IEC 61290-10-1

Edition 2.0 2009-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

ICS 33.180.30

ISBN 978-2-88910-479-6

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD....4
INTRODUCTION....6
1 Scope and object....7
2 Normative references....7
3 Abbreviated terms....7
4 Apparatus....8
5 Test sample....10
6 Procedure....10
6.1 Calibration....11
6.1.1 Calibration of OSA power measurement....11
6.1.2 Calibration of the pulse duty ratio....11
6.1.3 Calibration of the sampling module....12
6.1.4 Calibration of dynamic isolation....13
6.2 OA measurement....15
6.2.1 Timing adjustment for ASE and amplified signal power measurement....15
6.2.2 ASE measurement....16
6.2.3 Amplified signal power measurement....16
7 Calculation....17
7.1 General....17
7.2 Noise factor calculation....18
7.3 ASE power....18
7.4 Gain calculation....19
7.5 Average output signal power....19
7.6 Noise figure calculation....19
8 Test results....19
Annex A (informative) Output waveforms for various EDFAs at 25 kHz and 500 kHz pulse rates....20
Annex B (informative) Measurement accuracy versus pulse rate....22
Annex C (informative) Pulse repetition frequency measurements....23
Bibliography....24

Figure 1 – Typical arrangement of the optical pulse test method....8
Figure 2 – Two arrangements of the optical pulse source....9
Figure 3 – Static isolation of an optical switch....9
Figure 4 – Definitions of rise time and fall time, t_r and t_f of optical pulses....10
Figure 5 – Measurement flow chart....11
Figure 6 – Arrangement for the sampling switch calibration....12
Figure 7 – Arrangement for timing adjustment....13
Figure 8 – Timing adjustment of the sampling switch....14
Figure 9 – Timing chart for dynamic isolation calibration....15
Figure 10 – Arrangement for OA measurement....16
Figure 11 – Timing chart for ASE measurement....17
Figure 12 – Timing chart for amplified signal power measurement....17

Figure A.1 – EDFA output waveforms for various EDFAs 21
Figure B.1 – NF measurement accuracy versus pulse rate 22
Figure C.1 – Set-up to evaluate gain recovery error versus modulation rate 23
Figure C.2 – Gain recovery error versus modulation frequency with pump current as a parameter 23

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL AMPLIFIERS – TEST METHODS –

Part 10-1: Multichannel parameters – Pulse method using an optical switch and optical spectrum analyzer

FOREWORD

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

International Standard IEC 61290-10-1 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2003. It is a technical revision with updated references and cautions on proper use of the procedure.

This International Standard is to be read in conjunction with IEC 61291-1.

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

CDV	Report on voting
86C/778/CDV	86C/809/RVC

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

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

A list of all parts of the IEC 61290 series, published under the general title *Optical amplifiers – Test methods*[1)] can be found on the IEC website.

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

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

1) The first editions of some of these parts were published under the general title *Optical fibre amplifiers – Basic specification* or *Optical amplifier test methods*.

INTRODUCTION

This International Standard is devoted to the subject of optical fibre amplifiers. The technology of optical fibre amplifiers is still rapidly evolving, hence amendments and new editions to this standard can be expected.

OPTICAL AMPLIFIERS – TEST METHODS –

Part 10-1: Multichannel parameters – Pulse method using an optical switch and optical spectrum analyzer

1 Scope and object

This part of IEC 61290 applies to optical amplifiers (OAs) using active fibres and waveguides, containing rare-earth dopants, currently commercially available.

The object of this standard is to establish uniform requirements for accurate and reliable measurements of the signal-spontaneous noise figure as defined in IEC 61291-1.

The test method independently detects amplified signal power and amplified spontaneous emission (ASE) power by launching optical pulses into the OA under test and synchronously detecting "on" and "off" levels of the output pulses by using an optical sampling switch and an optical spectrum analyzer (OSA).

Such measurement is possible because the gain response of the rare-earth doped OA is relatively slow, particularly in Er-doped OAs. However, since the OA gain dynamics vary with amplifier types, operating conditions and control schemes, the gain dynamics should be carefully considered when applying the present test method to various OA. The manufacturer of the OA should present data validating the required modulation frequency to limit the error to $<$1 dB. The measurements for obtaining this information are described in Annex C.

The test method is described basically for multichannel applications, which includes single channel applications as a special case of multichannel (wavelength-division multiplexed) applications.

NOTE All numerical values followed by (‡) are currently 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 61291-1, *Optical amplifiers – Part 1: Generic specification*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 28
INTRODUCTION 30
1 Domaine d'application et objet 31
2 Références normatives 31
3 Termes abrégés 31
4 Appareillage 32
5 Echantillon d'essai 34
6 Procédure 35
6.1 Étalonnage 35
6.1.1 Etalonnage de la mesure de puissance de l'ASO 35
6.1.2 Etalonnage du rapport cyclique des impulsions 36
6.1.3 Etalonnage du module d'échantillonnage 36
6.1.4 Etalonnage de l'isolation dynamique 37
6.2 Mesure de l'AO 39
6.2.1 Ajustement de la temporisation de l'ESA et mesure de la puissance du signal amplifié 39
6.2.2 Mesure de l'ESA 40
6.2.3 Mesure de la puissance du signal amplifié 41
7 Calculs 42
7.1 Généralités 42
7.2 Calcul du facteur de bruit 42
7.3 Puissance d'ESA 43
7.4 Calcul du gain 43
7.5 Puissance moyenne du signal en sortie 43
7.6 Calcul du facteur de bruit 44
8 Résultats des essais 44
Annexe A (informative) Formes d'onde en sortie pour différents EDFA à des taux d'impulsions de 25 kHz et 500 kHz 45
Annexe B (informative) Précision de la mesure en fonction de la fréquence de récurrence 47
Annexe C (informative) Mesures de la fréquence de récurrence des impulsions 48
Bibliographie 50

Figure 1 – Disposition type de la méthode d'essai par impulsions optiques 32
Figure 2 – Deux dispositions de la source d'impulsions optiques 33
Figure 3 – Isolation statique d'un interrupteur optique 33
Figure 4 – Définitions des temps de montée et de descente des impulsions optiques t_r et t_f 34
Figure 5 – Schéma fonctionnel de mesure 35
Figure 6 – Disposition pour l'étalonnage de l'interrupteur d'échantillonnage 36
Figure 7 – Disposition pour le réglage de la temporisation 37
Figure 8 – Ajustage de la temporisation de l'interrupteur d'échantillonnage 38
Figure 9 – Schéma du timing pour l'étalonnage de l'isolation dynamique 39
Figure 10 – Disposition pour mesurer l'AO 40
Figure 11 – Schéma du timing pour la mesure de l'ESA 41

Figure 12 – Schéma du timing pour la mesure de la puissance du signal amplifié 42
Figure A.1 – Forme d'onde de sortie d'EDFA pour les divers EDFA 46
Figure B.1 – Précision de la mesure de NF par rapport à la fréquence de récurrence 47
Figure C.1 – Montage destiné à évaluer l'erreur de reprise de gain par rapport au taux de modulation 48
Figure C.2 – Erreur de reprise de gain par rapport à la fréquence de modulation avec le courant de pompage en tant que paramètre 48

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

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

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les publications CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses publications.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication CEI 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 61290-10-1 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2003. C'est une révision technique avec des références mises à jour, et des mises en garde concernant la bonne utilisation des procédures.

Cette Norme internationale doit être lue conjointement avec la CEI 61291-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
86C/778/CDV	86C/809/RVC

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61290, publiée sous le titre général *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essais*[1)] peut être consultée sur le site internet de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date du résultat de maintenance indiquée sur le site web de la CEI à l'adresse suivante: "http://webstore.iec.ch", dans les données liées à la publication spécifique. A cette date, la publication sera

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

1) Les premières éditions de certaines de ces parties ont été publiées sous le titre général *Amplificateurs à fibres optiques – Spécification de base* ou *Méthodes d'essai des amplificateurs optiques*.

INTRODUCTION

La présente Norme Internationale est consacrée au domaine des amplificateurs à fibres optiques. La technologie des amplificateurs à fibres optiques évolue encore rapidement, de sorte que des amendements et de nouvelles éditions de cette norme sont à prévoir.

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

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61290 s'applique aux amplificateurs optiques (AO) utilisant des fibres actives et des guides d'ondes, dopées aux terres rares, actuellement disponibles sur le marché.

L'objet de la présente norme est d'établir des exigences uniformes en vue de mesures précises et fiables du facteur de bruit spontané-signal défini dans la CEI 61291-1.

La méthode d'essai détecte indépendamment la puissance du signal amplifiée et la puissance d'émission spontanée amplifiée (ESA) en lançant des impulsions optiques dans l'AO en essai et en détectant en synchronisme les niveaux «1» et «0» des impulsions de sortie à l'aide d'un interrupteur d'échantillonnage optique et un analyseur de spectre optique (ASO).

Une telle mesure est possible parce que la réponse en gain de l'AO dopé aux terres rares est relativement lente, en particulier les AO dopés à l'Erbium. Cependant, étant donné que les dynamiques de gain de l'AO varient en fonction des types d'amplificateurs, des conditions de fonctionnement et du programme de commande, il convient de prendre soigneusement en considération les dynamiques de gain lorsque l'on applique la présente méthode d'essai aux divers AO. Il convient que le fabricant de l'AO présente des données validant la fréquence de modulation nécessaire pour limiter l'erreur à <1 dB. Les mesures permettant d'obtenir cette information sont décrites dans l'Annexe C.

La méthode d'essai est décrite de manière fondamentale pour les applications à canaux multiples, qui comprennent des applications à canal unique comme cas spécial d'applications à canaux multiples (multiplexées en division de longueur d'onde).

NOTE Toutes les valeurs numériques suivies de (‡) sont actuellement en cours d'études.

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 61291-1, *Amplificateurs optiques – Partie 1: Spécification générique*