

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic active components and devices – Reliability standards –
Part 3: Laser modules used for telecommunication**

**Composants et dispositifs actifs en fibres optiques – Normes de fiabilité –
Partie 3: Modules laser utilisés pour les télécommunications**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62572-3:2016



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic active components and devices – Reliability standards –
Part 3: Laser modules used for telecommunication**

**Composants et dispositifs actifs en fibres optiques – Normes de fiabilité –
Partie 3: Modules laser utilisés pour les télécommunications**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.260; 33.180.99

ISBN 978-2-8322-4711-2

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
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Symbols and abbreviations	8
4 Laser reliability and quality assurance procedure.....	8
4.1 Demonstration of product quality.....	8
4.2 Testing responsibilities	9
4.2.1 General	9
4.2.2 Recommendation applicable to laser customer/system supplier	9
4.2.3 Recommendation applicable to system operator	9
4.3 Quality improvement programmes (QIPs).....	9
5 Tests	9
5.1 General.....	9
5.2 Structural similarity	10
5.3 Burn-in and screening (when applicable in the specification).....	10
6 Activities.....	14
6.1 Analysis of reliability results.....	14
6.2 Technical visits to LMMs	14
6.3 Design/process changes	15
6.4 Deliveries.....	15
6.5 Supplier documentation	15
Annex A (informative) Guidance on testing in Table 1 and Table 2.....	16
A.1 Laser module life tests containing thermoelectric coolers (Table 1, test 1.1)	16
A.2 Laser module life tests for uncooled modules (Table 1, test 1.2)	16
A.3 Laser diode life tests on submounts (Table 1, test 1.3)	17
A.4 Monitor photodiode life tests (Table 1, test 1.4).....	17
A.5 Temperature cycling and thermal shock (Table 1, test 3 and Table 2, test 2)	18
A.6 Sealing/hermeticity (Table 1, test 4 and Table 2, test 3).....	18
A.7 Shock and vibration (Table 1, test 5 and Table 2, test 4).....	18
A.8 High-temperature storage (Table 1, test 6 and Table 2, test 5).....	18
A.9 Electrostatic discharge sensitivity (ESD) (Table 1, test 7 and Table 2, test 6)	19
A.10 Residual gas analysis (RGA) (Table 1, test 8 and, Table 2, test 7).....	19
Bibliography.....	20
Table 1 – Initial qualification (1 of 3)	10
Table 2 – Maintenance of qualification (1 of 2).....	13
Table 3 – Performance for laser module reliability parameters	14
Table A.1 – Recommended life test conditions for laser modules containing Peltier coolers.....	16
Table A.2 – Recommended life test conditions for uncooled laser modules	17
Table A.3 – Recommended laser diode life test conditions.....	17
Table A.4 – Recommended photodiode life test conditions.....	18

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC ACTIVE COMPONENTS AND DEVICES –
RELIABILITY STANDARDS –****Part 3: Laser modules used for telecommunication**

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 62572-3 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2014. This third edition constitutes a technical revision in which errors in Table 1 and Table 2 have been corrected.

This bilingual version (2017-08) corresponds to the monolingual English version, published in 2016-02.

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

CDV	Report on voting
86C/1302/CDV	86C/1345/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 62572 series, published under the general title *Fibre optic active components and devices – Reliability standards*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62572-3:2016

INTRODUCTION

The laser modules covered by this International Standard are purchased by system suppliers (SS) to be inserted in equipment, which in turn are supplied/sold to a system operator (SO) or a network operator (see definitions in Clause 3).

For the system operator to act as an informed buyer, he/she should have knowledge of the potential risks posed by the use of critical components.

Optoelectronic component technology is continuing to develop. Consequently, during product development phases, many failure mechanisms in laser modules have been identified. These failure mechanisms, if undetected, could result in very short laser lifetime in system use.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62572-3:2016

FIBRE OPTIC ACTIVE COMPONENTS AND DEVICES – RELIABILITY STANDARDS –

Part 3: Laser modules used for telecommunication

1 Scope

This part of IEC 62572 deals with reliability assessment of laser modules used for telecommunication.

The aim of this standard is

- to establish a standard method of assessing the reliability of laser modules in order to minimize risks and to promote product development and reliability;
- to establish means by which the distribution of failures with time can be determined. This should enable the determination of equipment failure rates for specified end of life criteria.

In addition, guidance is given in IEC TR 62572-2.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

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

IEC 60749-6, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 6: Storage at high temperature*

IEC 60749-8, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 8: Sealing*

IEC 60749-10, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 10: Mechanical shock*

IEC 60749-11, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 11: Rapid change of temperature – Two-fluid-bath method*

IEC 60749-12, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 12: Vibration, variable frequency*

IEC 60749-25, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 25: Temperature cycling*

IEC 60749-26, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 26: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Human body model (HBM)*

IEC TR 62572-2, *Fibre optic active components and devices – Reliability standards – Part 2: Laser module degradation*

MIL-STD-883, *Test method standard – Microcircuits*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document the following definitions apply.

3.1.1

laser module

packaged assembly containing a laser diode with/without photodiode

Note 1 to entry: The module may also include a cooler and temperature sensor to enable laser temperature to be controlled and monitored. The optical output is normally via an optical fibre pigtail.

3.1.2

submount

substrate upon which a laser diode or photodiode may be mounted for assembly into the laser module

Note 1 to entry: Components on submounts are also subject to qualification testing.

3.1.3

laser module manufacturer

LMM

manufacturer of laser modules who provides devices meeting the requirements of the relevant detail specification (DS) and the customer's reliability requirements

3.1.4

network operator

NO

organization which operates a telecommunications network

3.1.5

system supplier

SS

manufacturer of telecommunications/data transmission equipment containing optoelectronic semiconductor lasers

Note 1 to entry: The system supplier can be a laser module customer.

3.1.6

system operator

SO

network operator of telecommunications/data transmission equipment containing optoelectronic semiconductor lasers in the transmission path

Note 1 to entry: The system may also be part of other more extensive systems, for example telecommunications, rail, road vehicles, aerospace or weapons.

3.1.7

capability qualifying components

CQC

components selected to represent critical stages of the process and limiting or boundary characteristics of mechanical and electro-optic design

Note 1 to entry: Such components should aid the identification of end product failure mechanisms to enable the determination of activation energies.

3.2 Symbols and abbreviations

T_A	minimum storage temperature
T_B	maximum storage temperature
T_C	module case temperature
T_S	submount temperature
$T_{S \text{ nom}}$	recommended submount temperature
$T_{op \text{ min}}$	module minimum operating temperature
$T_{op \text{ max}}$	module maximum operating temperature
$T_{stg \text{ min}}$	module minimum storage temperature
$T_{stg \text{ max}}$	module maximum storage temperature
Qc	test for gross leak detection
Qk	test for fine leak detection
p	periodicity (in months)
n	sample size
CA	capability approval
CQC	capability qualifying components
DS	detail specification
LMM	laser module manufacturer
ML	median life
NO	network operator
QA	quality approval
QIP	quality improvement programmes
RGA	residual gas analysis
SO	system operator
SS	system supplier

4 Laser reliability and quality assurance procedure

4.1 Demonstration of product quality

This standard (where required by the specification) gives the minimum mandatory requirements and is part of a total laser reliability and quality assurance procedure adopted by the laser module manufacturer.

It also provides guidance on the activities of system suppliers and system operators and provides feedback on field performance to laser module manufacturers and system suppliers.

The laser module manufacturer shall be capable of demonstrating, by means of qualification approval of devices, technology approval or capability approval of the manufacturing process, the following:

- a) a documented and audited manufacturing process including the qualification of purchased components in accordance with an internationally recognized quality management system;
- b) a performance qualification programme, including for example, accelerated life testing, burn-in and screening of components and modules;
- c) a qualification maintenance programme to ensure continuity of reliability performance;

d) a procedure to provide feedback on reliability issues to development and production.

4.2 Testing responsibilities

4.2.1 General

The testing detailed in Table 1 and Table 2 is to be performed by the laser module manufacturer and component suppliers (where applicable). Additional testing may be specified in the specification.

4.2.2 Recommendation applicable to laser customer/system supplier

The system supplier is recommended to have a programme to analyse and verify the results including failure analysis. This programme includes an independent life test of fully packaged laser modules (see Table 2, test 1 and/or test 2 and 3 and/or test 5 (sample size >10 per test)).

4.2.3 Recommendation applicable to system operator

The system operator is recommended to have a programme to monitor and report field failure rates in sufficient detail to enable the system supplier and laser module manufacturer to initiate any necessary corrective actions at an early stage in the lifetime of a product.

Suppliers may have different approaches (i.e. to reliability concepts) during the development of product maturity, and resource limitations may dictate testing strategies.

Alternative tests and activities to those specified are permitted, provided the LMM/SS/SO can show intent to remove end-product failures and the associated failure mechanisms. However, this will require significant data to substantiate compliance.

4.3 Quality improvement programmes (QIPs)

Quality improvement programmes (QIPs) shall be initiated with component suppliers and customers (SOs, SSs and LMMs) to address non-compliances (including quality and reliability problems identified during subsequent service life of the laser). The correction of non-compliances and subsequent QIPs are a required strategy to minimize reliability risks. The operation of QIPs should be stated in the quality approval (QA) generic and capability approval documents.

5 Tests

5.1 General

The tests described in Table 1 and Table 2 are designed to accelerate the main failure mechanisms known to be reliability hazards in laser modules and shall follow the guidance from IEC TR 62572-2. Where appropriate, the CQC shall demonstrate an ability to reduce end product failure mechanisms. Final product validation is required to demonstrate that CQCs are operating at the boundaries of the process or technology. These tests will reduce the risk of unreliable components entering system use and will enable estimates to be made of the distribution of laser lifetimes and hence the laser failure rates.

The sample size and level of testing may vary depending on the business volume between the laser customer/system supplier (SS) and laser module manufacturer (LMM). This information will be given in the capability approval (CA) document and the specification where appropriate.

It is essential that the lasers evaluated are entirely representative of standard production devices and have passed all the production and/or specified (where applicable in the specification) burn-in and screening procedures.

Table 1 – Initial qualification

These tests will normally be performed by the laser manufacturer as part of an initial qualification programme.

Table 2 – Maintenance of qualification

These tests cover periodic monitoring performed on production devices to ensure that the quality and reliability performance established during initial qualification is maintained or improved.

5.2 Structural similarity

Where a range of laser modules is produced by a laser manufacturer, there may be some significant structural similarity between different type codes. A combination of results from different test programmes, where appropriate, is therefore permitted.

Consideration should be given to the fact that minor differences in technology or processing can have a major impact on reliability, whilst not being apparent during quality assessment.

Evidence shall be presented which demonstrates that all results are directly relevant.

5.3 Burn-in and screening (when applicable in the specification)

NOTE See IEC TR 62572-2.

The screening test should be designed by the laser module manufacturer specifically for his particular technology. Any approach based on similarity to that which is performed by other manufacturers is good for comparison purposes, but can be ineffective in achieving the actual screening goal. This is particularly true for fibre optic components whose technology is not yet mature and varies significantly from supplier to supplier.

Where a manufacturer can demonstrate component and process stability, screening procedures may be revised.

Table 1 – Initial qualification (1 of 3)

Test no.	Test	References	Conditions	n
1	Initial endurance test			
1.1	a) Module with thermoelectric cooler		Φ_e specified, constant power Temperature: $T_c = T_{op\ max}$ $T_s = T_{s\ nom}$ Duration: 5 000 h ^a	25
1.2	b) Module without thermoelectric cooler		Φ_e specified, constant power Temperature: $T_c = T_{op\ max}$ Duration: 5 000 h ^a	25
1.3	Laser diode (submount)		Temperature: at least two test temperatures: Φ_e specified, constant power $T_{s1} = T_{s\ max}$ $T_{s2} \leq (T_{s1} - 20) ^\circ C$ or $T_{s2} \leq (T_{s1} - 10) ^\circ C$ if applicable Duration: > 5 000 h	See footnote See footnote

Table 1 (2 of 3)

Test no.	Test	References	Conditions	n
1.4	Photodiode (in representative package)		Temperature: at least two test temperatures: V_r or I_r specified $T_{s1} = 125\text{ °C min}^b$ $T_{s2} \leq (T_{s1} - 30\text{ °C})$ Duration: > 1 000 h	See footnote ^d See footnote ^d
1.5	High temperature storage of the thermoelectric cooler		$T = T_{\text{stg max}}$ of the cooler Duration: 1 000 h	25
1.6	Power cycle tests cooled devices		Number of cycles: 20 K $T_c = T_{\text{op max}}$ $T_s = T_c$ to $(T_c - \Delta T_{\text{max}})$	25
1.7	High-temperature storage of the thermal sensor		$T = T_{\text{stg max}}$ of the sensor	25
2	Fibre test			
2.1	Fibre proof test		Proof test ^d Duration ^d Min. bend radius ^d	10
2.2	Fibre retention			
2.2.1	Fibre pull		Fibre pull ^d	10
2.2.2	Side pull		Side pull ^d	
3	Change of temperature		See footnotes ^c and ^d	
3.1	Rapid change of temperature	IEC 60749-11	Temperature: $T_A = T_{\text{stg min}}$ $T_B = T_{\text{stg max}}$ Number of cycles = 50	10
3.2	Temperature cycling	IEC 60749-25 IEC 60068-2-14	Temperature: $T_A = T_{\text{stg min}}$ $T_B = T_{\text{stg max}}$ > 1 °C/min Number of cycles = 500	10
4	Sealing	IEC 60749-8	See footnote ^d Test Qk followed by Test Qc See footnotes ^c and ^d and Clause A.6	10
5	Shock and vibration		See Clause A.7	
5.1	Shock	IEC 60749-10	5 000 m/s ² , 0,5 ms with/without thermoelectric cooler, 15 000 m/s ² , 0,5 ms without thermoelectric cooler (where appropriate) 6-directions, 5 times each	10
5.2	Vibration	IEC 60749-12	20 Hz to 2 000 Hz, 200 m/s ² , 3-directions, 30 min each	10

Table 1 (3 of 3)

Test no.	Test	References	Conditions	n
6	High temperature storage (not applicable if module life test performed at equivalent case temperature and submount temperature)	IEC 60749-6	Temperature: $T = T_{\text{stg max}}$ Duration: $> 2\,000\text{ h}$ (See IEC TR 62572-2)	10
7	ESDS, modules a) Lasers b) Photodiodes	IEC 60749-26	Human body model, see Clause A.9 5 discharges/test voltage, charge-discharge cycle $> 0,1\text{ s}$	5 per wafer
8	Residual gas analysis	MIL-STD-883, Method 1018	See footnote ^d See Clause A.10	6
9	Low-temperature storage	IEC 60068-2-1	$T = T_{\text{stg min}}$ Duration: $> 1\,000\text{ h}$	10
^a Provided data about the distribution of wear-out lifetime is accumulated with sufficient accuracy. Provisional approval for product shipment shall be granted at 2 000 h. It is also recommended to continue the test until accurate extrapolation of lifetime is possible with an upper limit of 10 000 h. Durations up to 5 000 h may be needed for accurate lifetime prediction. ^b Or as limited by technology. ^c Results from tests 1.1 and 1.2 shall be supplemented by a laser customer/SS independent test of fully packaged modules in accordance with Table 2, test 2 and/or test 3 (sample size ≥ 10 per test). See also 4.2. ^d Number of samples and conditions shall be determined by a laser customer/SS and LMM.				

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62572-3:2016

Table 2 – Maintenance of qualification (1 of 2)

Test no.	Test	References	Conditions	<i>n</i>	<i>p</i>
1	Ongoing reliability test a) Module (cooled) b) Module (uncooled) c) Laser diode (submount) d) Photodiode		Periodic testing: Test 1.1 Test 1.2 Test 1.3 Test 1.4	See NOTES 10 10 25 ^a 25 ^a	6
2	Temperature cycling	IEC 60749-25 IEC 60068-2-14	Temperature: $T_A = T_{\text{stg min}}$ $T_B = T_{\text{stg max}}$ > 1 °C /min Periodic testing: number of cycles = 100 (see NOTE 1)	10	6
3	Sealing	IEC 60749-8	See NOTE 2 Test Qk followed by Test Qc See NOTES and Clause A.6	10	6
4	Shock and vibration		See NOTES and Clause A.7		
4.1	Shock	IEC 60749-10	5 000 m/s ² , 0,5 ms with/without thermoelectric cooler, 15 000 m/s ² , 0,5 ms without thermoelectric cooler (where appropriate), 6-direction, 5 times each	10	12
4.2	Vibration	IEC 60749-12	20 Hz to 2 000 Hz, 200 m/s ² 3-direction, 30 min each	10	12
5	High temperature storage (not applicable if module life test performed at equivalent case temperature and submount temperature)	IEC 60749-6	Temperature: $T = T_{\text{stg max}}$ Duration: > 2 000 h Periodic testing: see NOTES (See IEC TR 62572-2)	10	12
6	ESDS, modules a) Lasers b) Photodiodes	IEC 60749-26	Periodic testing: see Clause A.9 Human body model 5 discharges/test voltage, Charge-discharge cycle > 0,1 s	5 per wafer	12
7	Residual gas analysis	MIL-STD-883, Method 1018	See NOTE 2 Periodic testing: see NOTES and Clause A.10	See NOTE 2	6

NOTE 1 Results of test 2 are supplemented by a laser customer/system supplier (SS) independent test of fully packaged modules in accordance with Table 2, test 2 and/or test 3 and/or test 5 (sample size ≥ 10 per test). See also 4.2.

NOTE 2 Number of samples and conditions are determined by a laser customer/SS and LMM.

^a Out of different wafers.

6 Activities

6.1 Analysis of reliability results

The laser module customer/system supplier (SS) shall have a programme to analyse and verify a laser manufacturer's reliability claims. In particular

- life test data for the complete laser module,
- life test data for initial components, for example laser diode and photodiode,
- environmental test result, i.e. inspection requirements group B, C of the detail specification;
- where appropriate, the data and test results of appropriate CQCs (see Clause 5).

The analysis of results should lead to reporting of the laser module reliability parameters for each of the laser module types. Minimum reliability parameters are presented in Table 3.

Where data reveals more than one wear-out mechanism, median life and dispersion in each case shall be stated.

The failure criteria used to derive these reliability parameters shall be agreed between the laser customer/system supplier (SS) and laser module manufacturer (LMM). The criteria will be stated in the detail specification (see IEC TR 62572-2).

Table 3 – Performance for laser module reliability parameters

Parameter	Measured value
Median life (ML) at 25 °C or 55 °C ^a	Years
Dispersion(s)	
Wear-out failure rate	
at 5 years (λ) ₅	FITs
at 10 years (λ) ₁₀	FITs
at 20 years (λ) ₂₀	FITs
Wear-out activation energy	eV
Random failure rate	
(λ_a) at 25 °C ^b	FITs
Confidence limits used	%
Random failure activation energy	eV
Guidance on these activities is given in IEC TR 62572-2.	
NOTE This table assumes a log-normal distribution of times to failure. The dispersion parameter is the standard deviation of the logarithm to the base 'e' of the times to failure (see IEC TR 62572-2).	
^a Special attention should be paid to all extrapolation models used, and the justification for activation energies employed in reliability predictions is to be stated.	
^b The reference temperature used for all parameters in this table is 25 °C. An alternative reference temperature (50 °C) may be used provided activation energies are given.	

6.2 Technical visits to LMMs

Laser module designs continue to evolve, and an LMM may introduce significant changes which impinge on reliability. Under the negotiation between customer and manufacturer, technical visits should be performed until there is sufficient evidence of a maturing technology and production stability. These technical meetings/visits shall contain an item on the agenda that concerns quality and reliability. Where an LMM holds a capability approval, the frequency of these technical visits may be reduced provided the manufacturer can demonstrate

- a) that the CQCs fully represent any relevant design, process updates and reliability issues,
- b) satisfactory self-audit of the quality system.

6.3 Design/process changes

The customer/system supplier (SS) shall be informed by the laser module manufacturer (LMM) of any design or process change which may affect the form, fit or function of the end product.

6.4 Deliveries

Laser module designs will continue to evolve and therefore each delivered lot shall be manufactured according to a stated technology and production process.

This should be verified by the supplier and customer before delivery.

6.5 Supplier documentation

The laser customer/system supplier (SS) and component manufacturer or LMM shall incorporate, wherever possible, the tests and activities described in this standard into their in-house component qualification, or where appropriate, capability approval procedures and purchasing specifications. This documentation will be used in reliability/technical presentations, tender submissions and marketing briefs to customers.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62572-3:2016

Annex A (informative)

Guidance on testing in Table 1 and Table 2

A.1 Laser module life tests containing thermoelectric coolers (Table 1, test 1.1)

With laser modules containing thermoelectric coolers (for example Peltier), it is difficult to provide a significant degree of overstress to all key components simultaneously. During “normal operation”, the laser submount temperature is usually controlled at $T_s = 25\text{ °C}$. However, for a life test with a case temperature of $T_c = T_{op\ max}$, a useful stress can be obtained for the laser diode, fibre fixing, photodiode and thermal sensor if the cooler is operated at a relatively high current to maintain a submount temperature of $T_s = T_{s\ nom}$. The conditions in Table A.1 are recommended.

Some additional testing of the cooler is recommended, for example $T_c = T_{op\ max}$ and $T_s = T_s - 10\text{ °C}$.

Table A.1 – Recommended life test conditions for laser modules containing Peltier coolers

Case temperature	$T_{op\ max}$
Laser submount temperature	$T_s = T_{s\ nom}$
Optical power	Fibre output set to P_{max} at start of life test (using monitor circuit)
Laser current	To maintain constant monitor output
Monitor current	Normal bias
Thermal sensor current	Normal bias
Cooler current	To maintain constant thermistor resistance (or sensor conditions)
Duration	> 5 000 h

A.2 Laser module life tests for uncooled modules (Table 1, test 1.2)

For modules without thermoelectric coolers (for example Peltier), life tests can be readily performed over a range of temperatures up to the recommended maximum operating temperature for the module. During initial qualification, service life tests at two or more temperatures, for example $T_c = T_{op\ max}$ and T_c in the range of 40 °C to 50 °C , are recommended. Here, the accuracy of lifetime estimation becomes high in proportion to the number of test levels.

An additional life test at low temperature (duration > 2 000 h at $T_{op\ min}$) may be required for modules containing epoxies or organic materials.

If only a single life test is to be performed, for example during maintenance of qualification testing, the conditions in Table A.2 are recommended.

Table A.2 – Recommended life test conditions for uncooled laser modules

Case temperature	$T_{op\ max}$
Optical power	Fibre output set to P_{max} at start of life test (using monitor circuit)
Laser current	To maintain constant monitor photocurrent
Monitor photocurrent	Normal bias
Duration	> 5 000 h

A.3 Laser diode life tests on submounts (Table 1, test 1.3)

The laser life test shall be performed with the laser operating at constant light output, as it would be in normal operation, unless otherwise agreed with the user. Temperatures in the range $T_s = 50\ ^\circ\text{C}$ to $80\ ^\circ\text{C}$ are often used. The acceleration in the rate of degradation, relative to normal operation, is therefore relatively small. The maximum temperature at which life tests can be performed under lasing operating conditions is usually in the range $T_s = 70\ ^\circ\text{C}$ to $100\ ^\circ\text{C}$. However, constant current/life tests at temperatures up to $T_s = 150\ ^\circ\text{C}$ can be useful in studying the reliability of contact metallizations. Actual failures do not often occur in well screened laser diodes tested at temperatures $T_s < 90\ ^\circ\text{C}$. In order to estimate the laser life, some extrapolation is required to predict when the threshold or operating current will exceed the pre-determined failure criterion. To obtain a reasonable increase in operating current, a life test duration greater than 5 000 h is required.

If a single life test is to be performed, for example during maintenance of qualification testing, the conditions in Table A.3 are recommended.

Table A.3 – Recommended laser diode life test conditions

Temperature	$T_s = 70\ ^\circ\text{C}$
Optical power	Maximum specified
Bias	To maintain constant monitor output
Duration	> 5 000 h

A.4 Monitor photodiode life tests (Table 1, test 1.4)

Photodiode life tests are best performed with the devices under reverse bias if the susceptibility to increased dark current is to be assessed. To obtain failures in a reasonable timescale, temperatures in the range $T_s = 125\ ^\circ\text{C}$ to $200\ ^\circ\text{C}$ are usually required. Devices with organic passivations should be tested at temperatures below the curing temperature of the passivation.

Increased bias voltage can also be used to accelerate failure, but the dependence of lifetime on voltage would then need to be determined before a prediction of operating lifetime could be made.

It is necessary for measurements of photodiode dark currents to include measurement at the normal operating temperature. Measurements made at only the life test temperature may not detect increased surface leakage, because bulk dark currents dominate at high temperatures.

Failed photodiodes with increased dark currents (as a result of the accumulation of mobile charge) will often recover quickly if stored at high temperatures without bias. It is essential, that at the end of the test duration, the reverse bias conditions are maintained until the temperature is below $30\ ^\circ\text{C}$. The post test measurements shall be completed within 3 h. The increase in dark current of photodiodes with exposed junctions (for example unpassivated

mesa devices) is very sensitive to the package atmosphere, and small traces of oxygen or water vapour can result in decreased lifetimes. Life tests should therefore be performed with the photodiodes sealed in representative hermetic packages, and not on open submounts. Tests in flowing (nominally dry) nitrogen can produce variable results. The conditions in Table A.4 are recommended.

Table A.4 – Recommended photodiode life test conditions

Temperature	In the range $T_s = 125\text{ °C}$ to 200 °C
Bias	Specified maximum reverse bias voltage. Bias to be maintained during cool down prior to measurements
Duration	1 000 h
Atmosphere	Photodiode in representative hermetic package

A.5 Temperature cycling and thermal shock (Table 1, test 3 and Table 2, test 2)

It is difficult to quantify the acceleration (with respect to normal operation) obtained from a temperature cycling test. Nevertheless, it has been clearly demonstrated that temperature cycling from $T_c = -40\text{ °C}$ to $+70\text{ °C}$ can reveal potentially serious hazards in laser modules associated with fibre instability, thermal mismatch between piece parts (for example coolers and submounts), and with fibre breaks.

For initial qualification, number of cycles = 500 from $T_{\text{stg min}}$ to $T_{\text{stg max}}$ are required. For periodic testing (3 and/or 6 monthly), the number of cycles = 100. The temperature cycling procedure should follow either:

- IEC 60068-2-14, Test Na: two-chamber method;
- IEC 60068-2-14, Test Nb: single-chamber method, rate of change equal to 1 °C/min , 3 °C/min , or 5 °C/min .

Well designed and constructed modules should be able to withstand such a test with negligible changes in module performance.

A.6 Sealing/hermeticity (Table 1, test 4 and Table 2, test 3)

The post-test assessment for test 4, Table 1 and test 3, Table 2 shall be fine-leak testing, Test Qk, followed by the gross-leak Test Qc. Suitable precautions shall be taken to eliminate absorption of helium by the fibre coating to avoid measurement errors.

A.7 Shock and vibration (Table 1, test 5 and Table 2, test 4)

These tests are designed to simulate conditions involving vibration and shock that a component may be subjected to in service or during transportation. For a module with thermoelectric cooler, the cooler is the limiting device, so the shock test should be limited to $5\,000\text{ m/s}^2$.

A.8 High-temperature storage (Table 1, test 6 and Table 2, test 5)

Temperature storage testing has the advantage of being relatively inexpensive because no bias circuitry is required. Provided the test is performed at or below the maximum storage temperature for the module $T_c \leq T_{\text{stg max}}$, it can be regarded as non-destructive. Storage at high temperatures (for example $T_c = 70\text{ °C}$, duration = 1 000 h) will, although the stress is relatively small, provide useful protection against major problems with fibre alignment

instability and will identify some potential metallization and solder failure mechanisms, for example thermoelectric cooler or thermistor failures.

A.9 Electrostatic discharge sensitivity (ESD) (Table 1, test 7 and Table 2, test 6)

Optoelectronic components are sensitive to damage by electrostatic discharge (ESD) at all stages during manufacture, testing, assembly into equipment and operation. Exposure to ESD can result in sudden failure, parametric shifts, or even latent damage leading to a reduced lifetime during subsequent operation. The sensitivity of the laser and monitor photodiode to ESD damage should be determined so that the appropriate level of precautions can be taken to avoid damage.

The minimum recommended testing for modules is to subject five laser diodes and five monitor photodiodes on a wafer basis, to the “human body model” test described in IEC 60749-26. However, rather than applying a single go-no-go test condition, transients of increasing voltage should be applied to determine the threshold at which failures occur.

Failure should be defined as a parametric change in

- photodiode dark current or in laser threshold current;
- slope efficiency;
- forward voltage;
- reverse leakage current or light output spectrum.

The criteria are given in IEC TR 62572-2.

A.10 Residual gas analysis (RGA) (Table 1, test 8 and, Table 2, test 7)

Certain laser module reliability hazards associated with high package water content are unlikely to be detected with the testing described in Table 1 and Table 2. Hermeticity testing and residual gas analysis of transmitter modules is necessary to demonstrate that the module package contains a dry, inert atmosphere throughout its operating life. High-temperature life testing alone is not likely to detect reliability hazards associated with high package water content. See also Clause A.2, Table 1, Test 8 and Table 2, test 7.

Caution: the pre-bake temperature for RGA in MIL-STD-883, method 1018 is 100 °C. This may be greater than the storage temperature $T_{\text{stg max}}$ of most optoelectronic components. A lower pre-bake temperature of $T_c = T_{\text{stg max}}$ for a longer period is therefore recommended until the background level of RGA remains constant. This level can then be eliminated from the results.

Bibliography

IEC 60747-1, *Semiconductor devices – Part 1: General*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62572-3:2016

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62572-3:2016

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
INTRODUCTION.....	26
1 Domaine d'application	27
2 Références normatives	27
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	28
3.1 Termes et définitions	28
3.2 Symboles et abréviations	29
4 Fiabilité du laser et procédure d'assurance de la qualité.....	29
4.1 Démonstration de la qualité du produit.....	29
4.2 Responsabilité des essais.....	30
4.2.1 Généralités	30
4.2.2 Recommandation applicable au client du laser/fournisseur du système	30
4.2.3 Recommandation applicable à l'opérateur du système.....	30
4.3 Programmes d'amélioration de la qualité (QIP)	30
5 Essais	31
5.1 Généralités	31
5.2 Modèles associables.....	31
5.3 Vieillesse artificielle et déverminage (s'ils sont applicables dans la spécification)	31
6 Activités	36
6.1 Analyse des résultats de fiabilité.....	36
6.2 Visites techniques aux LMM.....	36
6.3 Modifications au niveau de la conception/du processus	37
6.4 Livraisons	37
6.5 Documentation fournisseur.....	37
Annexe A (informative) Guide pour les essais dans le Tableau 1 et le Tableau 2	38
A.1 Essais de durée de vie des modules laser comprenant des refroidisseurs thermoélectriques (Tableau 1, essai 1.1)	38
A.2 Essais de durée de vie de modules laser non refroidis (Tableau 1, essai 1.2)	38
A.3 Essais de durée de vie de diodes laser sur supports (Tableau 1, essai 1.3)	39
A.4 Essais de durée de vie sur photodiode de contrôle (Tableau 1, essai 1.4)	39
A.5 Cycles de température et choc thermique (Tableau 1, essai 3 et Tableau 2, essai 2).....	40
A.6 Étanchéité/herméticité (Tableau 1, essai 4 et Tableau 2, essai 3)	40
A.7 Chocs et vibrations (Tableau 1, essai 5 et Tableau 2, essai 4).....	41
A.8 Stockage à température élevée (Tableau 1, essai 6 et Tableau 2, essai 5)	41
A.9 Sensibilité aux décharges électrostatiques (DES) (Tableau 1, essai 7 et Tableau 2, essai 6)	41
A.10 Analyse des gaz résiduels (Tableau 1, essai 8 et Tableau 2, essai 7)	41
Bibliographie.....	43
Tableau 1 – Qualification initiale	32
Tableau 2 – Maintien de qualification	35
Tableau 3 – Performances des paramètres de fiabilité des modules laser.....	36
Table A.1 – Conditions d'essai de durée de vie recommandées pour les modules laser équipés de refroidisseurs Peltier	38

Tableau A.2 – Conditions d'essai de durée de vie recommandées pour les modules laser non refroidis	39
Table A.3 – Conditions recommandées pour l'essai de durée de vie sur diode laser	39
Table A.4 – Conditions recommandées d'essai de durée de vie de photodiodes	40

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62572-3:2016

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS EN FIBRES OPTIQUES – NORMES DE FIABILITE –

Partie 3: Modules laser utilisés pour les télécommunications

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 d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments de la présente publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

La Norme internationale IEC 62572-3 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 troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2014. Cette troisième édition constitue une révision technique, dans laquelle des erreurs dans le Tableau 1 et dans le Tableau 2 ont été corrigées.

La présente version bilingue (2017-08) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2016-02.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86C/1302/CDV et 86C/1345/RVC.

Le rapport de vote 86C/1345/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62572, publiées sous le titre général *Composants et dispositifs actifs en fibres optiques – Normes de fiabilité*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 l'IEC 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62572-3:2016

INTRODUCTION

Les modules laser couverts par la présente Norme internationale sont achetés par des fournisseurs de systèmes (SS¹) pour être insérés dans des matériels qui sont ensuite fournis/vendus à un opérateur de systèmes (SO²) ou à un exploitant de réseau (voir les définitions à l'Article 3).

Pour que l'opérateur du système se comporte en acheteur averti, il convient qu'il connaisse les risques potentiels posés par l'utilisation de composants critiques.

Les techniques relatives aux composants optoélectroniques sont en constante évolution. Par conséquent, au cours des phases de développement des produits, de nombreux mécanismes de défaillance ont été identifiés dans les modules laser. Ces mécanismes de défaillance, s'ils ne sont pas détectés, pourraient occasionner des durées de vie du laser très courtes au niveau de l'utilisation du système.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62572-3:2016

¹ SS = *system supplier*.

² SO = *system operator*.

COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS EN FIBRES OPTIQUES – NORMES DE FIABILITE –

Partie 3: Modules laser utilisés pour les télécommunications

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62572 traite de l'évaluation de la fiabilité des modules laser utilisés pour les télécommunications.

La présente norme a pour objet:

- d'établir une méthode normalisée permettant d'évaluer la fiabilité des modules laser afin de réduire le plus possible les risques et de favoriser le développement et la fiabilité des produits;
- d'établir des moyens permettant de déterminer la répartition des défaillances au fil du temps. Il convient que ceci permette de déterminer les taux de défaillance d'un matériel pour les critères de fin de vie spécifiés.

En outre, un guide est fourni dans l'IEC TR 62572-2.

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 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

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

IEC 60749-6, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 6: Stockage à haute température*

IEC 60749-8, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 8: Étanchéité*

IEC 60749-10, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 10: Chocs mécaniques*

IEC 60749-11, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 11: Variations rapides de température – Méthode des deux bains*

IEC 60749-12, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 12: Vibrations, fréquences variables*

IEC 60749-25, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 25: Cycles de température*

IEC 60749-26, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 26: Essai de sensibilité aux décharges électrostatiques (DES) – Modèle du corps humain (HBM)*

IEC TR 62572-2, *Fibre optic active components and devices – Reliability standards – Part 2: Laser module degradation* (disponible en anglais seulement)

MIL-STD-883, *Test method standard – Microcircuits* (disponible en anglais seulement)

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1.1

module laser

composant intégré constitué d'une diode laser avec/sans photodiode

Note 1 à l'article: Le module peut inclure aussi un refroidisseur et un capteur de température permettant de contrôler et de surveiller la température du laser. La sortie optique se fait normalement par une fibre amorce.

3.1.2

support

substrat sur lequel peut être montée une diode laser ou une photodiode en vue d'être assemblée dans un module laser

Note 1 à l'article: Les composants sur ces supports sont également soumis à un essai de qualification.

3.1.3

fabricant de modules laser

LMM

fabricant de modules laser fournissant des dispositifs répondant aux exigences de la spécification particulière (DS) applicable et aux exigences de fiabilité du client

Note 1 à l'article: L'abréviation «LMM» est dérivée du terme anglais développé correspondant «laser module manufacturer».

3.1.4

exploitant de réseau

NO

organisme qui exploite un réseau de télécommunication

Note 1 à l'article: L'abréviation «NO» est dérivée du terme anglais développé correspondant «network operator».

3.1.5

fournisseur de système

SS

fabricant de matériel de télécommunications/transmission de données comprenant des lasers à semiconducteurs optoélectroniques

Note 1 à l'article: Le fournisseur de système peut être un client de module laser.

Note 2 à l'article: L'abréviation «SS» est dérivée du terme anglais développé correspondant «system supplier».

3.1.6

opérateur de système

SO

exploitant de réseau utilisant du matériel de télécommunications/transmission de données comprenant des lasers à semiconducteurs optoélectroniques au niveau des voies de transmission

Note 1 à l'article: Le système peut également s'intégrer dans d'autres systèmes plus étendus, par exemple les télécommunications, les transports ferroviaires, les véhicules routiers, l'aérospatiale ou l'armement.

Note 2 à l'article: L'abréviation «SO» est dérivée du terme anglais développé correspondant «system operator».

3.1.7

composants pour agrément savoir-faire

CQC

composants sélectionnés pour supporter les étapes critiques du processus et les caractéristiques restrictives propres à une conception mécanique et électro-optique

Note 1 à l'article: Il convient que ces composants servent à identifier les mécanismes de défaillance du produit final permettant de déterminer les énergies d'activation.

Note 2 à l'article: L'abréviation «CQC» est dérivée du terme anglais développé correspondant «capability qualifying components».

3.2 Symboles et abréviations

T_A	température minimale de stockage
T_B	température maximale de stockage
T_C	température du boîtier du module
T_S	température du support
$T_{S \text{ nom}}$	température recommandée du support
$T_{op \text{ min}}$	température minimale du module en fonctionnement
$T_{op \text{ max}}$	température maximale du module en fonctionnement
$T_{stg \text{ min}}$	température minimale de stockage du module
$T_{stg \text{ max}}$	température maximale de stockage du module
Qc	essai de détection de fuite importante
Qk	essai de détection de fuite fine
p	périodicité (en mois)
n	nombre d'échantillons
CA	capability approval (agrément de savoir-faire)
CQC	capability qualifying components (composants pour agrément savoir-faire)
DS	detail specification (spécification particulière)
LMM	laser module manufacturer (fabricant de modules laser)
ML	median life (mi-vie)
NO	network operator (exploitant de réseau)
QA	quality approval (agrément de la qualité)
QIP	quality improvement programmes (programmes d'amélioration de la qualité)
RGA	residual gas analysis (analyse des gaz résiduels)
SO	system operator (opérateur de système)
SS	system supplier (fournisseur de système)

4 Fiabilité du laser et procédure d'assurance de la qualité

4.1 Démonstration de la qualité du produit

La présente norme (si la spécification l'exige) donne les exigences obligatoires minimales et s'intègre dans une procédure de fiabilité totale du laser et d'assurance de la qualité adoptée par le fabricant du module laser.

Elle fournit également un guide concernant les activités des fournisseurs de systèmes et des opérateurs de systèmes, et donne un retour d'expérience concernant les performances sur le terrain aux fabricants de modules laser et aux fournisseurs de systèmes.

Moyennant une homologation de dispositifs, un agrément de technologie ou un agrément de savoir-faire du processus de fabrication, le fabricant de modules laser doit être capable de présenter:

- a) un processus de fabrication documenté et audité comprenant la qualification de composants achetés conformément à un système de gestion de la qualité reconnu au niveau international;
- b) un programme de qualification de performances comprenant, par exemple, les essais accélérés de durée de vie, le vieillissement artificiel et le déverminage de composants et de modules;
- c) un programme de maintien de la qualification permettant d'assurer la continuité des performances de fiabilité;
- d) une procédure permettant de fournir un retour sur les problèmes de fiabilité au niveau du développement et de la production.

4.2 Responsabilité des essais

4.2.1 Généralités

Les essais détaillés dans le Tableau 1 et dans le Tableau 2 doivent être réalisés par le fabricant de modules laser et par les fournisseurs de composants (le cas échéant). Des essais supplémentaires peuvent être indiqués dans la spécification.

4.2.2 Recommandation applicable au client du laser/fournisseur du système

Il est recommandé que le fournisseur du système ait un programme permettant l'analyse et la vérification des résultats d'essais, y compris l'analyse des défaillances. Ce programme comprend un essai de durée de vie indépendant réalisé sur des modules laser prêts à être utilisés (voir Tableau 2, essai 1 et/ou essais 2 et 3 et/ou essai 5 (nombre d'échantillons > 10 par essai)).

4.2.3 Recommandation applicable à l'opérateur du système

Il est recommandé que l'opérateur du système ait un programme permettant de contrôler et de signaler les taux de défaillance sur le terrain avec suffisamment de détails pour permettre au fournisseur du système ainsi qu'au fabricant de modules laser de lancer toute action corrective nécessaire à un stade précoce de la durée de vie d'un produit.

Les fournisseurs peuvent avoir des approches différentes (au niveau des concepts de fiabilité) au cours du développement de la maturité du produit, et des limitations de ressources peuvent dicter les stratégies d'essai.

Il est admis de pratiquer des essais et des activités différents de ceux spécifiés, à condition que les LMM/SS/SO puissent démontrer leur intention de supprimer les défaillances du produit final et les mécanismes de défaillance associés. Cependant, des données significatives sont exigées pour justifier la conformité.

4.3 Programmes d'amélioration de la qualité (QIP)

Des programmes d'amélioration de la qualité (QIP) doivent être mis en place par les fournisseurs et les clients des composants (SO, SS et LMM) afin de traiter les non-conformités (y compris les problèmes de qualité et de fiabilité identifiés lors de la durée de vie en service ultérieure du laser). La correction des non-conformités et les QIP résultants constituent une stratégie exigée pour réduire le plus possible les risques concernant la

fiabilité. Il convient d'indiquer le déroulement des QIP dans les documents génériques d'agrément de la qualité (QA) et les documents d'agrément de savoir-faire.

5 Essais

5.1 Généralités

Les essais décrits dans le Tableau 1 et dans le Tableau 2 sont conçus pour accélérer les principaux mécanismes de défaillance connus pour représenter des risques au niveau de la fiabilité des modules laser et doivent suivre les directives de l'IEC TR 62572-2. Le cas échéant, le CQC doit démontrer une aptitude à réduire les mécanismes de défaillance du produit final. La validation du produit final est exigée pour prouver que les CQC fonctionnent dans les limites du processus ou de la technologie. Ces essais réduisent le risque que représentent des composants non fiables installés dans le système et permettent d'estimer la répartition des durées de vie du laser et par conséquent les taux de défaillance du laser.

Le nombre d'échantillons et le niveau d'essai peuvent varier en fonction du volume d'échanges entre le client du laser/fournisseur du système (SS) et le fabricant du module laser (LMM). Ces informations sont indiquées dans le document d'agrément de savoir-faire (CA) et la spécification, selon le cas.

Il est primordial que les lasers évalués soient entièrement représentatifs des dispositifs de production normalisés, et qu'ils aient subi toutes les procédures de production et/ou de vieillissement artificiel et de déverminage spécifiées (si elles sont applicables dans la spécification).

Tableau 1 – Qualification initiale

Ces essais sont normalement réalisés par le fabricant du laser comme partie intégrante d'un programme de qualification initial.

Tableau 2 – Maintien de la qualification

Ces essais couvrent la surveillance périodique réalisée sur les dispositifs de production, afin d'assurer le maintien ou l'amélioration de la qualité et des performances de fiabilité établies au cours de la qualification initiale.

5.2 Modèles associables

Quand une gamme de modules laser est produite par un fabricant de lasers, différents codes de types peuvent être considérés comme étant associables. Une combinaison de résultats de différents programmes d'essai, le cas échéant, est par conséquent admise.

Il convient de prendre en compte le fait que des différences mineures au niveau des techniques ou du traitement peuvent avoir un impact majeur sur la fiabilité, alors que ce fait n'est pas apparent au cours de l'évaluation de la qualité.

Des preuves doivent être présentées, démontrant que tous les résultats sont directement applicables.

5.3 Vieillessement artificiel et déverminage (s'ils sont applicables dans la spécification)

NOTE Voir l'IEC TR 62572-2.

Il convient que l'essai de déverminage soit conçu par le fabricant de modules laser spécifiquement pour sa technologie particulière. Toute approche fondée sur une similarité avec les réalisations d'autres fabricants permet d'établir des comparaisons, mais elle peut être inefficace pour atteindre l'objectif de déverminage réel. C'est le cas particulièrement pour

les composants pour fibres optiques dont les technologies ne sont pas encore stabilisées et varient de façon significative d'un fournisseur à l'autre.

Quand un fabricant peut démontrer une stabilité des composants et des processus, les procédures de déverminage peuvent être révisées.

Tableau 1 – Qualification initiale (1 de 3)

Essai n°	Essai	Références	Conditions	n
1	Essai d'endurance initial			
1.1	a) Module avec refroidisseur thermoélectrique		Φ_e spécifié, puissance constante Température: $T_c = T_{op\ max}$ $T_s = T_{s\ nom}$ Durée: 5 000 h ^a	25
1.2	b) Module sans refroidisseur thermoélectrique		Φ_e spécifié, puissance constante Température: $T_c = T_{op\ max}$ Durée: 5 000 h ^a	25
1.3	Diode laser (support)		Température: au moins deux températures d'essai: Φ_e spécifié, puissance constante $T_{s1} = T_{s\ max}$ $T_{s2} \leq (T_{s1} - 20) ^\circ C$ ou $T_{s2} \leq (T_{s1} - 10) ^\circ C$ le cas échéant Durée: > 5 000 h	Voir ^d Voir ^d

Tableau 1 (2 de 3)

Essai n°	Essai	Références	Conditions	n
1.4	Photodiode (dans un boîtier représentatif)		Température: au moins deux températures d'essai: V_r ou I_r spécifié $T_{s1} = 125\text{ °C min}^b$ $T_{s2} \leq (T_{s1} - 30\text{ °C})$ Durée: > 1 000 h	Voir ^d Voir ^d
1.5	Température élevée, stockage du refroidisseur thermoélectrique		$T = T_{\text{stg max}}$ du refroidisseur Durée: 1 000 h	25
1.6	Essais de cycles de puissance, dispositifs refroidis		Nombre de cycles: 20 K $T_c = T_{\text{op max}}$ $T_s = T_c$ à $(T_c - \Delta T_{\text{max}})$	25
1.7	Température élevée, stockage du capteur thermique		$T = T_{\text{stg max}}$ du capteur	25
2	Essai de la fibre			
2.1	Essai de résistance de la fibre		Essai de résistance ^d Durée ^d Rayon de courbure min. ^d	10
2.2	Retenue de la fibre			
2.2.1	Traction de la fibre		Traction de la fibre ^d	10
2.2.2	Traction latérale		Traction latérale ^d	
3	Variations de température		Voir ^c et ^d	
3.1	Variations rapides de température	IEC 60749-11	Température: $T_A = T_{\text{stg min}}$ $T_B = T_{\text{stg max}}$ Nombre de cycles = 50	10
3.2	Cycles de température	IEC 60749-25 IEC 60068-2-14	Température: $T_A = T_{\text{stg min}}$ $T_B = T_{\text{stg max}}$ > 1 °C/min Nombre de cycles = 500	10
4	Étanchéité	IEC 60749-8	Voir ^d Essai Qk suivi de l'essai Qc Voir ^c et ^d et l'Article A.6	10
5	Chocs et vibrations		Voir l'Article A.7	
5.1	Chocs	IEC 60749-10	5 000 m/s ² , 0,5 ms avec/sans refroidisseur thermoélectrique, 15 000 m/s ² , 0,5 ms sans refroidisseur thermoélectrique (selon le cas) 6 directions, 5 fois chacune	10
5.2	Vibrations	IEC 60749-12	20 Hz à 2 000 Hz, 200 m/s ² , 3 directions, 30 min chacune	10

Tableau 1 (3 de 3)

Essai n°	Essai	Références	Conditions	n
6	Stockage à haute température (non applicable si essai de durée de vie du module réalisé à température de boîtier et température de support équivalentes)	IEC 60749-6	Température: $T = T_{\text{stg max}}$ Durée: > 2 000 h (Voir l'IEC TR 62572-2)	10
7	DES, modules a) Lasers b) Photodiodes	IEC 60749-26	Modèle du corps humain, voir l'Article A.9 5 décharges/tension d'essai, cycle de charge-décharge > 0,1 s	5 par plaquette
8	Analyse des gaz résiduels	MIL-STD-883, Méthode 1018	Voir ^d Voir l'Article A.10	6
9	Stockage à basse température	IEC 60068-2-1	$T = T_{\text{stg min}}$ Durée: > 1 000 h	10

^a A condition que les données relatives à la répartition de la durée de vie nominale soient réunies avec une précision suffisante. Un agrément provisoire pour l'expédition du produit doit être accordé après 2 000 h. Il est aussi recommandé de poursuivre l'essai jusqu'à ce qu'une extrapolation précise de la durée de vie soit possible avec une limite supérieure de 10 000 h. Des durées atteignant 5 000 h peuvent être nécessaires pour prévoir avec précision la durée de vie.

^b Ou selon les limites techniques.

^c Les résultats des essais 1.1 et 1.2 doivent être complétés par un essai réalisé indépendamment par le client du laser/fournisseur du système (SS) sur les modules prêts à l'utilisation, conformément au Tableau 2, essai 2 et/ou essai 3 (nombre d'échantillons ≥ 10 par essai). Voir également 4.2.

^d Le nombre d'échantillons et les conditions doivent être déterminés par le client du laser/fournisseur du système (SS) et le fabricant du module laser (LMM).

Tableau 2 – Maintien de qualification

Essai n°	Essai	Références	Conditions	N	p
1	Essai de fiabilité continue a) Module (refroidi) b) Module (non refroidi) c) Diode laser (support) d) Photodiode		Essai périodique: Essai 1.1 Essai 1.2 Essai 1.3 Essai 1.4	Voir NOTES 10 10 25 ^a 25 ^a	6
2	Cycles de température	IEC 60749-25 IEC 60068-2-14	Température: $T_A = T_{\text{stg min}}$ $T_B = T_{\text{stg max}}$ > 1 °C /min Essai périodique: nombre de cycles = 100 (voir NOTE 1)	10	6
3	Etanchéité	IEC 60749-8	Voir NOTE 2 Essai Qk suivi de l'essai Qc Voir NOTES et l'Article A.6	10	6
4	Chocs et vibrations		Voir NOTES et l'Article A.7		
4.1	Chocs	IEC 60749-10	5 000 m/s ² , 0,5 ms avec/sans refroidisseur thermoélectrique, 15 000 m/s ² , 0,5 ms sans refroidisseur thermoélectrique (selon le cas) 6 directions, 5 fois chacune	10	12
4.2	Vibrations	IEC 60749-12	20 Hz à 2 000 Hz, 200 m/s ² 3 directions, 30 min chacune	10	12
5	Stockage à haute température (non applicable si essai de durée de vie du module réalisé à température de boîtier et température de support équivalentes)	IEC 60749-6	Température: $T = T_{\text{stg max}}$ Durée: > 2 000 h Essai périodique: voir NOTES (Voir l'IEC TR 62572-2)	10	12
6	DES, modules a) Lasers b) Photodiodes	IEC 60749-26	Essai périodique: voir l'Article A.9 Modèle du corps humain 5 décharges/tension d'essai Cycle de charge-décharge > 0,1 s	5 par plaquette	12
7	Analyse des gaz résiduels	MIL-STD-883, Méthode 1018	Voir NOTE 2 Essai périodique: voir NOTES et l'Article A.10	Voir NOTE 2	6
NOTE 1 Les résultats de l'essai 2 sont complétés par un essai réalisé indépendamment par le client du laser/fournisseur du système (SS) sur les modules prêts à l'utilisation, conformément au Tableau 2, essai 2 et/ou essai 3 et/ou essai 5 (nombre d'échantillons ≥ 10 par essai). Voir également 4.2. NOTE 2 Le nombre d'échantillons et les conditions sont déterminés par le client du laser/fournisseur du système (SS) et le fabricant du module laser (LMM).					
^a Parmi différentes plaquettes.					

6 Activités

6.1 Analyse des résultats de fiabilité

Le client du module laser/fournisseur du système (SS) doit avoir un programme pour analyser et vérifier les déclarations de fiabilité d'un fabricant de modules laser. En particulier

- les données relatives à l'essai de durée de vie pour le module laser complet,
- les données relatives à l'essai de durée de vie concernant les composants initiaux, par exemple les diodes laser et les photodiodes,
- le résultat des essais d'environnement, c'est-à-dire exigences d'inspection, groupe B, C de la spécification particulière,
- le cas échéant, les données et les résultats d'essai des CQC applicables (voir l'Article 5).

Il convient que l'analyse des résultats donne lieu à une indication des paramètres de fiabilité des modules laser pour chaque type de module laser. Les paramètres minimaux de fiabilité sont présentés dans le Tableau 3.

Lorsque les données révèlent plus d'un mécanisme d'usure, la mi-vie et sa dispersion doivent être indiquées pour chaque cas.

Les critères de défaillance utilisés pour déduire ces paramètres de fiabilité doivent faire l'objet d'un accord entre le client du laser/fournisseur du système (SS) et le fabricant du module laser (LMM). Les critères sont indiqués dans la spécification particulière (voir l'IEC TR 62572-2).

Tableau 3 – Performances des paramètres de fiabilité des modules laser

Paramètre	Valeur mesurée
mi-vie (ML) à 25 °C ou 55 °C ^a	Années
Dispersion(s)	
Taux de défaillance par usure	
à 5 ans (λ)5	défaillances dans le temps
à 10 ans (λ)10	défaillances dans le temps
à 20 ans (λ)20	défaillances dans le temps
Energie d'activation d'usure	eV
Taux de défaillance aléatoire	
(λ_a) à 25 °C ^b	défaillances dans le temps
Limites de fiabilité utilisées	%
Energie d'activation de défaillance aléatoire	eV
Un guide sur ces activités est fourni dans l'IEC TR 62572-2.	
NOTE Ce tableau prend pour hypothèse une répartition log-normale des durées de fonctionnement avant défaillance. Le paramètre de dispersion représente l'écart-type du logarithme en base 'e' des durées de fonctionnement avant défaillance (voir l'IEC TR 62572-2).	
^a Il convient de prêter une attention particulière à tous les modèles d'extrapolation utilisés, et la justification relative aux énergies d'activation employées dans les prédictions de fiabilité doit être mentionnée.	
^b La température de référence utilisée pour tous les paramètres de ce tableau est de 25 °C. Une température de référence différente (50 °C) peut être utilisée, à condition que les énergies d'activation soient indiquées.	

6.2 Visites techniques aux LMM

Les conceptions de modules laser sont en constante évolution et un LMM peut introduire des modifications significatives réduisant la fiabilité. Après négociation entre le client et le