

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Optical amplifiers – Test methods –
Part 4-3: Power transient parameters – Single channel optical amplifiers in
output power control**

**Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai –
Partie 4-3: Paramètres de puissance transitoire – Amplificateurs optiques
monocanaux commandés par la puissance de sortie**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.30

ISBN 978-2-8322-5639-8

**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
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms, definitions and abbreviated terms	6
3.1 Terms and definitions.....	6
3.2 Abbreviated terms.....	7
4 Apparatus.....	8
4.1 Test set-up	8
4.2 Characteristics of test equipment.....	8
5 Test sample.....	9
6 Procedure.....	9
6.1 Test preparation.....	9
6.2 Test.....	10
7 Calculations.....	10
8 Test results	11
8.1 Test setting conditions	11
8.2 Test data	12
Annex A (informative) Overview of power transient events in single channel EDFA.....	13
A.1 Background.....	13
A.2 Characteristic input power behaviour	13
A.3 Parameters for characterizing transient behaviour	16
Annex B (informative) Background on power transient phenomena in a single channel EDFA.....	17
B.1 Amplifier chains in optical networks	17
B.2 Typical optical amplifier design	17
B.3 Approaches to address detection errors	19
Annex C (informative) Slew rate effect on transient gain response	23
Bibliography.....	24
Figure 1 – Power transient test set-up.....	8
Figure 2 – OA output power transient response of a) input power increase and b) decrease.....	11
Figure A.1 – Example OA input power transient cases for a receiver application.....	14
Figure A.2 – Input power measurement parameters	15
Figure A.3 – OA output power transient response	16
Figure B.1 – Transient response to input power drop	21
Figure B.2 – Transient response to input power rise	22
Table 1 – Template for transient control measurement test conditions	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL AMPLIFIERS – TEST METHODS –**Part 4-3: Power transient parameters –
Single channel optical amplifiers in output power control**

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 61290-4-3 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 2015. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical change with respect to the previous edition: alignment of the measure of amplified spontaneous emission (ASE) relative to signal power with the definition in IEC 61290-3-3.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
86C/1505/FDIS	86C/1512/RVD

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.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 61291-1:2012.

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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document 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.

OPTICAL AMPLIFIERS – TEST METHODS –

Part 4-3: Power transient parameters – Single channel optical amplifiers in output power control

1 Scope

This part of IEC 61290 applies to output power controlled optically amplified, elementary sub-systems. It applies to optical fibre amplifiers (OFAs) using active fibres containing rare-earth dopants, presently commercially available, as indicated in IEC 61291-1, as well as alternative optical amplifiers that can be used for single channel output power controlled operation, such as semiconductor optical amplifiers (SOAs).

The object of this document is to provide the general background for optical amplifiers (OAs) power transients and their measurements and to indicate those IEC standard test methods for accurate and reliable measurements of the following transient parameters:

- a) transient power response;
- b) transient power overcompensation response;
- c) steady-state power offset;
- d) transient power response time.

The stimulus and responses behaviours under consideration include the following:

- 1) channel power increase (step transient);
- 2) channel power reduction (inverse step transient);
- 3) channel power increase/reduction (pulse transient);
- 4) channel power reduction/increase (inverse pulse transient);
- 5) channel power increase/reduction/increase (lightning bolt transient);
- 6) channel power reduction/increase/reduction (inverse lightning bolt transient).

These parameters have been included to provide a complete description of the transient behaviour of an output power transient controlled OA. The test definitions defined here are applicable if the amplifier is an OFA or an alternative OA. However, the description in Annex A concentrates on the physical performance of an OFA and provides a detailed description of the behaviour of an OFA; it does not give a similar description of other OA types. Annex B provides a detailed description background of the dynamic phenomenon in output power controlled amplifiers under transient conditions and Annex C details the impact of speed of transient inputs.

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	27
1 Domaine d'application	29
2 Références normatives	29
3 Termes, définitions et termes abrégés	30
3.1 Termes et définitions	30
3.2 Termes abrégés	31
4 Appareillage	32
4.1 Montage d'essai.....	32
4.2 Caractéristiques du matériel d'essai.....	32
5 Echantillon d'essai.....	33
6 Procédure.....	33
6.1 Préparation de l'essai	33
6.2 Conditions d'essai.....	34
7 Calculs	34
8 Résultats d'essai	35
8.1 Réglages d'essai.....	35
8.2 Données d'essai	36
Annexe A (informative) Présentation des événements de puissance transitoire dans un amplificateur à fibre dopée à l'erbium monocanal	37
A.1 Contexte	37
A.2 Comportement de puissance d'entrée caractéristique	37
A.3 Paramètres pour caractériser le comportement des transitoires	40
Annexe B (informative) Informations contextuelles sur les phénomènes de puissance transitoire dans un amplificateur à fibre dopée à l'erbium monocanal	42
B.1 Chaînes d'amplificateurs dans des réseaux optiques	42
B.2 Conception typique d'un amplificateur optique	42
B.3 Approches pour le traitement des erreurs de détection	44
Annexe C (informative) Effet du taux de variation sur la réponse de gain transitoire	50
Bibliographie.....	51
Figure 1 – Montage d'essai de puissance transitoire	32
Figure 2 – Réponse de puissance transitoire de sortie d'un amplificateur optique pour a) une augmentation et b) une diminution de puissance d'entrée	35
Figure A.1 – Exemples de cas de puissances transitoires d'entrée d'amplificateur optique pour des applications à récepteurs	38
Figure A.2 – Paramètres de mesure de puissance d'entrée.....	39
Figure A.3 – Réponse de puissance transitoire de sortie d'un amplificateur optique	41
Figure B.1 – Réponse transitoire à une chute de la puissance d'entrée.....	47
Figure B.2 – Réponse transitoire à une augmentation de la puissance d'entrée	48
Tableau 1 – Exemples de conditions d'essai de mesure de commande des transitoires	34

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AMPLIFICATEURS OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAI –**Partie 4-3: Paramètres de puissance transitoire –
Amplificateurs optiques monocanaux commandés
par la puissance de sortie**

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. A 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 61290-4-3 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 publiée en 2015. Cette édition constitue une révision technique

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente: alignement de la mesure d'une émission spontanée amplifiée sur la puissance d'un signal selon la définition de l'IEC 61290-3-3.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86C/1505/FDIS	86C/1512/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 61291-1:2012.

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 ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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.

AMPLIFICATEURS OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAI –

Partie 4-3: Paramètres de puissance transitoire – Amplificateurs optiques monocanaux commandés par la puissance de sortie

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61290 s'applique aux sous-systèmes élémentaires à amplification optique et commandés par la puissance de sortie. Elle applique aux amplificateurs à fibres optiques utilisant des fibres actives dopées aux terres rares disponibles sur le marché, comme indiqué dans l'IEC 61291-1, mais aussi à des amplificateurs optiques alternatifs qui peuvent être utilisés pour un fonctionnement monocanal commandé par la puissance de sortie, tels que des amplificateurs optiques à semiconducteurs.

Le présent document a pour objet de fournir le contexte général pour les puissances transitoires des amplificateurs optiques et leurs mesures, ainsi que de décrire des méthodes d'essai normalisées de l'IEC pour effectuer des mesures précises et fiables des paramètres des transitoires suivants:

- a) réponse de puissance transitoire;
- b) réponse de surcompensation de puissance transitoire;
- c) décalage de puissance en régime permanent;
- d) temps de réponse de puissance transitoire.

Les comportements des stimuli et des réponses étudiés incluent les éléments suivants:

- 1) augmentation de la puissance d'un canal (transitoire en échelon);
- 2) diminution de la puissance d'un canal (transitoire en échelon inverse);
- 3) augmentation/diminution de la puissance d'un canal (transitoire en impulsion);
- 4) diminution/augmentation de la puissance d'un canal (transitoire en impulsion inverse);
- 5) augmentation/diminution/augmentation de la puissance d'un canal (transitoire en éclair);
- 6) diminution/augmentation/diminution de la puissance d'un canal (transitoire en éclair inverse).

Ces paramètres ont été inclus pour fournir une description complète du comportement des transitoires d'un amplificateur optique commandé par la puissance transitoire de sortie. Les essais définis ici sont applicables si l'amplificateur est un amplificateur à fibres optiques ou un amplificateur optique alternatif. Toutefois, l'Annexe A décrit les performances physiques d'un amplificateur à fibres optiques et fournit une description détaillée du comportement des amplificateurs à fibres optiques, mais ne donne pas de description similaire d'autres types d'amplificateurs optiques. L'Annexe B fournit des informations contextuelles de descriptions détaillées du phénomène dynamique se produisant dans les amplificateurs commandés par la puissance de sortie dans des conditions transitoires et l'Annexe C précise l'effet produit par la vitesse des entrées transitoires.

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*