



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Optical amplifiers – Test methods –
Part 3-2: Noise figure parameters – Electrical spectrum analyzer method**

**Amplificateurs optiques – Méthodes d'essais -
Partie 3-2: Paramètres du facteur de bruit – Méthode de l'analyseur spectral
électrique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



CONTENTS

| | |
|---|----|
| FOREWORD..... | 3 |
| INTRODUCTION..... | 5 |
| 1 Scope and object..... | 6 |
| 2 Normative references | 6 |
| 3 Symbols, acronyms and abbreviations..... | 7 |
| 4 Apparatus..... | 8 |
| 5 Test specimen | 10 |
| 6 Procedure | 10 |
| 6.1 Frequency-scanning technique: calibration..... | 11 |
| 6.2 Frequency-scanning technique: measurement..... | 12 |
| 6.3 Selected-frequency technique: calibration and measurement | 13 |
| 6.4 Measurement accuracy limitations..... | 13 |
| 7 Calculation | 14 |
| 7.1 Calculation of calibration results..... | 14 |
| 7.2 Calculation of test results for the frequency-scanning technique..... | 15 |
| 7.3 Calculation of test results for the selected-frequency technique..... | 15 |
| 8 Test results | 16 |
| Bibliography..... | 17 |
| | |
| Figure 1 – Scheme of a measurement set-up..... | 9 |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL AMPLIFIERS – TEST METHODS –

Part 3-2: Noise figure parameters – Electrical spectrum analyzer 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 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 61290-3-2 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 and constitutes a technical revision. It includes updates to specifically address all types of optical amplifiers – not just optical fibre amplifiers.

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

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

| CDV | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 86C/784/CDV | 86C/828/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 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 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.

INTRODUCTION

This part of IEC 61290 is devoted to the subject of optical amplifiers. The technology of optical amplifiers is still rapidly evolving, hence amendments and new additions to this standard can be expected.

Each symbol and abbreviation introduced in this standard is generally explained in the text the first time it appears. However, for an easier understanding of the whole text, a list of all symbols and abbreviations used in this standard is given in Clause 3.

OPTICAL AMPLIFIERS – TEST METHODS –

Part 3-2: Noise figure parameters – Electrical spectrum analyzer method

1 Scope and object

This part of IEC 61290 applies to all commercially available optical amplifiers (OAs), including OAs using optically pumped fibres (OFAs based on either rare-earth doped fibres or on the Raman effect), semiconductor optical amplifiers (SOAs) and planar waveguide optical amplifiers (PWOAs).

The object of this standard is to establish uniform requirements for accurate and reliable measurements, by means of the electrical spectrum analyzer (ESA) method, of the noise figure, as defined in IEC 61291-1.

The present test method is based on direct electrical noise measurement and it is directly related to its definition including all relevant noise contributions. Therefore, this method can be used for all types of optical amplifiers, including SOA and Raman amplifiers which can have significant contributions besides amplified spontaneous emission, because it measures the total noise figure. For further details of applicability, see IEC 61290-3. An alternative test method based on the optical spectrum analyzer can be used, particularly for different noise parameters (such as the signal-spontaneous noise factor) but it is not included in the object of this standard.

NOTE 1 All numerical values followed by (‡) are suggested values for which the measurement is assured. Other values may be acceptable but should be verified.

NOTE 2 A measurement accuracy for the average noise factor of ± 20 % (‡), respectively ± 1 dB, should be attainable with this method (see Clause 6).

NOTE 3 General aspects of noise figure test methods are reported in IEC 61290-3.

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 60728-6, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6: Optical equipment*

IEC 61290-3: *Optical fibre amplifiers – Basic specification – Part 3: Test methods for noise figure parameters*¹

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

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

¹ The first editions of some of these parts were published under the general title *Optical fibre amplifiers – Basic specification* or *Optical amplifiers – Test methods*. Future editions of these parts will appear under the new general title listed above. The individual titles of Parts 1-1, 3-1, 5-2, 10-1, 10-2, 10-3, 11-1 and 11-2 will be updated in future editions of these parts to reflect the overall structure of the series.

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| AVANT-PROPOS..... | 19 |
| INTRODUCTION..... | 21 |
| 1 Domaine d'application et objet..... | 22 |
| 2 Références normatives..... | 22 |
| 3 Symboles, acronymes et abréviations..... | 23 |
| 4 Appareil..... | 24 |
| 5 Specimen d'essai | 26 |
| 6 Procédure | 27 |
| 6.1 Technique de balayage de fréquence: étalonnage..... | 27 |
| 6.2 Technique de balayage de fréquence: mesure..... | 29 |
| 6.3 Technique de fréquence sélectionnée: étalonnage et mesure..... | 29 |
| 6.4 Limites de la précision de mesure | 30 |
| 7 Calcul..... | 30 |
| 7.1 Calcul des résultats d'étalonnage..... | 30 |
| 7.2 Calcul des résultats pour la technique de balayage de fréquence..... | 31 |
| 7.3 Calcul des résultats de l'essai pour la technique de fréquence sélectionnée..... | 32 |
| 8 Résultats d'essai | 33 |
| Bibliographie..... | 34 |
| Figure 1 – Schéma d'un montage de mesure | 25 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AMPLIFICATEURS OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAIS –

Partie 3-2: Paramètres du facteur de bruit – Méthode de l'analyseur spectral électrique

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 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 de la 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 61290-3-2 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, publiée en 2003. Elle constitue une révision technique. Elle inclut des mises à jour permettant de s'adresser à tout type d'amplificateur optique – pas seulement les amplificateurs à fibres optiques.

Il convient que la présente norme soit lue conjointement avec la CEI 61290-3 et la CEI 61291-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| CDV | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 86C/784/CDV | 86C/828/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/CEI, Partie 2.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous « <http://webstore.iec.ch> », dans les données relatives à la publication concernée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61290 est consacrée au domaine des amplificateurs optiques. La technologie des amplificateurs optiques se développe rapidement encore, de sorte que des amendements et de nouvelles éditions de cette norme sont à prévoir.

En général, chaque symbole et chaque abréviation introduits dans cette norme sont expliqués dans le texte au moins la première fois qu'ils apparaissent. Cependant, pour une meilleure compréhension de l'ensemble, une liste de tous les symboles et de toutes les abréviations utilisés se trouve dans l'Article 3.

AMPLIFICATEURS OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAIS –

Partie 3-2: Paramètres du facteur de bruit – Méthode de l'analyseur spectral électrique

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61290 s'applique aux amplificateurs optiques (AO) disponibles commercialement, y compris les AO qui utilisent des fibres pompées optiquement, (AFO basées soit sur des fibres dopées aux terres rares, soit des fibres à effet Raman), les amplificateurs optiques à semiconducteurs (AOS), ainsi que les amplificateurs optiques à guide d'onde plan (PWOA).

L'objet de cette norme est d'établir des exigences uniformes en vue de mesures précises et fiables du facteur de bruit défini dans la CEI 61291-1, en utilisant la méthode d'essai d'analyseur de spectre électrique (ASE).

La méthode d'essai présentée ci-dessous se fonde sur une mesure directe de bruit électrique et se réfère à sa définition en tenant compte de toutes les contributions de bruit correspondantes. En conséquence, cette méthode peut être utilisée pour tout type d'amplificateur optique, y compris les AOS et les amplificateurs Raman qui peuvent avoir des contributions significatives en plus de leurs émissions spontanées amplifiées, parce qu'elle mesure le paramètre bruit en totalité. Pour de plus amples détails concernant son application, voir la CEI 61290-3. On peut utiliser une méthode d'essai différente qui se base sur l'analyseur de spectre optique, particulièrement pour de différents paramètres de bruit (comme le facteur de bruit signal émission spontanée) mais ceci n'est pas compris dans l'objet de cette norme.

NOTE 1 Toutes les valeurs numériques suivies de (‡) sont des valeurs suggérées dont la mesure est assurée. D'autres valeurs peuvent être acceptables, mais il convient de les vérifier.

NOTE 2 Il convient de pouvoir obtenir par cette méthode une précision de mesure pour le facteur de bruit moyen de ± 20 % (‡), respectivement ± 1 dB, (voir Article 6).

NOTE 3 Des aspects généraux des méthodes d'essai du facteur de bruit sont contenus dans la CEI 61290-3.

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 60728-6, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6: Optical equipment* (disponible en anglais seulement)

CEI 61290-3, *Amplificateurs à fibres optiques – Spécification de base – Partie 3 : Méthodes d'essai des paramètres du facteur de bruit*¹

¹ Les premières éditions de quelques unes de ces parties ont été publiées sous le titre général *Amplificateurs à fibres optiques – Spécifications de base* ou *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai*. Les futures éditions de ces parties apparaîtront sous le titre général indiqué ci-dessus. Les titres individuels des Parties 1-1, 3-1, 5-2, 10-1, 10-2, 10-3, 11-1 et 11-2 seront mis à jour lors d'une prochaine édition conformément à la structure générale de la série.

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

NOTE Une liste de références informatives est donnée dans la bibliographie.