

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61290-10-3

Première édition
First edition
2002-12

**Amplificateurs optiques –
Méthodes d'essai –**

**Partie 10-3:
Paramètres à canaux multiples –
Méthodes par sondage**

**Optical amplifiers –
Test methods –**

**Part 10-3:
Multichannel parameters –
Probe methods**

© IEC 2003 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

R

*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	10
3 Appareils	10
3.1 Méthode par sonde à laser	12
3.2 Méthode avec sonde pour bruit à large bande	12
3.3 Description détaillée des appareils	14
3.3.1 Module source	14
3.3.2 Affaiblisseur optique variable	18
3.3.3 Analyseur de spectre optique	18
3.3.4 Appareil de mesure de la puissance (wattmètre) optique	18
3.3.5 Connecteurs optiques	18
3.3.6 Câbles de liaison à fibres optiques	18
3.3.7 Contrôleur de polarisation	18
3.3.8 Module de source de bruit à large bande	20
3.3.9 Coupleur	20
3.3.10 Interrupteur optique	20
3.3.11 Laser de sonde	20
4 Echantillon d'essai	20
5 Procédure	20
5.1 Réglage de l'état de saturation	20
5.2 Méthode par sonde à laser	24
5.3 Méthode avec sonde pour bruit à large bande	24
6 Calculs	28
6.1 Méthode par sonde à laser	28
6.2 Méthode par source à large bande	30
7 Résultats des essais	32
Annexe A (informative) Liste des abréviations	34
Annexe B (informative) Brevets concernés	36
Bibliographie	38
Figure 1 – Schémas-blocs des méthodes avec sonde	14
Figure 2 – Sources optiques modulées	16
Figure 3 – Un jeu réduit de longueurs d'onde saturantes	22
Figure 4 – Temporisation type de la méthode avec sonde à bruit à large bande	26

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
1 Scope and object	9
2 Normative references.....	11
3 Apparatus	11
3.1 Laser probe method.....	13
3.2 Broadband noise probe method	13
3.3 Detailed description of apparatus.....	15
4 Test sample	21
5 Procedure	21
5.1 Setting the saturation condition.....	21
5.2 Laser probe method.....	25
5.3 Broadband noise probe method	25
6 Calculations	29
6.1 Laser probe method.....	29
6.2 Broadband source method	31
7 Test results.....	33
Annex A (informative) List of abbreviations	35
Annex B (informative) Relevant patents	37
Bibliography	39
Figure 1 – Block diagrams for probe methods	15
Figure 2 – Modulated optical sources	17
Figure 3 – A reduced set of saturating wavelengths – (b) replaces the full set (a) in each region	23
Figure 4 – Typical timing for broadband noise probe method.....	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AMPLIFICATEURS OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 10-3: Paramètres à canaux multiples – Méthodes par sondage

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, 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 61290-10-3 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.

Cette norme doit être lue avec la CEI 61291-1 et la CEI 61290-3.

Cette version bilingue (2003-06) annule et remplace la version monolingue anglaise.

Le texte anglais de cette norme est basé sur les documents 86C/459/FDIS et 86C/483/RVD. Le rapport de vote 86C/483/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008-12. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**OPTICAL AMPLIFIERS –
TEST METHODS –**
**Part 10-3: Multichannel parameters –
Probe methods**

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 61290-10-3 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

This bilingual version (2003-06) replaces the English version.

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

FDIS	Report on voting
86C/459/FDIS	86C/483/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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008-12. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Chaque abréviation introduite dans cette norme est expliquée dans le texte, au moins lors de sa première apparition. Cependant, pour une meilleure compréhension de l'ensemble, une liste de toutes les abréviations utilisées se trouve dans l'Annexe A.

INTRODUCTION

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 in this International Standard is given in Annex A.

AMPLIFICATEURS OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 10-3: Paramètres à canaux multiples – Méthodes par sondage

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61290 s'applique aux amplificateurs à fibres optiques (AFO), actuellement disponibles sur le marché, qui utilisent des fibres actives dopées aux terres rares, comme décrit dans ce qui suit.

L'objet de cette norme internationale est d'établir des prescriptions uniformes en vue de mesures précises et fiables des paramètres de gain et de bruit à canaux multiples tels que définis dans CEI 61291-4.

Les méthodes d'essai décrites dans cette norme utilisent des sondes à petits signaux pour obtenir les paramètres de gain et de bruit à canaux multiples, alors qu'un ou plusieurs lasers fixent l'état de saturation de l'AFO. Ces méthodes sont classées comme *indirectes*, car il n'y a pas de source laser à chaque longueur d'onde du plan à canaux multiples. Les paramètres à canaux multiples sont estimés à partir des données de sonde. La CEI 61290-10-1 et la CEI 61290-10-2 présentent des méthodes d'essai pour mesurer les paramètres de bruit à l'aide de techniques d'impulsions. Ces méthodes sont *directes* parce que la source à canaux multiples nécessite un laser à chaque longueur d'onde pour laquelle il faut mesurer les paramètres à canaux multiples.

Les techniques de sondage présentent de nets avantages pour la mesure des caractéristiques de gain à canaux multiples parce qu'une simple configuration de la source peut donner des paramètres pour une large gamme de plans à canaux multiples. Soit un laser à petits signaux, soit une source de bruit à large bande sert de signal de sondage et des lasers seuls ou multiples sont utilisés pour installer l'état de saturation de l'AFO. La modulation des impulsions des sources de saturation peut en option être utilisées pour mesurer l'ESA aux longueurs d'ondes de saturation du laser ou près d'elles sans avoir l'effet de contamination d'une émission spontanée de la source. Si on n'utilise pas la modulation par impulsions, il faut que l'émission spontanée de la source soit mesurée, et son effet supprimé du résultat mesuré. Pour une source à canaux multiples avec forte émission spontanée ou avec une alimentation élevée en courant, la méthode de soustraction du bruit de la source peut conduire à une grande incertitude.

Les techniques de sondage décrites ici sont indirectes parce que les sources de laser ne sont pas nécessaires pour chaque fréquence de canal. Une erreur de mesure vient des effets non homogènes qui dépendent du dispositif en essai. La source principale de cette erreur est le marquage d'un trou spectral. (Voir [1], [2] et [4])¹.

La possibilité d'application de la modulation par impulsions du ou des signaux de saturation et la sélection de la rapidité de modulation dépendent des caractéristiques de l'amplificateur à fibres optiques, en particulier sa réponse temporelle. Elles peuvent être inadéquates pour des amplificateurs avec des circuits de commande active de niveau automatique (CNA) ou commande de gain automatique (AGC). Elles peuvent être aussi inadéquates pour les AFO dopés au praséodyme qui ont des temps de relaxation de gain beaucoup plus rapides que les modèles dopés à l'erbium. Pour les amplificateurs à fibre optique dopés à l'erbium (AFDE), l'imprécision due à la modulation est généralement petite. Voir la CEI 61290-10-2 concernant l'examen de l'imprécision due à la rapidité de la répétition des impulsions.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

OPTICAL AMPLIFIERS – TEST METHODS –

Part 10-3: Multichannel parameters – Probe methods

1 Scope and object

This part of IEC 61290 applies to commercially available optical fibre amplifiers (OFAs) using active fibres containing rare-earth dopants as described in the following.

The object of this international standard is to establish uniform requirements for accurate and reliable measurements of the multichannel gain and noise parameters as defined in IEC 61291-4.

The test methods described in this standard use small-signal probes to obtain the multichannel gain and noise parameters while one or more lasers set the saturation condition for the OFA. These methods are classified as *indirect* in that there is not a laser source at each wavelength of the multichannel plan. Multichannel parameters are estimated from the probe data. IEC 61290-10-1 and IEC 61290-10-2 are test methods for measuring noise parameters using pulse techniques. These methods are *direct* in that the multichannel source is required to have a laser at each wavelength for which multichannel parameters are to be measured.

Probe techniques provide clear advantages for measuring multichannel gain characteristics in that a simple source configuration can provide parameters for a wide range of multichannel plans. Either a small-signal laser or a broadband noise source serves as the probe signal, and single or multiple lasers are used to set the OFA saturation condition. Pulse modulation of the saturating sources may optionally be used to measure ASE at or near the saturating laser wavelengths without the contaminating effect of source spontaneous emission. If pulse modulation is not used, the source spontaneous emission must be measured, and its effect removed from the measured result. For a multichannel source with high spontaneous emission or at high total input power, the source noise subtraction method can lead to large uncertainty.

The probe techniques described herein are indirect in that laser sources are not required at each channel frequency. A measurement error results from inhomogeneous effects that are DUT dependent. The main source of this error is spectral hole burning (see [1]¹ [2] and [4]).

The applicability of pulse modulation of the saturating signal(s) and the selection of the modulation rate are dependent on the optical fibre amplifier's characteristics, specifically its time response. They may be unsuitable for amplifiers with active automatic level control (ALC) or automatic gain control (AGC) circuits. They may also be unsuitable for praseodymium-doped OFAs that have gain relaxation times that are much faster than erbium-doped designs. For erbium-doped fibre amplifiers (EDFAs), inaccuracy due to modulation is generally small. Refer to IEC 61290-10-2 for a discussion of inaccuracy due to pulse repetition rate.

¹ Numbers in brackets refer to the bibliography.

Afin de prédire les paramètres à canaux multiples par les méthodes de sondage, il est nécessaire de fixer correctement le niveau de sortie du signal ou des signaux de saturation afin de simuler l'effet de saturation d'un plan spécifié à canaux multiples. L'article 5 décrit une méthodologie pour l'exécuter en supposant que le comportement est homogène à l'intérieur d'une zone de longueurs d'ondes. Cette méthodologie est limitée parce que la dépendance de la longueur d'ondes d'un circuit de couplage de sortie quelconque depuis la fibre active à l'accès sortie est supposée être zéro dans des zones définies.

Les paramètres mesurés avec les méthodes décrites ici comprennent le gain par canal, le facteur de bruit d'un signal/émission spontanée par canal, et l'émission spontanée amplifiée (ESA).

Les valeurs comportant un astérisque(*) indiquent des valeurs préliminaires. Les valeurs finales sont à l'étude.

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

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

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

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

In order to predict multichannel parameters by probe methods it is necessary to properly set the output level of the saturating signal(s) to simulate the saturation effect of a specified multichannel plan. Clause 5 describes a methodology to accomplish this under the assumption of homogeneous behavior within a wavelength region. This methodology has the limitation that the wavelength dependence of any output coupling circuit from the active fibre to the output port is assumed to be zero within defined regions.

Parameters measured with the methods described herein include channel gain, channel signal-spontaneous noise figure, and amplified spontaneous emission (ASE).

Values marked with(*) indicate preliminary values. Final values are under study.

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

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

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

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