61290-5-3:2002

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61290-5-3

Première édition
First edition
2002-03

**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**

**Optical fibre amplifiers –
Basic specification –**

**Part 5-3:
Test methods for reflectance parameters –
Reflectance tolerance using an electrical
spectrum analyser**

© IEC 2002 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, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	8
3 Appareil	8
4 Echantillon d'essai	10
5 Mode opératoire	12
5.1 Etalonnage	12
5.2 Mesures et calcul	12
6 Résultats de l'essai	9
Annexe A (informative) Liste d'abréviations	10
Bibliographie	11
Figure 1 – Configuration de mesure pour réflectance maximale tolérable à l'entrée et à la sortie	6
Figure 2 – Configuration de mesure pour réflectance maximale tolérable à l'entrée	8
Figure 3 – Configuration de mesure pour réflectance maximale tolérable à la sortie	9

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61290-5-3:2002

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
1 Scope and object	9
2 Normative references	9
3 Apparatus	11
4 Test sample	11
5 Procedure	13
5.1 Calibration	13
5.2 Measurements and computation	13
6 Test results	17
Annex A (informative) List of abbreviations	19
Bibliography	21
Figure 1 – Measurement configuration for maximum reflectance tolerable at input and output	6
Figure 2 – Measurement configuration for maximum reflectance tolerable at input	8
Figure 3 – Measurement configuration for maximum reflectance tolerable at output	9

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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, spécifications techniques, 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 61290-5-3 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.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86C/390/FDIS	86C/400/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2009. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**OPTICAL FIBRE AMPLIFIERS –
BASIC SPECIFICATION –****Part 5-3: Test methods for reflectance parameters –
Reflectance tolerance using an electrical spectrum analyser**

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 specifications, 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 61290-5-3 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86C/390/FDIS	86C/400/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annex A is for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2009. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Pour autant que l'on puisse en juger, ceci est la première Norme internationale relative aux 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 dans cette Norme internationale 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.

Il est recommandé de lire cette norme conjointement avec la CEI 61290-3-2 et la CEI 61291-1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61290-5-3:2002

INTRODUCTION

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

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

This standard should be read in conjunction with IEC 61290-3-2 and IEC 61291-1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61290-5-3:2002

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

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61290 s'applique aux amplificateurs à fibres optiques (AFO) qui utilisent des fibres actives, contenant des dopants de terre rare, actuellement disponibles dans le commerce.

L'objet de cette Norme internationale est d'établir des prescriptions uniformes pour prendre, en utilisant la méthode d'essai d'analyseur spectral électrique, des mesures précises et fiables des paramètres suivants de l'AFO, tels qu'ils sont définis à l'article 3 de CEI 61291-1:

- a) réflectance maximale tolérable à l'entrée
- b) réflectance maximale tolérable à la sortie
- c) réflectance maximale tolérable à l'entrée et à la sortie

NOTE Toutes les valeurs numériques suivies par (‡) sont actuellement à l'étude.

On devrait obtenir une précision de mesure de $\pm 0,5$ dB pour la réflectance tolérable par l'utilisation de cette méthode.

La présente méthode d'essai utilise le facteur de bruit comme mesure de la «tolérance» par rapport à la réflectance à chaque port de l'AFO. Cela est dû au fait que le facteur de bruit (total) de l'AFO peut s'épuiser d'une manière significative à cause de l'interférence multiple si la réflectance à un port ou aux deux ports de l'AFO existe.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 61290-3, *Amplificateurs à fibres optiques – Spécification de base – Partie 3: Méthodes d'essai des paramètres du facteur de bruit*

CEI 61290-3-2, *Amplificateurs à fibres optiques – Spécification de base – Partie 3-2: Méthodes d'essai des paramètres du facteur de bruit – Analyseur de spectre électrique*¹

CEI 61291-1:1998, *Amplificateurs à fibres optiques – Partie 1: Spécification générique*

3 Appareil

Un schéma du montage de mesure est illustré à la figure 1.

¹ A publier

OPTICAL FIBRE AMPLIFIERS – BASIC SPECIFICATION –

Part 5-3: Test methods for reflectance parameters – Reflectance tolerance using an electrical spectrum analyser

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 International Standard is to establish uniform requirements for accurate and reliable measurements, by means of the electrical spectrum analyser test method, of the following OFA parameters, as defined in clause 3 of IEC 61291-1:

- a) maximum reflectance tolerable at input
- b) maximum reflectance tolerable at output
- c) maximum reflectance tolerable at input and output

NOTE All numerical values followed by (‡) are currently under study.

A measurement accuracy for reflectance tolerable of $\pm 0,5$ dB should be attainable with this method.

The present test method uses the noise figure as the measure of the “tolerance” against reflectance at each port of the OFA. This is because the (total) noise figure of the OFA may significantly degrade due to the multiple interference if reflectance at one or both of each OFA port exists.

2 Normative references

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

IEC 61290-3, *Optical fibre amplifiers – Basic specification – Part 3: Test methods for noise figure parameters*

IEC 61290-3-2, *Optical fibre amplifiers – Basic specification – Part 3-2: Test methods for noise figure parameters – Electrical spectrum analyser test method*¹

IEC 61291-1:1998, *Optical fibre amplifiers – Part 1: Generic specification*

¹ To be published

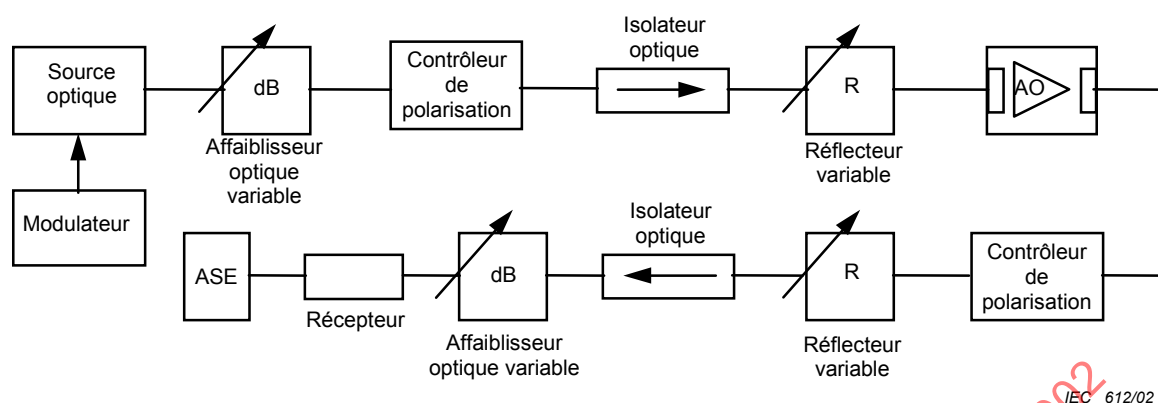


Figure 1 – Configuration de mesure pour réflectance maximale tolérable à l'entrée et à la sortie

Le même équipement d'essai et les mêmes caractéristiques requises que ceux de la CEI 61290-3-2 doivent être utilisés, en plus des éléments suivants.

- Un ou des réflecteurs variables qui génèrent des réflectances de $-55 \text{ dB}(\pm)$ à $-8,5 \text{ dB}(\pm)$ avec une variation de perte d'insertion $< \pm 0,05 \text{ dB}$ (lorsqu'ils sont réglés à n'importe quelle réflectance). Un réflecteur variable peut consister en un déphaseur optique avec un affaiblisseur variable et un miroir très réfléchissant à un port de sortie (afin de réfléchir une partie de la puissance), avec l'autre port de sortie à connecter au restant de la configuration de mesure. Ce réflecteur variable peut aussi consister en un déphaseur optique avec un affaiblisseur variable dans une configuration de boucle à un seul port de sortie (celui-ci a un coupleur optique directif qui «retourne» la puissance optique affaiblie au «port d'entrée»), avec l'autre port de sortie à connecter au restant de la configuration de mesure. A remarquer qu'il y a d'autres variantes.
- Des isolateurs optiques afin d'assurer que les réflecteurs variables et d'autres réflexions n'exercent aucune influence sur le bruit d'intensité relative (BIR) produit par la configuration d'essai. Ces isolateurs doivent avoir un isolement optique supérieur à $55 \text{ dB}(\pm)$ et les réflectances à chaque port $< -55 \text{ dB}(\pm)$.

4 Echantillon d'essai

L'AFO doit fonctionner aux conditions de fonctionnement nominales. On doit prendre soin de maintenir l'état de polarisation de la lumière incidente après l'avoir réglée à la réflectance maximale possible. Les changements d'état de polarisation peuvent causer des changements du gain ainsi que du bruit causé par l'interférence à trajectoires multiples.

NOTE 1 Il convient de n'effectuer le mode opératoire concernant la réflectance de sortie que sur les AFO qui ont les optiques complètes (autrement dit, ceux qui ont un affaiblissement suffisant dans la direction inverse du signal). Cette mesure n'a que peu ou aucune valeur pour des appareils de l'AFO qui n'ont pas toutes les optiques pour un AFO de «boîte noire» prêtes à l'emploi dans un système de communications optique.

NOTE 2 La réflectance maximale tolérable à chaque port peut dépendre du gain optique et, par conséquent, de la pompe du signal et de la pompe de puissance.

NOTE 3 Il est recommandé que la largeur de raies spectrale de la source optique ne soit pas trop étroite afin de permettre au signal interférométrique, causé par les réflexions multiples, d'influencer les mesures.

NOTE 4 La dépendance de polarisation des paramètres de réflexion n'est pas considérée comme aussi importante que la grandeur de la réflexion.

3 Apparatus

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

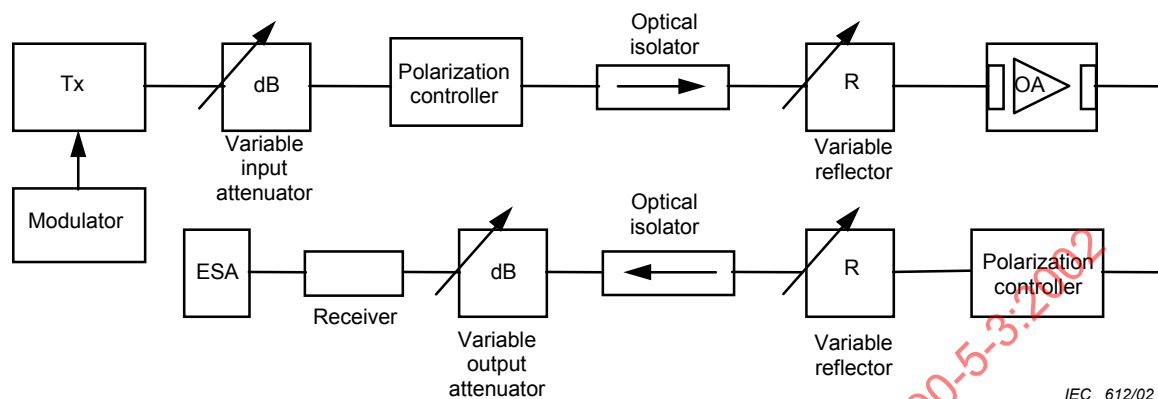


Figure 1 – Measurement configuration for maximum reflectance tolerable at input and output

The same test equipment and required characteristics as those of IEC 61290-3-2 shall be used in addition to the following.

- a) Variable reflector(s) which generate reflectances from $-55 \text{ dB}(\pm)$ to $-8,5 \text{ dB}(\pm)$ with insertion loss variation $< \pm 0,05 \text{ dB}$ (when set at any reflectance). A variable reflector can consist of an optical splitter with a variable attenuator and highly reflective mirror at one output port (to reflect a portion of the power), with the other output port to be connected to the remainder of the measurement configuration. It also can consist of an optical splitter with a variable attenuator in a "loop" configuration at one output port (this has an optical directional coupler "return" the attenuated optical power to the "input port"), with the other output port to be connected to the remainder of the measurement configuration. Note that there are other options.
- b) Optical isolators to ensure variable reflectors and other reflections have no influence on the relative intensity noise (RIN) produced by the test configuration. These isolators shall have an optical isolation of better than $55 \text{ dB}(\pm)$ and reflectances at each port $< -55 \text{ dB}(\pm)$.

4 Test sample

The OFA shall operate at nominal operating conditions. Care shall be taken in maintaining the state of polarization of the input light after it is adjusted to the maximum reflectance possible. Changes in the polarization state may result in changes in the gain as well as in the noise due to multipath interference.

NOTE 1 The output reflectance test procedure should only be performed on OFAs that have the complete optics (i.e., have sufficient attenuation in the direction opposite the signal). This measurement is of little or no value for OFA devices that do not have all the optics for "black-box" OFA ready for use in an optical communications system.

NOTE 2 The maximum reflectance tolerable at each port may depend on the optical gain and consequently on the signal power and pump power.

NOTE 3 The line width of the optical source shall not be too narrow to let the interferometric signal due to multiple reflections affect the measurements.

NOTE 4 Polarization dependence of the reflection parameters is not considered as important as the magnitude of the reflection.

5 Mode opératoire

On doit prendre toutes les mesures de bruit comme fonction de la fréquence de la bande de base, autrement dit la fréquence de modulation de la source laser. On peut effectuer ces mesures: 1) sur une gamme de fréquences spécifiée dans la spécification particulière (par exemple de 10 MHz à 2 GHz, par paliers de 5 MHz) ou 2) sur deux à cinq fréquences, comme spécifié dans la spécification particulière.

On présume que toutes les spécifications NF sur l'AFO comprennent le scénario du «pire cas» (c'est-à-dire puissance de signal à l'entrée minimale, une longueur d'onde spécifique, la fréquence la plus basse de modulation [10 MHz(±)] et des largeurs de raies spectrales [20 MHz(±)]. Dans certains cas, les réflexions multiples dans un AFO peuvent causer de l'interférence à trajectoires multiples (mpi) (voir CEI 61290-3). Ce mode opératoire traite de l'augmentation de cette contribution du facteur de bruit «mpi» (causée par la présence des réflexions externes).

Afin d'assurer la précision et la répétabilité de ce mode opératoire, on doit traduire la contribution du facteur de bruit maximale de mpi $F_{\text{mpi-max}}(P_{\text{in}}, u, f_{\text{worst-case}}, \Delta u_{\text{worst-case}})$ comme spécifiée à la fréquence et à la largeur de raies spectrale dans le «pire cas» à $F_{\text{mpi}}(P_{\text{in}}, u, f_{\text{meas}}, \Delta u_{\text{meas}})$ qui est le résultat de la même cavité réflective «effective» à f_{low} et à Δu_{meas} de la configuration de mesure. Une méthode alternative à cette «traduction» est de déterminer le facteur de mérite de mpi – I_{mpi} qui cause $F_{\text{mpi-max}}(P_{\text{in}}, u, f_{\text{worst-case}}, \Delta u_{\text{worst-case}})$. La mesure détermine fondamentalement la grandeur des réflectances au port d'entrée, au port de sortie, ou aux deux ports simultanément, qui peut générer le facteur de bruit total spécifié de la fréquence et la largeur de raies spectrale, les deux dans le «pire cas».

5.1 Etalonnage

Suivre l'opération d'étalonnage de 5.1 de la CEI 61290-3-2.

5.2 Mesures et calcul

a) Réflectance maximale tolérable à l'entrée et à la sortie

- 1) Avec un affaiblisseur optique variable (affaiblisseur de l'entrée), un isolateur, un contrôleur de polarisation et un réflecteur variable après l'émetteur optique, régler la puissance du signal à l'entrée (P_{in}) à l'AFO, comme spécifié dans la spécification particulière correspondante. Vérifier cette puissance avec un mesureur de puissance optique.
- 2) Insérer l'AFO (figure 1), un deuxième contrôleur de polarisation, un deuxième réflecteur variable (affaiblisseur de sortie) avant le récepteur. Régler initialement les réflecteurs variables à

$$R_1 = R_2 -55 \text{ dB}(\pm)$$

où R_1 et R_2 sont les réflectances.

- 3) Faire l'opération de 5.2 de la CEI 61290-3-2. A partir de ces mesures, la contribution indépendante de la fréquence au facteur de bruit ($F_{\text{non-mpi}}$) et le facteur de mérite de mpi (I_{mpi}) peuvent être déterminés.
- 4) Lorsque des réflectances externes sont présentes, leur effet sur ($F_{\text{non-mpi}}$) sera négligeable par comparaison aux effets sur I_{mpi} . En présumant que ($F_{\text{non-mpi}}$) est constante, déterminer le I_{mpi} minimal qui peut causer le facteur de bruit dans le «pire cas» spécifié à la fréquence la plus basse de modulation [10 MHz(±)], et la largeur de raies spectrale [20 MHz(±)]:

5 Procedure

All noise measurements are to be made as a function of baseband frequency, in other words the modulation frequency of the laser source. One may perform these measurements: (1) over a range of frequencies specified in the detailed specification (for example, from 10 MHz to 2 GHz in steps of 5 MHz) or (2) at two to five frequencies as specified in the detailed specification.

It is assumed that all OFA NF specifications include the “worst-case” scenario (i.e., minimum input signal power, a certain wavelength, lowest modulation frequency [10 MHz(±)] and linewidth [20 MHz(±)]. In some cases, multiple reflections within an OFA can cause multipath interference (mpi) (see IEC 61290-3). This test procedure deals with the increase in this “mpi” noise factor contribution (due to the presence of external reflections).

To ensure accuracy and repeatability of this procedure, the maximum noise factor contribution from mpi $F_{\text{mpi-max}}(P_{\text{in}}, u, f_{\text{worst-case}}, \Delta u_{\text{worst-case}})$, as specified at the “worst-case” frequency and linewidth, shall be translated into the $F_{\text{mpi}}(P_{\text{in}}, u, f_{\text{meas}}, \Delta u_{\text{meas}})$ that results from the same “effective” reflective cavity at the f_{low} and Δu_{meas} of the measurement configuration. Another method of performing this “translation” is to determine the mpi figure of merit – I_{mpi} that creates $F_{\text{mpi-max}}(P_{\text{in}}, u, f_{\text{worst-case}}, \Delta u_{\text{worst-case}})$. The measurement essentially determines the magnitude of the reflectances at input port, output port, or both ports simultaneously, that can generate the specified total noise figure at the “worst-case” frequency and linewidth.

5.1 Calibration

Follow the calibration procedure given in 5.1 of IEC 61290-3-2.

5.2 Measurements and computation

a) Maximum reflectance tolerable at input and output

- 1) With a variable optical attenuator (input attenuator), isolator, polarization controller and variable reflector after the optical transmitter, set the input signal power to the OFA, as specified in the relevant detailed specification (P_{in}). Check this power with an optical power meter.
- 2) Insert OFA (figure 1), a second polarization controller, a second variable reflector, and a second variable attenuator (output attenuator) prior to the receiver. Set variable reflectors initially to

$$R_1 = R_2 < -55 \text{ dB}(\pm)$$

where R_1 and R_2 are the reflectances.

- 3) Perform the procedure according to 5.2 of IEC 61290-3-2. From these measurements, the frequency independent contribution to the noise factor ($F_{\text{non-mpi}}$) and mpi figure of merit (I_{mpi}) can be determined.
- 4) When external reflectances are present, their influence on $F_{\text{non-mpi}}$ will be negligible compared to the effects on I_{mpi} . Assuming $F_{\text{non-mpi}}$ is constant, determine the minimum I_{mpi} that could create the “worst-case” noise factor specified at the lowest modulation frequency [10 MHz(±)], and linewidth [20 MHz(±)]:

$$I_{\text{mpi}} = (F_{\text{worst-case}} - F_{\text{non-mpi}}) \frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{f_{\text{worst-case}}^2 - \Delta u_{\text{worst-case}}^2}{\Delta u_{\text{worst-case}}} \right) \quad (1)$$

où

- I est le facteur de mérite;
- F est le facteur de bruit;
- f est la fréquence de modulation;
- mpi est l'interférence à trajectoires multiples;
- u est la fréquence optique;
- Δu est la largeur spectrale optique.

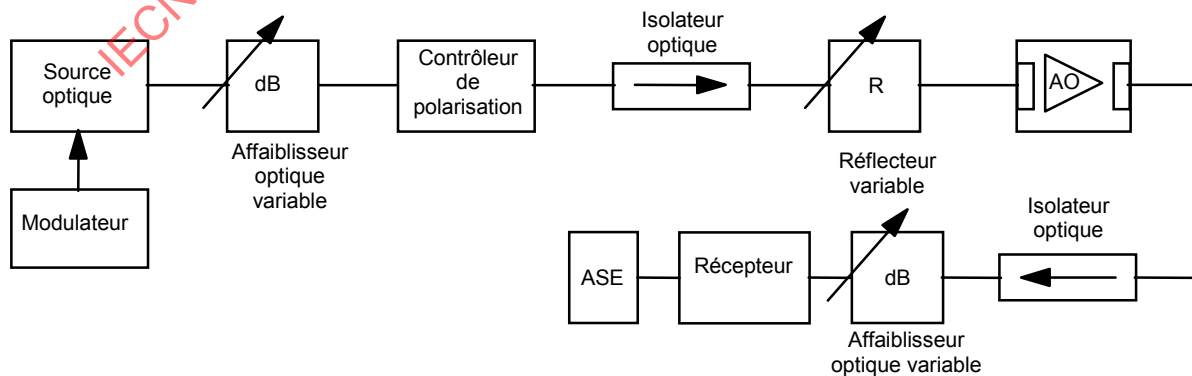
- 5) Déterminer les facteurs de bruit dans le «pire cas» aux fréquences de modulation (indiquées dans la spécification particulière) et la largeur de raies Spectrale de la configuration de mesure:

$$F_{\text{worst-case-meas}} = F_{\text{non-mpi}} + \frac{2I_{\text{mpi}}}{\pi} \left(\frac{\Delta u_{\text{meas}}}{f_{\text{meas}}^2 + \Delta u_{\text{meas}}^2} \right) \quad (2)$$

où

- I est le facteur de mérite;
- F est le facteur de bruit;
- f est la fréquence de modulation;
- mpi est l'interférence à trajectoires multiples;
- u est la fréquence optique;
- Δu est la largeur spectrale optique.

- 6) Régler $R_1 = R_2 = -30 \text{ dB}(\pm)$.
- 7) Faire à plusieurs reprises l'opération de 5.2 de la CEI 61290-3-2 et augmenter simultanément deux réflectances, l'une au port d'entrée et l'autre au port de sortie, de $-30 \text{ dB}(\pm)$ à $-8,5 \text{ dB}(\pm)$. Régler le contrôleur de polarisation à l'entrée et puis le contrôleur de polarisation à la sortie afin de maximiser la mesure de bruit sur l'ASE. Augmenter la valeur de réflectance jusqu'au $F_{\text{meas}} = F_{\text{worst-case-meas}}$ ou $R_1 = R_2 = -8,5 \text{ dB}$. La réflectance maximale tolérable à l'entrée et à la sortie est cette valeur de réflectance.



IEC 613/02

Figure 2 – Configuration de mesure pour réflectance maximale tolérable à l'entrée

$$I_{\text{mpi}} = (F_{\text{worst-case}} - F_{\text{non-mpi}}) \frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{f_{\text{worst-case}}^2 - \Delta u_{\text{worst-case}}^2}{\Delta u_{\text{worst-case}}} \right) \quad (1)$$

where

- I is the figure of merit;
- F is the noise factor;
- f is the modulation frequency;
- mpi is the multipath interference;
- u is the optical frequency.

- 5) Determine the “worst-case” noise factors at the modulation frequencies (indicated in the detailed specification) and linewidth of the measurement configuration:

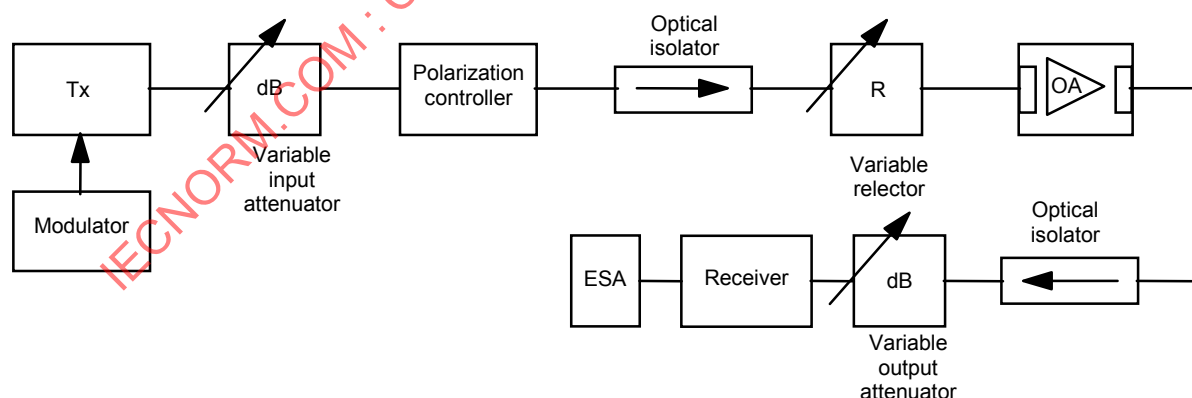
$$F_{\text{worst-case-meas}} = F_{\text{non-mpi}} + \frac{2I_{\text{mpi}}}{\pi} \left(\frac{\Delta u_{\text{meas}}}{f_{\text{meas}}^2 + \Delta u_{\text{meas}}^2} \right) \quad (2)$$

where

- I is the figure of merit;
- F is the noise factor;
- f is the modulation frequency;
- mpi is the multipath interference;
- u is the optical frequency.

- 6) Set $R_1 = R_2 = -30 \text{ dB}(\pm)$.

- 7) Repeatedly perform the procedure of 5.2 of IEC 61290-3-2 and simultaneously increase two reflectances, one at input port and the other at output port, from $-30 \text{ dB}(\pm)$ to $-8,5 \text{ dB}(\pm)$. Adjust the input polarization controller and then the output polarization controller to maximize the noise measurement on the ESA. Increase the reflectance value until $F_{\text{meas}} = F_{\text{worst-case-meas}}$ or $R_1 = R_2 = -8,5 \text{ dB}(\pm)$. The reflectance value at which this occurs is the maximum reflectance tolerable at input and output.

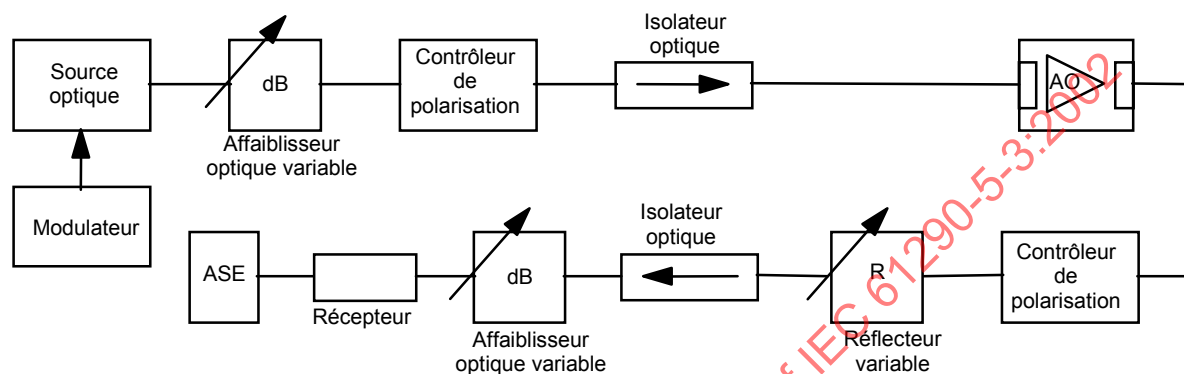


IEC 613/02

Figure 2 – Measurement configuration for maximum reflectance tolerable at input

b) Réflectance maximale tolérable à l'entrée

- 1) Effectuer les étapes 1 à 6 de la réflectance maximale tolérable à l'entrée et à la sortie, mais en omettant le deuxième réflecteur variable, comme illustré à la figure 2.
- 2) Effectuer à plusieurs reprises l'opération de 5.2 de la CEI 61290-3-2 et augmenter la réflectance de $-30 \text{ dB}(\pm)$ à $-8,5 \text{ dB}(\pm)$. Régler le contrôleur de polarisation l'entrée et puis le contrôleur de polarisation à la sortie afin de maximiser la mesure de bruit sur l'ASE. Augmenter la valeur de réflectance jusqu'au $F_{\text{meas}} = F_{\text{worst-case-meas}}$ ou $R_1 = -8,5 \text{ dB}(\pm)$. La réflectance maximale tolérable à l'entrée est cette valeur de réflectance.



IEC 614/02

Figure 3 – Configuration de mesure pour réflectance maximale tolérable à la sortie

c) Réflectance maximale tolérable à la sortie

- 1) Effectuer les étapes 1 à 6 de la réflectance maximale tolérable à l'entrée et à la sortie, mais en omettant le deuxième réflecteur variable, comme illustré à la figure 3.
- 2) Effectuer à plusieurs reprises l'opération de 5.2 de la CEI 61290-3-2 et augmenter la réflectance de $-30 \text{ dB}(\pm)$ à $-8,5 \text{ dB}(\pm)$. Régler le contrôleur de polarisation à l'entrée et puis le contrôleur de polarisation à la sortie afin de maximiser la mesure de bruit sur l'ASE. Augmenter la valeur de réflectance jusqu'au $F_{\text{meas}} = F_{\text{worst-case-meas}}$ ou $R_2 = -8,5 \text{ dB}(\pm)$. La réflectance maximale tolérable à la sortie est cette valeur de réflectance.

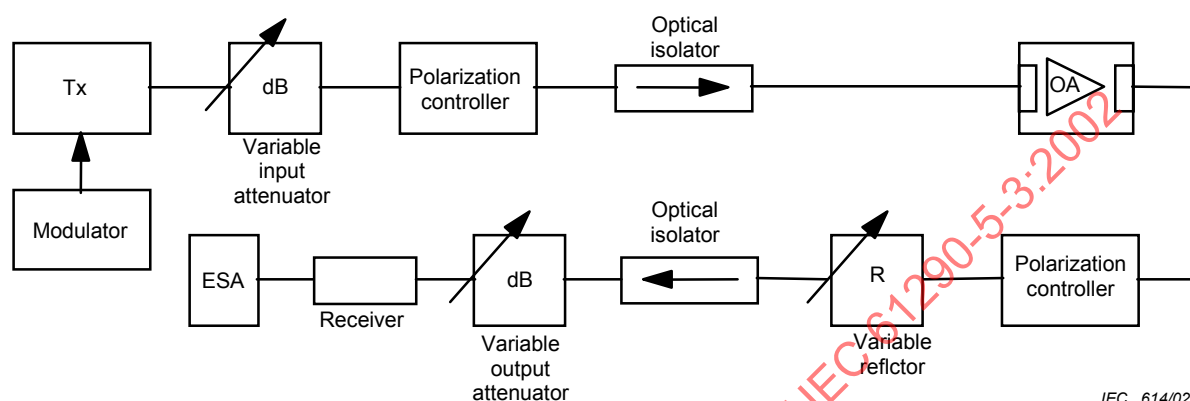
6 Résultats de l'essai

Les éléments suivants doivent être présentés:

- a) La disposition du montage d'essai et la méthode de mesure
- b) Longueur(s) d'ondes de la mesure
- c) Largeur de raies spectrale (largeur totale à mi-hauteur) de l'émetteur optique
- d) BIR de l'émetteur optique
- e) La graduation de modulation et la fréquence de l'émetteur optique
- f) Indication de la puissance de la pompe optique
- g) Température ambiante, si nécessaire
- h) Puissance du signal à l'entrée optique
- i) Résolution de l'analyseur de spectre électrique
- j) Contribution indépendante de la fréquence au facteur de bruit
- k) Facteur de mérite de mpi dans le «pire cas»
- l) Réflectance maximale tolérable au port d'entrée, au port de sortie, ou aux deux

b) Maximum reflectance tolerable at input

- 1) Perform steps 1 through 6 of the maximum reflectance tolerable at input and output, but omitting the second variable reflector as shown in figure 2.
- 2) Repeatedly perform the procedure of 5.2 of IEC 61290-3-2 and increase the reflectance from -30 to $-8,5$ dB($\pm$). Adjust the input polarization controller and then the output polarization controller to maximize the noise measurement on the ESA. Increase the reflectance value until $F_{\text{meas}} = F_{\text{worst-case-meas}}$ or $R_1 = -8,5$ dB($\pm$). The reflectance value at which this occurs is the maximum reflectance tolerable at input.



IEC 614/02

Figure 3 – Measurement configuration for maximum reflectance tolerable at output

c) Maximum reflectance tolerable at output

- 1) Perform steps 1 through 6 of the maximum reflectance tolerable at input and output, but omitting the first variable reflector as shown in figure 3.
2. Repeatedly perform the procedure of 5.2 of IEC 61290-3-2 and increase the reflectance from -30 dB($\pm$) to $-8,5$ dB($\pm$). Adjust the input polarization controller and then the output polarization controller to maximize the noise measurement on the ESA. Increase the reflectance value until $F_{\text{meas}} = F_{\text{worst-case-meas}}$ or $R_2 = -8,5$ dB($\pm$). The reflectance value at which this occurs is the maximum reflectance tolerable at output.

6 Test results

The following details shall be presented.

- a) Arrangement of the test setup and measurement method
- b) Wavelength(s) of the measurement
- c) Spectral linewidth (full-width half maximum) of the optical transmitter
- d) RIN of the optical transmitter
- e) Modulation depth and frequency of the optical transmitter
- f) Indication of the optical pump power
- g) Ambient temperature, if required
- h) Optical input signal power
- i) Resolution of the electrical spectrum analyser
- j) Frequency-independent contribution to the noise factor
- k) "Worst-case" mpi figure of merit
- l) Maximum reflectance tolerable at input, output, or input and output