



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

PRICE CODE
CODE PRIX

R

ICS 33.180.30

ISBN 978-2-88912-614-9

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope and object.....	6
2 Normative references.....	6
3 Terms, definitions and abbreviations.....	6
3.1 General.....	6
3.2 Terms and definitions.....	9
3.3 Abbreviated terms.....	10
4 Apparatus.....	11
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
Bibliography.....	19
Figure 1 – Definitions of rise and fall times (a) in the case of a channel addition event, and (b) in the case of a channel removal event.....	7
Figure 2 – OFA transient gain response for (a) a channel removal event, and (b) a channel addition event.....	8
Figure 3 – Generic transient control measurement setup.....	11
Figure A.1 – EDFA pump control for a chain of 5 EDFAs 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/drop (rise time = 10 μ sec).....	18
Figure B.3 – 16 dB add/drop (rise time = 1 000 μ sec).....	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 time and fall time (16 dB add/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.

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

CDV	Report on voting
86C/956/CDV	86C/1011/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.

This is a preview of "IEC 61290-4-1 Ed. 1...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

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.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

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 the subject of Optical Amplifiers (OAs). The technology of optical amplifiers is quite new and still emerging; hence amendments and new editions to this standard can be expected.

Each abbreviation introduced in this standard is explained in the text at least the first time it appears. However, for an easier understanding of the whole text, a list of all abbreviations used in this standard is given in 3.3.

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 and object

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

The object of this part of IEC 61290-4 is to provide the general background for EDFA transients and related parameters, and to describe a standard test method for accurate and reliable measurement of the following transient parameters:

- Channel addition/removal transient gain overshoot and transient net gain overshoot
- Channel addition/removal transient gain undershoot and transient net gain undershoot
- Channel addition/removal gain offset
- Channel addition/removal transient gain response time constant (settling time)

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*

NOTE A list of informative references is given in the Bibliography.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
INTRODUCTION	23
1 Domaine d'application et objet	24
2 Références normatives	24
3 Termes, définitions, et abréviations	24
3.1 Généralités	24
3.2 Termes et définitions	27
3.3 Abréviations	29
4 Matériel	29
5 Specimen 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
Bibliographie	39
Figure 1 – Définitions des temps de montée et de descente (a) dans le cas d'un événement d'ajout de canal, et (b) dans le cas d'un événement de suppression de canal	25
Figure 2 – Réponse du gain transitoire d'un AFO pour un événement (a) de suppression de canal, et un événement (b) d'ajout de canal	27
Figure 3 – Montage générique de mesure du gain transitoire	30
Figure A.1 – Commande de pompage d'EDFA pour une chaîne de 5 EDFA et 4 tronçons 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/suppression de 16 dB (temps de montée = 10 µsec)	38
Figure B.3 – ajout/suppression de 16 dB (temps de montée = 1 000 µsec)	38
Tableau 1 – Exemples de scénarios d'ajout et de suppression pour la mesure de gain transitoire	31
Tableau 2 – Résultats typiques de la mesure de gain transitoire	32
Tableau B.1 – Réponse de gain transitoire pour divers temps de montée et temps de descente (ajout/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 (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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et 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. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 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 de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 61290-4-1 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.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
86C/956/CDV	86C/1011/RVC

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

This is a preview of "IEC 61290-4-1 Ed. 1...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61290, publiées sous le titre général *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai*, est disponible sur le site internet de la CEI.

Les futures normes de cette série porteront le nouveau titre général cité ci-dessus. Les titres des normes existantes dans cette série seront mis à jour lors de leurs prochaines éditions.

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 la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A 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 section de la CEI 61290-4 est consacrée aux amplificateurs optiques (AO). La technologie des amplificateurs optiques est assez nouvelle et elle est encore émergente; de sorte que des amendements et de nouvelles éditions de la présente norme sont à prévoir.

Chaque abréviation introduite dans la présente norme est expliquée dans le texte, au moins lors de sa première apparition. Cependant, pour une meilleure compréhension de l'ensemble du texte, une liste de toutes les abréviations utilisées dans la présente norme est donnée dans le 3.3.

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 et objet

La présente section de la CEI 61290-4 s'applique aux amplificateurs à fibre dopée à l'erbium (EDFA¹) et aux sous-systèmes élémentaires à amplification optique. Elle s'applique aux AO utilisant des fibres actives (amplificateurs à fibres optiques, AFO), contenant des dopants aux terres rares. Ces amplificateurs sont disponibles sur le marché et sont largement déployés dans les réseaux de prestataires de service.

La présente section de la CEI 61290-4 a pour objet de fournir le contexte général pour les transitoires d'EDFA et les paramètres associés, et de décrire une méthode d'essai normalisée de mesure précise et fiable des paramètres transitoires suivants:

- Dépassement positif de gain transitoire lors d'ajout/de suppression de canal et dépassement positif du gain net transitoire
- Dépassement négatif de gain transitoire lors d'ajout/de suppression de canal et dépassement négatif du gain net transitoire
- Décalage de gain lors d'ajout/de suppression de canal
- Constante de temps de réponse du gain transitoire lors d'ajout/de suppression de canal (temps de stabilisation)

2 Références normatives

Les documents référencés ci-après 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 amendements).

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

NOTE Une liste de références informatives figure dans la Bibliographie.

¹ EDFA = *Erbium-doped fibre amplifiers*.