

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Optical amplifiers –

Part 5-2: Qualification specifications – Reliability qualification for optical fibre amplifiers

Amplificateurs optiques –

Partie 5-2: Spécifications de qualification – Qualification de fiabilité pour amplificateurs à fibres optiques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.30

ISBN 978-2-8322-9361-4

**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

CONTENTS	2
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.....	6
4 Reliability requirements	7
4.1 Tests	7
4.1.1 General	7
4.1.2 Reliability qualification of components	7
4.1.3 Reliability qualification of the OFA assembly process	8
4.1.4 Reliability qualification of the OFA device or sub-system	8
4.1.5 Structural similarity	10
Annex A (normative) Procedures for reliability testing of OFA components	11
A.1 General.....	11
A.2 Tests required for passive optical components.....	11
A.3 Tests required for the doped fibre	11
Annex B (informative) Reliability calculations.....	12
B.1 Reliability calculation	12
B.2 Guidance on failure rate calculations	13
Bibliography.....	14
Table 1 – Minimum test list for passive optical components, pump laser modules, monitor diode modules and optical connectors.....	7
Table 2 – Minimum test list for doped fibre.....	8
Table 3 – Tests required for splices	8
Table 4 – Minimum list for tests required on OFA devices and sub-systems.....	9
Table A.1 – Tests required for the doped fibre	11
Table B.1 – Failure rate of components.....	13

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL AMPLIFIERS –**Part 5-2: Qualification specifications – Reliability qualification
for optical fibre amplifiers**

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 61291-5-2 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 2002. It constitutes a technical revision.

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

- a) removal of the contents on the relating quality management system from scope, terms and definitions, and the reliability requirements;
- b) moving fit-rate calculation to Annex B (informative);
- c) change of requirements for shock test;
- d) amendment of abbreviations related to changes a) and b).

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

CDV	Report on voting
86C/1376/CDV	86C/1426/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 in the IEC 61291 series, published under the general title *Optical amplifiers*, 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.

OPTICAL AMPLIFIERS –

Part 5-2: Qualification specifications – Reliability qualification for optical fibre amplifiers

1 Scope

This part of IEC 61291 applies to optical amplifiers (OAs) and optically amplified, elementary sub-systems for terrestrial applications, using active fibres (optical fibre amplifiers (OFAs)) containing rare-earth dopants, which are commercially available.

The black box approach is used in this document. The black box approach is adopted in order to give product specifications which are independent of OA implementation details. For reliability qualification purposes, some information about the internal components is needed; these internal parts are themselves treated as black boxes. This document gives requirements for the evaluation of OA reliability by combining the reliability of such internal black boxes.

The object of this document is to specify the minimum list of reliability qualification tests, requirements on failure criteria during testing and on reliability predictions, and give the relevant normative references to establish a standard method for the assessment of the reliability of OFA devices and sub-systems in order to minimize risks and to promote product development and reliability qualification.

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 60050-731, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 731: Optical fibre communication*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-21, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-31, *Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

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

IEC 61300-2-4, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-4: Tests – Fibre/cable retention*

IEC 62005-9-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Reliability – Part 9-1: Qualification of passive optical components*

IEC 62005-9-2, *Reliability of fibre optic interconnecting devices and passive optical components – Part 9-2: Reliability qualification for single fibre optic connector sets – Single mode*

TIA 455-11, *FOTP-11 Vibration Test Procedure for Fiber Optic Components and Cables*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
1 Domaine d'application	19
2 Références normatives	19
3 Termes, définitions et termes abrégés	20
3.1 Termes et définitions	20
3.2 Termes abrégés	20
4 Exigences de fiabilité	21
4.1 Essais	21
4.1.1 Généralités	21
4.1.2 Qualification de fiabilité des composants	21
4.1.3 Qualification de fiabilité du procédé d'assemblage de l'AFO	22
4.1.4 Qualification de fiabilité du module ou sous-système AFO	23
4.1.5 Similarité structurelle	25
Annexe A (normative) Procédures pour les essais de fiabilité des composants AFO	26
A.1 Généralités	26
A.2 Essais exigés pour des composants optiques passifs	26
A.3 Essais exigés pour la fibre dopée	26
Annexe B (informative) Calculs de fiabilité	27
B.1 Calculs de fiabilité	27
B.2 Recommandations concernant les calculs du taux de défaillance	28
Bibliographie	29
Tableau 1 – Liste d'essais minimaux pour composants optiques passifs, modules de laser à pompe, modules à diode de contrôle et connecteurs optiques	22
Tableau 2 – Liste d'essais minimaux pour fibre dopée	22
Tableau 3 – Essais exigés pour les épissures	23
Tableau 4 – Liste minimale pour essais exigés sur modules et sous-systèmes AFO	24
Tableau A.1 – Essais exigés pour la fibre dopée	26
Tableau B.1 – Taux de défaillance des composants	28

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AMPLIFICATEURS OPTIQUES –

**Partie 5-2: Spécifications de qualification –
Qualification de fiabilité pour amplificateurs à fibres optiques**

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 61291-5-2 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 2002. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) le contenu sur le système de management de la qualité a été retiré du domaine d'application, des termes et définitions et des exigences de fiabilité;
- b) le calcul du taux de défaillance dans le temps (FIT) a été déplacé à l'Annexe B (informative);
- c) les exigences relatives aux essais de chocs ont été modifiées;

d) les abréviations ont été modifiées en fonction des modifications a) et b).

La présente version bilingue (2021-02) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-01.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61291, publiées sous le titre général *Amplificateurs optiques*, 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.

AMPLIFICATEURS OPTIQUES –

Partie 5-2: Spécifications de qualification – Qualification de fiabilité pour amplificateurs à fibres optiques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61291 s'applique aux amplificateurs optiques (AO) et aux sous-systèmes élémentaires amplifiés optiquement pour des applications terrestres, utilisant des fibres actives (amplificateurs à fibres optiques, AFO), qui contiennent des dopants de terres rares, disponibles sur le marché.

L'approche de boîte noire est utilisée dans le présent document. L'approche de boîte noire est adoptée afin de fournir des spécifications de produits qui sont indépendantes des détails de mise en service des AO. Pour les besoins de qualification de fiabilité, certaines informations sur les composants internes sont nécessaires; ces parties internes sont elles-mêmes traitées en tant que boîtes noires. Le présent document fournit des exigences relatives à l'évaluation de la fiabilité des AO en combinant la fiabilité de telles boîtes noires internes.

Le présent document a pour objet de fournir la liste minimale des essais de qualification de fiabilité, des exigences en matière de critères de défaillance pendant les essais et de prévisions de fiabilité, et de donner des références normatives pertinentes afin d'établir une méthode normalisée pour l'évaluation de la fiabilité des modules et des sous-systèmes AFO afin de réduire le plus possible les risques et d'avancer le développement du produit et la qualification de la fiabilité.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60050-731, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 731: Télécommunications par fibres optiques*

IEC 60068-2-2:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-21, *Essais d'environnement – Partie 2-21: Essais – Essai U: Robustesse des sorties et des dispositifs de montage incorporés*

IEC 60068-2-27, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

IEC 60068-2-31, *Essais – essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels*

IEC 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

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

IEC 61300-2-4, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-4: Essais – Rétention de la fibre ou du câble*

IEC 62005-9-1, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques - Fiabilité - Partie 9-1: Qualification des composants optiques passifs*

IEC 62005-9-2, *Fiabilité des dispositifs d'interconnexion et des composants optiques passifs à fibres optiques - Partie 9-2: Qualification relative à la fiabilité pour les ensembles de connecteurs à une seule fibre optique - Unimodal*

TIA 455-11, *FOTP-11 Vibration Test Procedure for Fiber Optic Components and Cables* (disponible en anglais seulement)