



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical amplifiers – Test methods –
Part 4-1: Gain transient parameters – Two-wavelength method**

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.30

ISBN 978-2-8322-3659-8

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms, definitions and abbreviated terms	6
3.1 Terms and definitions	6
3.2 Abbreviated terms	8
4 Measurement apparatus	8
5 Test specimen	11
6 Procedure	11
7 Calculations	12
8 Test results	12
Annex A (informative) Background on transient phenomenon in optical amplifiers	13
Annex B (informative) Slew rate effect on transient gain response	16
B.1 The importance of rise time and fall time of input power	16
B.2 Measured data and explanation	16
Bibliography	19
Figure 1 – Definitions of rise and fall times	9
Figure 2 – OFA transient gain response	10
Figure 3 – Generic transient control measurement setup.....	11
Figure A.1 – OFA pump control for a chain of 5 OFAs and 4-fibre spans	14
Figure A.2 – EDFA spectral hole depth for different gain compression.....	15
Figure A.3 – EDFA spectral hole depth for different wavelengths	15
Figure B.1 – Transient gain response at various slew rates.....	17
Figure B.2 – 16 dB add and drop (rise and fall time = 10 μs).....	18
Figure B.3 – 16 dB add and drop (rise and fall time = 1 000 μs).....	18
Table 1 – Examples of add and drop scenarios for transient control measurement	12
Table 2 – Typical results of transient control measurement	12
Table B.1 – Transient gain response for various rise times and fall times (16 dB add or drop)	17

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL AMPLIFIERS – TEST METHODS –

Part 4-1: Gain transient parameters – Two-wavelength method

FOREWORD

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

International Standard IEC 61290-4-1 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 2011. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) extended the applicability from only EDFAs to all OFAs;
- b) updated definitions for consistency with other documents in the IEC 61290-4 series.

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

CDV	Report on voting
86C/1347/CDV	86C/1397/RVC

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

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

This part of IEC 61290-4 is devoted to optical amplifiers (OAs). The technology of OAs is quite new and still emerging; hence amendments and new editions to this document can be expected.

Background information on the transient phenomenon in erbium-doped fibre amplifiers and the consequences on fibre optic systems is provided in Annex A and on slew rate effects in Annex B.

OPTICAL AMPLIFIERS – TEST METHODS –

Part 4-1: Gain transient parameters – Two-wavelength method

1 Scope

This part of IEC 61290-4 applies to optical amplifiers (OAs) using active fibres (optical fibre amplifiers (OFAs)) containing rare-earth dopants including erbium-doped fibre amplifiers (EDFAs) and optically amplified elementary sub-systems. These amplifiers are commercially available and widely deployed in service provider networks.

The object of document is to provide the general background for OFA transients and related parameters, and to describe a standard test method for accurate and reliable measurement of the following transient parameters:

- a) channel addition or removal transient gain overshoot and transient net gain overshoot;
- b) channel addition or removal transient gain undershoot and transient net gain undershoot;
- c) channel addition or removal gain offset;
- d) channel addition or removal transient gain response time constant (settling time).

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application.....	24
2 Références normatives.....	24
3 Termes, définitions et termes abrégés.....	24
3.1 Termes et définitions.....	24
3.2 Termes abrégés.....	26
4 Matériel de mesure.....	26
5 Spécimen d'essai.....	30
6 Mode opératoire.....	30
7 Calculs.....	31
8 Résultats d'essai.....	31
Annexe A (informative) Informations de base sur les phénomènes transitoires des amplificateurs optiques.....	33
Annexe B (informative) Effet du taux de variation sur la réponse de gain transitoire.....	36
B.1 Importance du temps de montée et du temps de descente de la puissance d'entrée.....	36
B.2 Données mesurées et explication.....	36
Bibliographie.....	39
Figure 1 – Définitions des temps de montée et de descente.....	27
Figure 2 – Réponse du gain transitoire d'un OFA.....	29
Figure 3 – Montage générique de mesure de commande du gain transitoire.....	30
Figure A.1 – Commande de pompage d'OFA pour une chaîne de 5 OFA et 4 segments de fibre.....	34
Figure A.2 – Profondeur du trou spectral dans l'EDFA pour différentes compressions de gain.....	35
Figure A.3 – Profondeur du trou spectral dans l'EDFA pour différentes longueurs d'onde.....	35
Figure B.1 – Réponse de gain transitoire à divers taux de variation.....	37
Figure B.2 – Ajout et suppression de 16 dB (temps de montée et descente = 10 µs).....	38
Figure B.3 – Ajout et suppression de 16 dB (temps de montée et descente = 1 000 µs).....	38
Tableau 1 – Exemples de scénarios d'ajout et de suppression pour le mesurage du gain transitoire.....	31
Tableau 2 – Résultats typiques de mesure du gain transitoire.....	32
Tableau B.1 – Réponse de gain transitoire pour divers temps de montée et temps de descente (ajout ou suppression de 16 dB).....	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AMPLIFICATEURS OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 4-1: Paramètres de gain transitoire – Méthode à deux longueurs d'onde

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61290-4-1 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) extension de l'application des seuls EDFA à l'ensemble des OFA;

- b) mise à jour des définitions dans un objectif de cohérence avec les autres documents de la série IEC 61290-4.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
86C/1347/CDV	86C/1397/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61290, publiées sous le titre général *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 61290-4 est consacrée aux amplificateurs optiques (OA). La technologie relativement récente des OA n'est encore qu'à ses débuts, aussi des amendements et de nouvelles éditions du présent document sont à prévoir.

Des informations de base sur le phénomène transitoire des amplificateurs à fibre dopée à l'erbium et les conséquences sur les systèmes à fibres optiques sont fournies à l'Annexe A et celles sur les effets du taux de variation à l'Annexe B.

AMPLIFICATEURS OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 4-1: Paramètres de gain transitoire – Méthode à deux longueurs d'onde

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61290-4 s'applique aux amplificateurs optiques (OA) utilisant des fibres actives (amplificateurs à fibres optiques (OFA)), dopées aux terres rares. Elle concerne également les amplificateurs à fibre dopée à l'erbium (EDFA) et les sous-systèmes élémentaires à amplification optique. Ces amplificateurs sont disponibles sur le marché et sont largement déployés dans les réseaux de prestataires de service.

La présente partie de l'IEC 61290-4 a pour objet de fournir le contexte général pour les transitoires d'OFA et les paramètres associés, et de décrire une méthode d'essai normalisée de mesure exacte et fiable des paramètres transitoires suivants:

- a) dépassement positif du gain transitoire lors de l'ajout ou de la suppression de canaux et dépassement positif du gain net transitoire;
- b) dépassement négatif du gain transitoire lors de l'ajout ou de la suppression de canaux et dépassement négatif du gain net transitoire;
- c) décalage de gain lors de l'ajout ou de la suppression de canaux;
- d) constante de temps de réponse du gain transitoire lors de l'ajout ou de la suppression de canaux (temps de stabilisation).

2 Références normatives

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

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