

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

This document is a preview generated by EVS

EESTI STANDARDI EESSÕNA

NATIONAL FOREWORD

Käesolev Eesti standard EVS-EN 61290-3:2002 sisaldab Euroopa standardi EN 61290-3:2000 ingliskeelset teksti.

Standard on kinnitatud Eesti Standardikeskuse 15.10.2002 käskkirjaga ja jõustub sellekohase teate avaldamisel EVS Teatajas.

Standard on kättesaadav Eesti standardiorganisatsioonist.

This Estonian standard EVS-EN 61290-3:2002 consists of the English text of the European standard EN 61290-3:2000.

This standard is ratified with the order of Estonian Centre for Standardisation dated 15.10.2002 and is endorsed with the notification published in the official bulletin of the Estonian national standardisation organisation.

The standard is available from Estonian standardisation organisation.

ICS 33.180.30

amplifiers, basic specification, electrical engineering, measuring techniques, noise (spurious signals), noise factors, noise figure, noise measurements, optical fibres, optical waveguides, optics, specification, testing

Standardite reprodutseerimis- ja levitamiseõigus kuulub Eesti Standardikeskusele

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonilisse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel on keelatud ilma Eesti Standardikeskuse poolt antud kirjaliku loata.

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, palun võtke ühendust Eesti Standardikeskusega:
Aru 10 Tallinn 10317 Eesti; www.evs.ee; Telefon: 605 5050; E-post: info@evs.ee

Right to reproduce and distribute belongs to the Estonian Centre for Standardisation

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, without permission in writing from Estonian Centre for Standardisation.

If you have any questions about standards copyright, please contact Estonian Centre for Standardisation:
Aru str 10 Tallinn 10317 Estonia; www.evs.ee; Phone: 605 5050; E-mail: info@evs.ee

Optical fibre amplifiers - Basic specification
Part 3: Test methods for noise figure parameters
(IEC 61290-3:2000)

Amplificateurs à fibres optiques -
Spécification de base
Partie 3: Méthodes d'essai des
paramètres du facteur de bruit
(CEI 61290-3:2000)

Lichtwellenleiter-Verstärker -
Grundspezifikation
Teil 3: Prüfverfahren für
Rauschzahlparameter
(IEC 61290-3:2000)

This European Standard was approved by CENELEC on 2000-06-01. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brussels

Foreword

The text of document 86C/271/FDIS, future edition 1 of 61290-3, prepared by SC 86C, Fibre optic systems and active devices, of IEC TC 86, Fibre optics, was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and was approved by CENELEC as EN 61290-3 on 2000-06-01.

The following dates were fixed:

- latest date by which the EN has to be implemented
at national level by publication of an identical
national standard or by endorsement (dop) 2001-03-01
- latest date by which the national standards conflicting
with the EN have to be withdrawn (dow) 2003-06-01

This European Standard is to be read in conjunction with EN 61291-1:1998.

Annexes designated "normative" are part of the body of the standard.
Annexes designated "informative" are given for information only.
In this standard, annex ZA is normative and annex A is informative.
Annex ZA has been added by CENELEC.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 61290-3:2000 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

Annex ZA (normative)

Normative references to international publications with their corresponding European publications

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

NOTE When an international publication has been modified by common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 61290-3-1	¹⁾	Optical fibre amplifiers - Basic specification Part 3-1: Test methods for noise figure parameters - Optical spectrum analyzer	-	-
IEC 61290-3-2	¹⁾	Part 3-2: Test methods for noise figure parameters - Electrical spectrum analyzer	-	-
IEC 61291-1	1998	Optical fibre amplifiers Part 1: Generic specification	EN 61291-1	1998

¹⁾ To be published.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61290-3

Première édition
First edition
2000-05

**Amplificateurs à fibres optiques –
Spécification de base –**

**Partie 3:
Méthodes d'essai des paramètres
du facteur de bruit**

**Optical fibre amplifiers –
Basic specification –**

**Part 3:
Test methods for noise figure parameters**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61290-3:2000

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61290-3

Première édition
First edition
2000-05

**Amplificateurs à fibres optiques –
Spécification de base –**

**Partie 3:
Méthodes d'essai des paramètres
du facteur de bruit**

**Optical fibre amplifiers –
Basic specification –**

**Part 3:
Test methods for noise figure parameters**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe, Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site: <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet.....	8
2 Références normatives.....	8
3 Considérations générales sur le facteur de bruit	10
4 Contributions au facteur de bruit.....	12
5 Méthodes d'essai du facteur de bruit	14
Annexe A (informative) Liste d'abréviations.....	18
Bibliographie	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope and object	9
2 Normative references	9
3 Noise figure generalities	11
4 Noise figure contributions	13
5 Noise figure test methods	15
Annex A (informative) List of abbreviations	19
Bibliography	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AMPLIFICATEURS À FIBRES OPTIQUES – SPÉCIFICATION DE BASE –

Partie 3: Méthodes d'essai des paramètres du facteur de bruit

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 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 norme doit être lue conjointement avec la CEI 61291-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86C/271/FDIS	86C/274/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.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2002. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE AMPLIFIERS – BASIC SPECIFICATION –

Part 3: Test methods for noise figure parameters

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61290-3 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

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

FDIS	Report on voting
86C/271/FDIS	86C/274/RVD

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

Annex A is for information only.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2002. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Pour autant que l'on puisse en juger, ceci est la première Norme internationale qui traite de ce sujet. La technologie des amplificateurs à fibres optiques est relativement nouvelle et se développe encore, de sorte que des amendements et de nouvelles éditions de cette norme sont à prévoir.

Chaque abréviation introduite dans cette Norme internationale est expliquée dans le texte au moins la première fois qu'elle apparaît. Cependant, pour une meilleure compréhension de l'ensemble, une liste de toutes les abréviations utilisées se trouve dans l'annexe A.

INTRODUCTION

As far as can be determined, this is the first International Standard on this subject. The technology of optical fibre amplifiers is quite new and still emerging, hence amendments to and new editions of 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 annex A.

AMPLIFICATEURS À FIBRES OPTIQUES – SPÉCIFICATION DE BASE –

Partie 3: Méthodes d'essai des paramètres du facteur de bruit

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux amplificateurs à fibres optiques (AFO) utilisant les fibres actives dopées aux terres rares et qui sont actuellement disponibles sur le marché.

L'objet de cette Norme internationale est de fournir le contexte général pour les mesures des paramètres du facteur de bruit des OFA et d'indiquer les méthodes d'essai normalisées de la CEI qui permettent la mesure précise et fiable des paramètres suivants des AFO, selon les définitions de l'article 3 de la CEI 61291-1:

- a) facteur de bruit (NF);
- b) facteur de bruit linéaire (F);
- c) chiffre de mérite de l'interférence à trajectoires multiples (MPI);
- d) facteur de bruit signal/émission spontanée;
- e) largeur de bande optique (équivalente) spontanée-spontanée (B_{sp-sp});
- f) niveau de puissance d'émission spontanée amplifiée (ESA) copropagative;
- g) niveau de puissance d'ESA contrapropagative;
- h) largeur de bande de l'ESA.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61290. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61290 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 61290-3-1, *Amplificateurs à fibres optiques – Spécification de base – Partie 3-1: Méthodes d'essai pour les paramètres du facteur de bruit – Analyseur de spectre optique* ¹⁾

CEI 61290-3-2, *Amplificateurs à fibres optiques – Spécification de base – Partie 3-2: Méthodes d'essai pour les paramètres du facteur de bruit – Analyseur de spectre électrique* ¹⁾

CEI 61291-1:1998, *Amplificateurs à fibres optiques – Partie 1: Spécification générique*

NOTE Une liste de références informatives se trouve dans la bibliographie.

¹⁾ A publier.

OPTICAL FIBRE AMPLIFIERS – BASIC SPECIFICATION –

Part 3: Test methods for noise figure parameters

1 Scope and object

This International Standard applies to optical fibre amplifiers (OFAs) using active fibres, containing rare-earth dopants, presently commercially available.

The object of this standard is to provide the general background for OFA noise figure parameters measurements and to indicate those IEC standard test methods for accurate and reliable measurements of the following OFA parameters, as defined in clause 3 of IEC 61291-1:

- a) noise figure (NF);
- b) noise factor (F);
- c) multiple path interference (MPI) figure of merit;
- d) signal-spontaneous noise figure;
- e) (equivalent) spontaneous-spontaneous optical bandwidth (B_{sp-sp});
- f) forward amplified spontaneous emission (ASE) power level;
- g) reverse ASE power level;
- h) ASE bandwidth.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61290. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 61290 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

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

IEC 61290-3-2, *Optical fibre amplifiers – Basic specification – Part 3-2: Test methods for noise figure parameters – Electrical spectrum analyzer* ¹⁾

IEC 61291-1:1998, *Optical fibre amplifiers – Part 1: Generic specification*

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

¹⁾ To be published.

3 Considérations générales sur le facteur de bruit

Le facteur de bruit est un des paramètres les plus importants d'un AFO. D'après la définition de la CEI 61291-1, le facteur de bruit en mesure linéaire peut être précisé par:

$$F = \frac{SNR_{input}}{SNR_{output}} = \frac{\langle i_{signal}^2 \rangle_{in}}{\langle i_{noise}^2 \rangle_{in}} \times \frac{\langle i_{noise}^2 \rangle_{out}}{\langle i_{signal}^2 \rangle_{out}} \quad (1)$$

$$F = \frac{1}{G^2} \frac{\langle i_{noise}^2 \rangle_{out}}{\langle i_{noise}^2 \rangle_{in}}$$

où

SNR est le rapport signal-bruit;

i est le courant photoélectrique dans un photodétecteur idéal avec un rendement quantique de 1;

G est le gain du signal optique.

Le courant de bruit à l'entrée est, par définition, le courant de bruit de grenaille émis par le signal optique à l'entrée. Ceci exclut les autres sources de bruit du côté de l'entrée.

Le courant de bruit à la sortie est le résultat de cinq contributions. Chacune de ces contributions peut être exprimée comme un facteur de bruit linéaire partiel:

- facteur de bruit linéaire de grenaille du signal, $F_{shot,sig}$, du bruit de grenaille du signal amplifié à l'entrée;
- facteur de bruit linéaire de grenaille de l'ESA, $F_{shot,ase}$, du bruit de grenaille de l'émission spontanée amplifiée;
- facteur de bruit linéaire signal/émission spontanée, F_{sig-sp} , du battement du signal avec l'ESA;
- facteur de bruit linéaire spontané-spontané, F_{sp-sp} , du battement ESA en synchronisation;
- facteur de bruit linéaire du brouillage de trajet multiple (MPI), F_{mpi} .

Le facteur de bruit linéaire total (non logarithmique) est:

$$F_{total} = F_{shot,sig} + F_{shot,ase} + F_{sig-sp} + F_{sp-sp} + F_{mpi} \quad (2)$$

Le facteur de bruit peut être calculé de la manière suivante:

$$NF = 10 \log(F_{total}) \quad (3)$$

L'équation (2) peut être utilisée pour les mesures du facteur de bruit optique, aussi bien que pour estimer l'effet de divers paramètres dans les mesures de facteurs de bruit électrique. C'est un modèle complet du facteur de bruit d'un AFO.