

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic active components and devices – Performance standards –  
Part 3: Modulator-integrated laser diode transmitters for 2,5-Gbit/s to 40-Gbit/s  
fibre optic transmission systems**

**Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Normes de performances –  
Partie 3: Émetteurs à diodes laser à modulateur intégré pour des systèmes de  
transmission à fibres optiques de 2,5 Gbit/s à 40 Gbit/s**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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](http://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](http://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](http://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](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

More than 55 000 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](http://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](mailto: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](http://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](http://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](http://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](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

Plus de 55 000 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](http://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](mailto:csc@iec.ch).



IEC 62149-3

Edition 2.0 2014-05

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic active components and devices – Performance standards –  
Part 3: Modulator-integrated laser diode transmitters for 2,5-Gbit/s to 40-Gbit/s  
fibre optic transmission systems**

**Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Normes de performances –  
Partie 3: Émetteurs à diodes laser à modulateur intégré pour des systèmes de  
transmission à fibres optiques de 2,5 Gbit/s à 40 Gbit/s**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

N

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-8322-1585-2

**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 and symbols .....                            | 7  |
| 3.1 Terms and definitions.....                                    | 7  |
| 3.2 Symbols.....                                                  | 7  |
| 4 Product parameters .....                                        | 7  |
| 4.1 Absolute limiting ratings .....                               | 7  |
| 4.2 Operating environment.....                                    | 8  |
| 4.3 Functional specification .....                                | 8  |
| 4.4 Diagrams .....                                                | 10 |
| 5 Testing .....                                                   | 10 |
| 5.1 General.....                                                  | 10 |
| 5.2 Characterization testing .....                                | 10 |
| 5.3 Performance testing.....                                      | 11 |
| 6 Environmental specifications .....                              | 13 |
| 6.1 General safety .....                                          | 13 |
| 6.2 Laser safety.....                                             | 13 |
| Bibliography.....                                                 | 14 |
| Figure 1 – Schematic diagram .....                                | 10 |
| Table 1 – Absolute limiting ratings .....                         | 8  |
| Table 2 – Operating environment.....                              | 8  |
| Table 3 – Operating conditions for functional specification ..... | 8  |
| Table 4 – Functional specification .....                          | 9  |
| Table 5 – Characterization tests .....                            | 11 |
| Table 6 – Performance test plan .....                             | 12 |
| Table 7 – Recommended performance test failure criteria.....      | 13 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC ACTIVE COMPONENTS AND DEVICES –  
PERFORMANCE STANDARDS –****Part 3: Modulator-integrated laser diode transmitters  
for 2,5-Gbit/s to 40-Gbit/s fibre optic transmission systems**

## 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 62149-3 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2004 and constitutes a technical revision.

The significant technical change with respect to the previous edition is as follows:

The performance standards covered by this standard are now extended to a 40 Gb/s-class system from their original 2,5 Gb/s.

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

| CDV          | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 86C/1157/CDV | 86C/1230/RVC     |

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

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

A list of all parts of the IEC 62149 series, published under the general title *Fibre optic active components and devices – Performance 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 web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

## INTRODUCTION

Fibre optic transmitters are used to convert electrical signals into optical signals. This part of IEC 62149 covers the performance standard for optical modulators monolithically integrated with laser diodes for 2,5 Gbit/s to 40 Gbit/s multi-channel optical telecommunication systems.

## FIBRE OPTIC ACTIVE COMPONENTS AND DEVICES – PERFORMANCE STANDARDS –

### Part 3: Modulator-integrated laser diode transmitters for 2,5-Gbit/s to 40-Gbit/s fibre optic transmission systems

#### 1 Scope

This part of IEC 62149 covers the performance specification for optical modulators monolithically integrated with laser diodes for 2,5 Gbit/s to 40 Gbit/s multi-channel fibre optic transmission systems. This performance standard contains a definition of the product performance requirements together with a series of sets of tests and measurements with clearly defined conditions, severities and pass/fail criteria. The tests are intended to be run as an initial design verification to prove any product's ability to satisfy the performance standard's requirements. This standard is only applicable for on-off keying format.

A product that has been shown to meet all the requirements of a performance standard can be declared as complying with the performance standard, but should then be controlled by a quality assurance program.

#### 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: Tests – Tests A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

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

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

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

IEC 60749-7, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 7: Internal moisture content measurement and the analysis of other residual gases*

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

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 62007-1, *Semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications – Part 1: Specification template for essential ratings and characteristics*

ITU-T Recommendation G.694.1: *Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid*

MIL-STD-883, *U.S. Department of Defense – Test method standard – Microcircuits*

### 3 Terms, definitions and symbols

#### 3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, terminology concerning physical concepts, types of devices, general terms and definitions related to ratings and characteristics contained in IEC 62007-1 apply.

#### 3.2 Symbols

|            |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| $X$        | modulation speed in Gbit/s        |
| $PD$       | photodiode                        |
| $T_{LD}$   | laser sub-mount temperature       |
| $T_s$      | shortening of symbol $T_{sub}$    |
| $V_{fm}$   | forward modulation voltage        |
| $V_{rm}$   | reverse modulation voltage        |
| $V_{rmc}$  | reverse modulation centre voltage |
| $V_{rmpp}$ | peak-to-peak modulation voltage   |
| $T_{sub}$  | submount temperature              |

### 4 Product parameters

#### 4.1 Absolute limiting ratings

Absolute limiting (maximum and/or minimum) ratings given in Table 1 imply that no catastrophic damage will occur if the product is subject to these ratings for short periods, provided each limiting parameter is in isolation and all other parameters have values within the normal performance parameters. It should not be assumed that limiting values of more than one parameter can be applied at any one time.

**Table 1 – Absolute limiting ratings**

| Parameter                                                     | Symbol             | Minimum | Maximum | Unit |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|---------|---------|------|
| Operating case temperature<br>(at the bottom of the case)     | $T_{\text{case}}$  | 0       | +70     | °C   |
| Storage temperature                                           | $T_{\text{stg}}$   | –40     | +85     | °C   |
| Soldering temperature<br>(minimum distance to case specified) | $T_{\text{sid}}$   |         | 260/10  | °C/s |
| <b>Laser diode</b>                                            |                    |         |         |      |
| Reverse voltage                                               | $V_{\text{R(LD)}}$ |         | 2       | V    |
| Continuous forward current                                    | $I_{\text{F(LD)}}$ |         | 200     | mA   |
| Continuous radiant power                                      | $\phi_{\text{e}}$  |         | 10      | mW   |
| <b>Photodiode</b>                                             |                    |         |         |      |
| Reverse voltage                                               | $V_{\text{R(PD)}}$ |         | 10      | V    |
| Forward current                                               | $I_{\text{F(PD)}}$ |         | 1       | mA   |
| <b>Modulator</b>                                              |                    |         |         |      |
| Reverse modulation voltage                                    | $V_{\text{Rm}}$    |         | 5       | V    |
| Forward modulation voltage                                    | $V_{\text{Fm}}$    |         | 1       | V    |
| <b>Thermal electric cooler</b>                                |                    |         |         |      |
| Cooler current under cooling and heating                      | $I_{\text{p}}$     |         | 1,5     | A    |
| Cooler voltage under cooling and heating                      | $V_{\text{p}}$     |         | 2,5     | V    |

## 4.2 Operating environment

The operating environment is indicated in Table 2.

**Table 2 – Operating environment**

| Parameter                  | Symbol            | Value   |         | Unit |
|----------------------------|-------------------|---------|---------|------|
|                            |                   | Minimum | Maximum |      |
| Operating case temperature | $T_{\text{case}}$ | 0       | 70      | °C   |

## 4.3 Functional specification

Functional specification shall be within the limit specified in Table 4 at the operating conditions specified in Table 3.

**Table 3 – Operating conditions for functional specification**

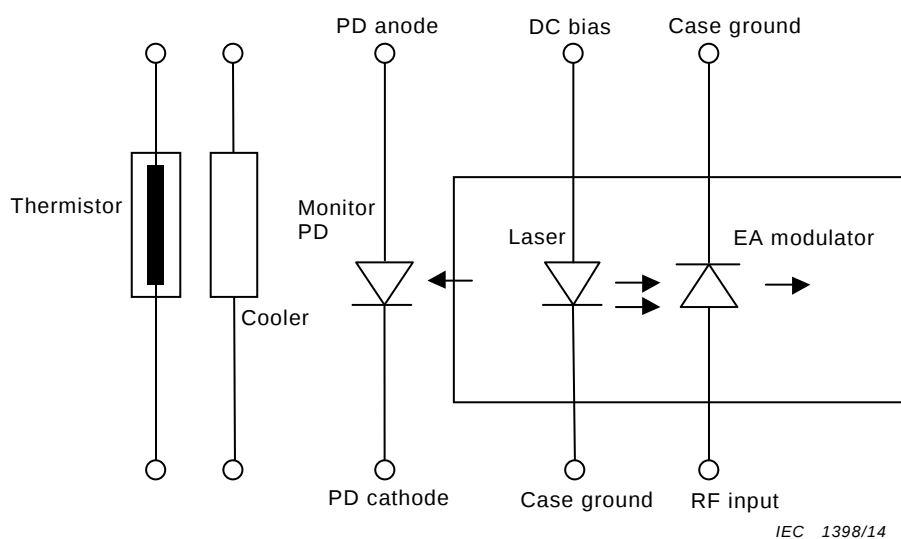
| Parameter                                                                                                                 | Symbol            | Value   |         | Unit |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|---------|------|
|                                                                                                                           |                   | Minimum | Maximum |      |
| Laser operating current                                                                                                   | $I_{\text{op}}$   | 50      | 200     | mA   |
| Laser operating temperature                                                                                               | $T_{\text{op}}$   | 15      | 35      | °C   |
| Reverse modulation centre voltage                                                                                         | $V_{\text{rmc}}$  | 0,5     | 1,5     | V    |
| Peak to peak modulation voltage                                                                                           | $V_{\text{rmpp}}$ | 2       | 3       | V    |
| NOTE Operating conditions are adjusted to match ITU-T Recommendation G.694.1 wavelength within the above specified limit. |                   |         |         |      |

**Table 4 – Functional specification**

| Characteristics and conditions at $T_{LD} = T_{op}$ , $I_{F(LD)} = I_{op}$<br>Reverse modulation voltage ( $V_{rm}$ ) = 0 V, unless<br>otherwise stated                |                        | Symbol      | Value   |         | Unit       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|---------|---------|------------|
|                                                                                                                                                                        |                        |             | Minimum | Maximum |            |
| Laser and modulator diode                                                                                                                                              |                        |             |         |         |            |
| Modulation speed                                                                                                                                                       |                        | $X$         | 2,5     | 43,02   | Gbit/s     |
| Forward voltage at specified $\phi_e$ or $I_{op}$                                                                                                                      |                        | $V_{F(LD)}$ |         | 2,2     | V          |
| Threshold current                                                                                                                                                      |                        | $I_{(TH)}$  |         | 50      | mA         |
| Radiant power at specified $I_{op}$                                                                                                                                    |                        | $\phi_e$    | 0,5     |         | mW         |
| Kink free radiant power                                                                                                                                                |                        | $\phi_e$    | 0,6     |         | mW         |
| Extinction ratio at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>a</sup>                                                                        |                        | $ER$        | 8,2     |         | dB         |
| Peak emission wavelength at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>a, b</sup>                                                             |                        | $\lambda_P$ | b       | b       | nm         |
| Side-mode suppression ratio at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>a</sup>                                                             |                        | $SMSR$      | 30      |         | dB         |
| Switching times at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions)                                                                                      | Rise time <sup>a</sup> | $t_r$       |         | 600/X   | ps         |
|                                                                                                                                                                        | Fall time <sup>a</sup> | $t_f$       |         | 600/X   | ps         |
| RF return loss at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>$V_{rm} = 1/2 V_{rmpp}$ , $f = X$ GHz, 50 $\Omega$ termination                                                     |                        | $S_{11}$    | 6,0     |         | dB         |
| Transmission penalty due to dispersion at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ , under modulated conditions and specified fibre length <sup>a</sup>                          |                        | $Pe$        |         | 2       | dB         |
| Monitor photodiode                                                                                                                                                     |                        |             |         |         |            |
| Dark current at $\phi_e = 0$ and specified $V_{R(PD)}$                                                                                                                 |                        | $I_{DARK}$  |         | 10      | nA         |
| Monitor current at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ and $V_{R(PD)}$                                                                                                      |                        | $I_M$       | 50      | 2 000   | $\mu$ A    |
| Tracking error between operating temperature range with<br>reference at 25 °C at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ and $V_{R(PD)}$ specified                              |                        | $TE$        |         | 0,5     | dB         |
| Thermal sensor                                                                                                                                                         |                        |             |         |         |            |
| Resistance at specified sensor current                                                                                                                                 |                        | $R_s$       | 9,5     | 10,5    | k $\Omega$ |
| Thermister constant, B <sup>a</sup>                                                                                                                                    |                        | B           | 3 300   | 3 950   | K          |
| Thermal electric cooler                                                                                                                                                |                        |             |         |         |            |
| Cooler current at $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ and<br>$\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ at specified $\phi$ or $I_{op}$                                       |                        | $I_p$       |         | 1,5     | A          |
| Cooler voltage at $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ and<br>$\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ at specified $\phi$ or $I_{op}$                                       |                        | $V_p$       |         | 2,5     | V          |
| <sup>a</sup> Definition and condition according to ITU-T G.957, PRBS 2 <sup>23</sup> – 1 , $V_{rm} = V_{rmc} \pm 1/2 V_{rmpp}$ .                                       |                        |             |         |         |            |
| <sup>b</sup> According to ITU-T Recommendation G.694.1.                                                                                                                |                        |             |         |         |            |
| <sup>c</sup> $B = \ln(R/R_0)/1/T - 1/T_0$ where $R$ is the resistance at ambient temperature $T$ (° K) and $R_0$ is the resistance at ambient temperature $T_0$ (° K). |                        |             |         |         |            |

## 4.4 Diagrams

Figure 1 provides a representative example of a schematic diagram.



**Figure 1 – Schematic diagram**

## 5 Testing

### 5.1 General

Initial characterization and qualification shall be undertaken when a build standard has been completed and frozen. Qualification maintenance is carried using periodic testing programs. Test conditions for all tests unless otherwise stated are  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$

### 5.2 Characterization testing

Characterization shall be carried out on at least 20 transmitters, taken from at least three different manufacturing lots. The test conditions are detailed in Table 5.

Table 5 – Characterization tests

| Characteristics and conditions at $T_{LD} = T_{op}$ , $I_{F(LD)} = I_{op}$<br>Reverse modulation voltage( $V_{rm}$ ) = 0V,<br>unless otherwise stated                |                        | Symbol      | Value   |         | Unit       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|---------|---------|------------|
|                                                                                                                                                                      |                        |             | Minimum | Maximum |            |
| Laser and modulator diode                                                                                                                                            |                        |             |         |         |            |
| Modulation speed                                                                                                                                                     |                        | $X$         | 2,5     | 43,02   | Gbit/s     |
| Forward voltage at specified $\phi_e$ or $I_{op}$                                                                                                                    |                        | $V_{F(LD)}$ |         | 2,2     | V          |
| Threshold current                                                                                                                                                    |                        | $I_{(TH)}$  |         | 50      | mA         |
| Radiant power at specified $I_{op}$                                                                                                                                  |                        | $\phi_e$    | 0,5     |         | mW         |
| Kink free radiant power                                                                                                                                              |                        | $\phi_e$    | 0,6     |         | mW         |
| Extinction ratio at specified $I_{op}$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>a</sup>                                                                      |                        | ER          | 8,2     |         | dB         |
| Peak emission wavelength at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>a, b</sup>                                                           |                        | $\lambda_P$ | b       | b       | nm         |
| Side-mode suppression ratio at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>a</sup>                                                           |                        | SMSR        | 30      |         | dB         |
| Switching times at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions)                                                                                    | Rise time <sup>a</sup> | $t_r$       |         | 600/X   | ps         |
|                                                                                                                                                                      | Fall time <sup>a</sup> | $t_f$       |         | 600/X   | ps         |
| RF return loss at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>$V_{rm} = 1/2V_{rmpp}$ , $f = X$ GHz, 50 $\Omega$ termination                                                    |                        | $S_{11}$    | 6,0     |         | dB         |
| Transmission penalty due to dispersion at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ , under modulated condition and specified fibre length <sup>a</sup>                         |                        | $Pe$        |         | 2       | dB         |
| Monitor photodiode                                                                                                                                                   |                        |             |         |         |            |
| Dark current at $\phi_e = 0$ and specified $V_{R(PD)}$                                                                                                               |                        | $I_{DARK}$  |         | 10      | nA         |
| Monitor current at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ and $V_{R(PD)}$                                                                                                    |                        | $I_M$       | 50      | 2 000   | $\mu$ A    |
| Tracking error between operating temperature range with<br>reference at 25 °C at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ and $V_{R(PD)}$<br>specified                         |                        | $TE$        |         | 0,5     | dB         |
| Thermal sensor                                                                                                                                                       |                        |             |         |         |            |
| Resistance at specified sensor current                                                                                                                               |                        | $R_s$       | 9,5     | 10,5    | k $\Omega$ |
| Thermister B constant <sup>c</sup>                                                                                                                                   |                        | B           | 3 300   | 3 950   | K          |
| Thermal electric cooler                                                                                                                                              |                        |             |         |         |            |
| Cooler current at $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ and<br>$\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ at specified $\phi$ or $I_{op}$                                     |                        | $I_p$       |         | 1,5     | A          |
| Cooler voltage at $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ and<br>$\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ at specified $\phi$ or $I_{op}$                                     |                        | $V_p$       |         | 2,5     | V          |
| Manufacturing lot shall be specified by each vendor.                                                                                                                 |                        |             |         |         |            |
| <sup>a</sup> Definition and conditions according to ITU-T G.957, PRBS 2 <sup>23</sup> – 1 , $V_{rm} = V_{rmc} \pm \frac{1}{2} V_{Rmpp}$ .                            |                        |             |         |         |            |
| <sup>b</sup> According to ITU-T Recommendation G.694.1.                                                                                                              |                        |             |         |         |            |
| <sup>c</sup> $B = \ln(R/R_0)/1/T - 1/T_0$ where $R$ is the resistance at ambient temperature $T$ (°K) and $R_0$ is the resistance at ambient temperature $T_0$ (°K). |                        |             |         |         |            |

### 5.3 Performance testing

Performance testing is undertaken when characterization testing is complete. See Table 6 for the performance test plan and Table 7 for recommended performance test failure criteria.

**Table 6 – Performance test plan**

| Test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Reference                   | Conditions                                                                                                                                                                                                                 | Sample size                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Endurance tests of module:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             |                                                                                                                                                                                                                            |                                                        |
| High temperature storage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | IEC 60068-2-2               | Temperature: $T = T_{\text{stg max.}}$<br>Duration: > 2 000 h <sup>b</sup>                                                                                                                                                 | 11                                                     |
| Low temperature storage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | IEC 60068-2-1               | Temperature: $T = T_{\text{stg min.}}$<br>Duration: > 2 000 h <sup>b</sup>                                                                                                                                                 | 11                                                     |
| Temperature cycling                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | IEC 60068-2-14              | Temperature:<br>$T_A = T_{\text{stg min.}}$<br>$T_B = T_{\text{stg max.}}$<br>Number of cycles = 100                                                                                                                       | 11                                                     |
| Damp heat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | IEC 60068-2-78              | $T = 40\text{ °C}$ , RH = 95 %, 56 days                                                                                                                                                                                    | 11                                                     |
| Cyclic moisture resistance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | MIL-STD-883H<br>Method 1004 |                                                                                                                                                                                                                            | 11                                                     |
| Endurance test of laser diode on submount                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | IEC 60068-2-14              | Temperature: at least two test temperatures:<br>$\phi_e$ specified, constant power<br>$T_{\text{sub1}} = T_{\text{sub max.}}$<br>$T_{\text{sub2}} = < (T_{\text{sub1}} - 20\text{ °C})$<br>Duration: >5 000 h <sup>b</sup> | By agreement <sup>c</sup><br>By agreement <sup>c</sup> |
| Endurance test of photodiode in representative package                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | IEC 60068-2-14              | Temperature: at least two test temperatures:<br>$V_R$ or $I_R$ specified<br>$T_{\text{sub1}} = 125\text{ °C min.}$ <sup>a</sup><br>$T_{\text{sub2}} = < (T_{\text{s1}} - 30\text{ °C})$<br>Duration: >1 000 h              | By agreement <sup>c</sup><br>By agreement <sup>c</sup> |
| Power cycle tests of the thermoelectric cooler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                             | Number of cycles: 20 K<br>$T_{\text{CASE}} = T_{\text{op max}}$<br>$T_{\text{sub}} = T_{\text{CASE to}}$<br>( $T_{\text{CASE}} - \Delta T_{\text{max}}$ )                                                                  | 11                                                     |
| High temperature storage of the thermal sensor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MIL-STD-883H<br>Method 1008 | $T = T_{\text{stg max}}$ of the sensor                                                                                                                                                                                     | 25                                                     |
| Fibre pull                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             | 1 kg, 5 s, 3 times                                                                                                                                                                                                         | 11                                                     |
| Mechanical shock                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | IEC 60068-2-27              | 500 G, 1,0 ms<br>5 times/axis                                                                                                                                                                                              | 11                                                     |
| Vibration                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | IEC 60068-2-6               | 20 G, 20 Hz – 2 000 Hz,<br>4 min/cycle, 4 cycles/axis                                                                                                                                                                      | 11                                                     |
| Thermal shock                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | IEC 60068-2-14              | $\Delta T = 100\text{ °C}$                                                                                                                                                                                                 | 11                                                     |
| ESD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | IEC 60749-26                | Human body model                                                                                                                                                                                                           | 11                                                     |
| Internal moisture                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | IEC 60749-7                 | $\leq 5\,000 \times 10^{-6}$                                                                                                                                                                                               | 11                                                     |
| <sup>a</sup> Or as limited by technology.<br><sup>b</sup> Provided data about the distribution of wear-out lifetime is accumulated with significant 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. Duration up to 5 000 h may be needed for accurate lifetime prediction.<br><sup>c</sup> The number shall be determined by discussion between the manufacturers and users concerned. |                             |                                                                                                                                                                                                                            |                                                        |

**Table 7 – Recommended performance test failure criteria**

| Device                                                                                       | Parameter                              | Failure criterion                                                                 | Measurement condition                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Laser diode                                                                                  | Threshold current or operating current | 50 % increase <sup>a</sup> or 10 mA increase if $I_{(TH)} < 20$ mA                | 25 °C or life test temperature                      |
|                                                                                              | Slope efficiency                       | 10 % change <sup>a</sup>                                                          | 25 °C or life test temperature                      |
|                                                                                              | Forward voltage                        | 10 % change <sup>a</sup>                                                          | 25 °C or life test temperature                      |
|                                                                                              | Kinks in L/I curve                     | Kink-free within $1,2 \times P_{nom}$ (linearity change $\leq 10$ %) <sup>a</sup> | $T_{op min}$ , 25 °C, $T_{op max}$                  |
|                                                                                              | Wavelength                             | See application                                                                   | 25 °C <sup>b</sup>                                  |
| Photodiode                                                                                   | Dark current                           | USL or 10-nA increase <sup>a</sup>                                                | 25 °C                                               |
| Laser module                                                                                 | Laser threshold or operating current   | 50 % increase <sup>a</sup> or 10 mA increase if $I_{(TH)} < 20$ mA                | 25 °C or life test temperature                      |
|                                                                                              | Fibre output power                     | 10 % change <sup>a</sup>                                                          | Life test temperature<br>$I_M$ set to initial value |
|                                                                                              | Kinks in L/I curve                     | Kink-free within $1,2 \times P_{nom}$ (linearity change $\leq 10$ %) <sup>a</sup> | $T_{op min}$ , 25 °C, $T_{op max}$                  |
|                                                                                              | Wavelength                             | See DS and application                                                            | See detail specification                            |
|                                                                                              | Tracking ratio ( $I_M / P_{fibre}$ )   | $< LSL \geq USL$                                                                  | $T_{op min} - T_{op max}$ at rated power level      |
|                                                                                              | Photodiode dark current                | USL or 10 nA increase <sup>a</sup>                                                | 25 °C                                               |
|                                                                                              | Thermistor resistance                  | 5 % change <sup>a</sup>                                                           | 25 °C or life test temperature $T_{sub}$            |
|                                                                                              | Peltier cooler current                 | $\pm 10$ % change <sup>a</sup>                                                    | To maintain constant $\Delta T$ during test         |
|                                                                                              | Peltier cooler voltage                 | $\pm 10$ % change <sup>a</sup>                                                    |                                                     |
| <sup>a</sup> Change of pre- and post- test values.                                           |                                        |                                                                                   |                                                     |
| <sup>b</sup> Or to be determined by agreement between the manufacturers and users concerned. |                                        |                                                                                   |                                                     |

## 6 Environmental specifications

### 6.1 General safety

All products meeting this standard shall conform to IEC 60950-1.

### 6.2 Laser safety

Transmitters shall be class 1 laser certified under any condition of operation. This includes single-fault conditions, whether coupled into a fibre or out of an open bore. Transmitters shall be certified to be in conformance with IEC 60825-1.

Laser safety standards and regulations require that the manufacturer of a laser product provide information about the product's laser, safety features, labelling, use, maintenance and service. This documentation shall explicitly define requirements and usage restrictions on the host system necessary to meet these safety certifications.

## Bibliography

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 60793 (all parts), *Optical fibres*

IEC 60825 (all parts), *Safety of laser products*

IEC 60874 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connectors for optical fibres and cables*

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

IEC 62572-3, *Fibre optic active components and devices – Reliability standards – Part 3: Laser modules used for telecommunication*

IEC 61280 (all parts), *Fibre optic communication subsystem test procedures*

IEC 62007-2, *Semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications – Part 2: Measuring methods*

ITU-T G.957: *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy*

---



## SOMMAIRE

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS.....                                                                    | 17 |
| INTRODUCTION.....                                                                    | 19 |
| 1 Domaine d'application .....                                                        | 20 |
| 2 Références normatives .....                                                        | 20 |
| 3 Termes, définitions et symboles .....                                              | 21 |
| 3.1 Termes et définitions .....                                                      | 21 |
| 3.2 Symboles.....                                                                    | 21 |
| 4 Paramètres du produit .....                                                        | 21 |
| 4.1 Valeurs limites absolues .....                                                   | 21 |
| 4.2 Environnement de fonctionnement .....                                            | 22 |
| 4.3 Spécification fonctionnelle .....                                                | 22 |
| 4.4 Schémas.....                                                                     | 24 |
| 5 Essai .....                                                                        | 24 |
| 5.1 Généralités .....                                                                | 24 |
| 5.2 Essais de caractérisation .....                                                  | 24 |
| 5.3 Essais de performance .....                                                      | 26 |
| 6 Spécifications environnementales .....                                             | 28 |
| 6.1 Sécurité générale.....                                                           | 28 |
| 6.2 Sécurité du laser.....                                                           | 28 |
| Bibliographie.....                                                                   | 29 |
| Figure 1 – Schéma.....                                                               | 24 |
| Tableau 1 – Valeurs limites absolues .....                                           | 22 |
| Tableau 2 – Environnement de fonctionnement.....                                     | 22 |
| Tableau 3 – Conditions de fonctionnement pour la spécification fonctionnelle .....   | 22 |
| Tableau 4 – Spécification fonctionnelle .....                                        | 23 |
| Tableau 5 – Essais de caractérisation.....                                           | 25 |
| Tableau 6 – Plan d'essais de performance .....                                       | 26 |
| Tableau 7 – Critères de défaillance pour les essais de performance recommandés ..... | 27 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS A FIBRES OPTIQUES –  
NORMES DE PERFORMANCES –****Partie 3: Emetteurs à diodes laser à modulateur intégré pour  
des systèmes de transmission à fibres optiques de 2,5 Gbit/s à 40 Gbit/s**

## 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 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 62149-3 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2004, dont elle constitue une révision technique.

La modification technique significative par rapport à l'édition précédente concerne les standards de performance couverts par la présente norme qui sont maintenant élargies pour inclure les systèmes de classe 40 Gb/s à partir des valeurs originales des systèmes 2,5 Gb/s.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| CDV          | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 86C/1157/CDV | 86C/1230/RVC    |

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62149, publiées sous le titre général *Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Normes de performances*, 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.

## INTRODUCTION

Les émetteurs à fibres optiques sont utilisés pour convertir les signaux électriques en signaux optiques. La présente partie de l'IEC 62149 couvre les exigences de performance relatives aux modulateurs optiques avec diodes laser intégrées de façon monolithique, destinés à des systèmes de télécommunications optiques à canaux multiples de 2,5 Gbit/s à 40 Gbit/s.

## COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS A FIBRES OPTIQUES – NORMES DE PERFORMANCES –

### Partie 3: Emetteurs à diodes laser à modulateur intégré pour des systèmes de transmission à fibres optiques de 2,5 Gbit/s à 40 Gbit/s

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62149 couvre les spécifications de performance concernant les modulateurs optiques avec diodes laser intégrées de façon monolithique, destinés à des systèmes de transmission à fibres optiques à canaux multiples de 2,5 Gbit/s à 40 Gbit/s. La présente norme de performance donne une définition des exigences de performances de produits, ainsi qu'une série d'ensembles d'essais et de mesures, avec des conditions, des sévérités et des critères d'acceptation/de rejet clairement définis. Les essais sont prévus pour être réalisés à titre de vérification initiale de conception, pour prouver la capacité des produits à satisfaire aux exigences des normes de performance. La présente norme n'est applicable qu'au format de codage binaire.

Un produit qui a montré qu'il remplissait toutes les exigences d'une norme de performance peut être déclaré comme conforme à la norme de performance, mais il convient qu'il soit ensuite contrôlé selon un programme d'assurance de la qualité.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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: Essais – Essai A: Froid*

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

IEC 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

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

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

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

IEC 60749-7, *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques – Partie 7: Mesure de la teneur en humidité interne et analyse des autres gaz résiduels*

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 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

IEC 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

IEC 62007-1, *Dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs pour application dans les systèmes à fibres optiques – Partie 1: Modèle de spécification relatif aux valeurs et caractéristiques essentielles*

Recommandation UIT-T G.694.1: *Grilles spectrales pour les applications de multiplexage par répartition en longueur d'onde: grille dense DWDM*

MIL-STD-883, *U.S. Department of Defense – Test method standard – Microcircuits*

### 3 Termes, définitions et symboles

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, la terminologie concernant les concepts physiques, les types de dispositifs, les termes généraux et les définitions relatives aux valeurs assignées et aux caractéristiques, contenue dans l'IEC 62007-1, s'applique.

#### 3.2 Symboles

|            |                                           |
|------------|-------------------------------------------|
| $X$        | vitesse de modulation, en Gbit/s          |
| $PD$       | photodiode                                |
| $T_{LD}$   | température du substrat du laser          |
| $T_s$      | raccourci du symbole $T_{sub}$            |
| $V_{fm}$   | tension de modulation en direct           |
| $V_{rm}$   | tension de modulation en inverse          |
| $V_{rmc}$  | tension centrale de modulation en inverse |
| $V_{rmpp}$ | tension de modulation crête à crête       |
| $T_{sub}$  | température du substrat                   |

### 4 Paramètres du produit

#### 4.1 Valeurs limites absolues

Les valeurs limites absolues (maximales et/ou minimales) indiquées au Tableau 1 impliquent qu'aucune détérioration catastrophique n'aura lieu si le produit est soumis à ces valeurs limites pour de courtes périodes, à condition que chaque paramètre en limite soit isolé et que tous les autres paramètres possèdent des valeurs situées dans les paramètres normaux de performance. Il convient de ne pas présumer que les valeurs limites de plus d'un paramètre puissent être appliquées en une fois.

**Tableau 1 – Valeurs limites absolues**

| Paramètres                                                                  | Symboles    | Minimum | Maximum | Unités |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|---------|--------|
| Température du boîtier en fonctionnement (au fond du boîtier)               | $T_{case}$  | 0       | +70     | °C     |
| Température de stockage                                                     | $T_{stg}$   | –40     | +85     | °C     |
| Température de soudage (distance minimale par rapport au boîtier spécifiée) | $T_{sid}$   |         | 260/10  | °C/s   |
| <b>Diode laser</b>                                                          |             |         |         |        |
| Tension en inverse                                                          | $V_{R(LD)}$ |         | 2       | V      |
| Courant continu en direct                                                   | $I_{F(LD)}$ |         | 200     | mA     |
| Puissance continue rayonnée                                                 | $\phi_e$    |         | 10      | mW     |
| <b>Photodiode</b>                                                           |             |         |         |        |
| Tension en inverse                                                          | $V_{R(PD)}$ |         | 10      | V      |
| Courant en direct                                                           | $I_{F(PD)}$ |         | 1       | mA     |
| <b>Modulateur</b>                                                           |             |         |         |        |
| Tension de modulation en inverse                                            | $V_{Rm}$    |         | 5       | V      |
| Tension de modulation en direct                                             | $V_{Fm}$    |         | 1       | V      |
| <b>Refroidisseur thermo-électrique</b>                                      |             |         |         |        |
| Courant du refroidisseur en mode refroidissement et en mode chauffage       | $I_P$       |         | 1,5     | A      |
| Tension du refroidisseur en mode refroidissement et en mode chauffage       | $V_P$       |         | 2,5     | V      |

## 4.2 Environnement de fonctionnement

L'environnement de fonctionnement est indiqué dans le Tableau 2.

**Tableau 2 – Environnement de fonctionnement**

| Paramètre                                | Symbole    | Valeur   |          | Unité |
|------------------------------------------|------------|----------|----------|-------|
|                                          |            | Minimale | Maximale |       |
| Température du boîtier en fonctionnement | $T_{case}$ | 0        | 70       | °C    |

## 4.3 Spécification fonctionnelle

La spécification fonctionnelle doit être comprise dans les limites spécifiées dans le Tableau 4 aux conditions de fonctionnement spécifiées dans le Tableau 3.

**Tableau 3 – Conditions de fonctionnement pour la spécification fonctionnelle**

| Paramètres                                                                                                                                                               | Symboles   | Valeur   |          | Unités |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|--------|
|                                                                                                                                                                          |            | Minimale | Maximale |        |
| Courant de fonctionnement du laser                                                                                                                                       | $I_{op}$   | 50       | 200      | mA     |
| Température de fonctionnement du laser                                                                                                                                   | $T_{op}$   | 15       | 35       | °C     |
| Tension centrale de modulation en inverse                                                                                                                                | $V_{rmc}$  | 0,5      | 1,5      | V      |
| Tension de modulation crête à crête                                                                                                                                      | $V_{rmpp}$ | 2        | 3        | V      |
| NOTE Les conditions de fonctionnement sont ajustées pour garder la longueur d'onde prescrite dans la Recommandation UIT-T G.694.1 dans les limites spécifiées ci-dessus. |            |          |          |        |

Tableau 4 – Spécification fonctionnelle

| Caractéristiques et conditions à $T_{LD} = T_{op}$ , $I_{F(LD)} = I_{op}$<br>Tension de modulation en inverse ( $V_{rm}$ ) = 0 V, sauf indication contraire                      | Symboles                       | Valeur   |          | Unités     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|----------|------------|
|                                                                                                                                                                                  |                                | Minimale | Maximale |            |
| Diode laser et à modulateur                                                                                                                                                      |                                |          |          |            |
| Vitesse de modulation                                                                                                                                                            | $X$                            | 2,5      | 43,02    | Gbit/s     |
| Tension en direct avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié                                                                                                                             | $V_{F(LD)}$                    |          | 2,2      | V          |
| Courant de seuil                                                                                                                                                                 | $I_{(TH)}$                     |          | 50       | mA         |
| Puissance rayonnée avec $I_{op}$ spécifié                                                                                                                                        | $\phi_e$                       | 0,5      |          | mW         |
| Puissance rayonnée sans non-linéarité                                                                                                                                            | $\phi_e$                       | 0,6      |          | mW         |
| Taux d'extinction avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié (dans des conditions de modulation) <sup>a</sup>                                                                            | $ER$                           | 8,2      |          | dB         |
| Longueur d'onde d'émission crête avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié (dans des conditions de modulation) <sup>a, b</sup>                                                          | $\lambda_P$                    | b        | b        | nm         |
| Rapport de suppression des modes proches avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié (dans des conditions de modulation) <sup>a</sup>                                                     | $SMSR$                         | 30       |          | dB         |
| Temps de commutation avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié (dans des conditions de modulation)                                                                                      | Temps de montée <sup>a</sup>   | $t_r$    | 600/X    | ps         |
|                                                                                                                                                                                  | Temps de descente <sup>a</sup> | $t_f$    | 600/X    | ps         |
| Affaiblissement de réflexion RF avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié<br>$V_{rm} = 1/2 V_{rmpp}$ , $f = X$ GHz, terminaison de 50 $\Omega$                                          | $S_{11}$                       | 6,0      |          | dB         |
| Pénalité de transmission due à la dispersion avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié, dans des conditions de modulation et pour une longueur de fibre spécifiée <sup>a</sup>          | $Pe$                           |          | 2        | dB         |
| Photodiode de contrôle                                                                                                                                                           |                                |          |          |            |
| Courant d'extinction avec $\phi_e = 0$ et avec $V_{R(PD)}$ spécifié                                                                                                              | $I_{DARK}$                     |          | 10       | nA         |
| Courant de contrôle avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié et $V_{R(PD)}$                                                                                                            | $I_M$                          | 50       | 2 000    | $\mu$ A    |
| Erreur de suivi dans la plage de températures de fonctionnement, en prenant comme référence une température de 25 °C, avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié et $V_{R(PD)}$ spécifié | $TE$                           |          | 0,5      | dB         |
| Capteur thermique                                                                                                                                                                |                                |          |          |            |
| Résistance au courant du capteur spécifié                                                                                                                                        | $R_S$                          | 9,5      | 10,5     | k $\Omega$ |
| Constante de la thermistance, B <sup>a</sup>                                                                                                                                     | B                              | 3 300    | 3 950    | K          |
| Refroidisseur thermo-électrique                                                                                                                                                  |                                |          |          |            |
| Courant du refroidisseur à $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ et $\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ avec $\phi$ ou $I_{op}$ spécifié                                           | $I_p$                          |          | 1,5      | A          |
| Tension du refroidisseur à $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ et $\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ avec $\phi$ ou $I_{op}$ spécifié                                           | $V_p$                          |          | 2,5      | V          |
| <sup>a</sup> Définition et condition conformément à l'UIT-T G.957, PRBS 2 <sup>23</sup> – 1 , $V_{rm} = V_{rmc} \pm 1/2 V_{rmpp}$ .                                              |                                |          |          |            |
| <sup>b</sup> Conformément à la Recommandation UIT-T G.694.1.                                                                                                                     |                                |          |          |            |
| <sup>c</sup> $B = \ln(R/R_0)/1/T-1/T_0$ où $R$ est la résistance à la température ambiante $T$ (K) et $R_0$ est la résistance à la température ambiante $T_0$ (K).               |                                |          |          |            |

## 4.4 Schémas

Un exemple représentatif est donné par le schéma de la Figure 1.

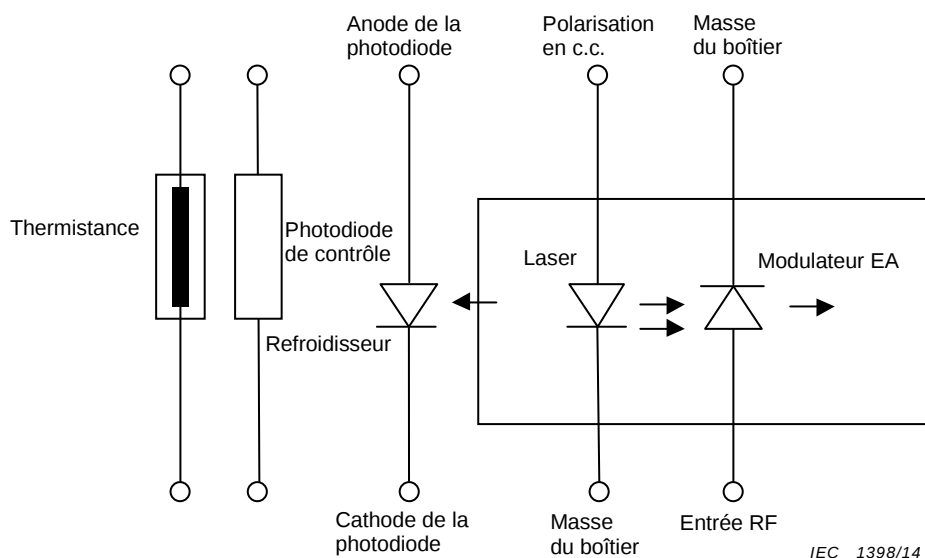


Figure 1 – Schéma

## 5 Essai

### 5.1 Généralités

La caractérisation et la qualification initiales doivent être entreprises lorsqu'une norme de construction a été menée à bien et figée. Le suivi de qualification est effectué au moyen de programmes d'essais périodiques. Les conditions d'essai pour tous les essais, sauf indication contraire, sont fixées à  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ .

### 5.2 Essais de caractérisation

La caractérisation doit être effectuée sur au moins 20 émetteurs, prélevés dans au moins trois lots différents de production. Les conditions d'essai sont détaillées dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Essais de caractérisation

| Caractéristiques et conditions à $T_{LD} = T_{op}$ , $I_{F(LD)} = I_{op}$<br>Tension de modulation en inverse ( $V_{rm}$ ) = 0V, sauf indication contraire                       |                                | Symboles    | Valeur   |          | Unités     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|----------|----------|------------|
|                                                                                                                                                                                  |                                |             | Minimale | Maximale |            |
| Diode laser et à modulateur                                                                                                                                                      |                                |             |          |          |            |
| Vitesse de modulation                                                                                                                                                            |                                | $X$         | 2,5      | 43,02    | Gbit/s     |
| Tension en direct avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié                                                                                                                             |                                | $V_{F(LD)}$ |          | 2,2      | V          |
| Courant de seuil                                                                                                                                                                 |                                | $I_{(TH)}$  |          | 50       | mA         |
| Puissance rayonnée avec $I_{op}$ spécifié                                                                                                                                        |                                | $\phi_e$    | 0,5      |          | mW         |
| Puissance rayonnée sans non-linéarité                                                                                                                                            |                                | $\phi_e$    | 0,6      |          | mW         |
| Taux d'extinction avec $I_{op}$ ou $I_{op}$ spécifié (dans des conditions de modulation) <sup>a</sup>                                                                            |                                | ER          | 8,2      |          | dB         |
| Longueur d'onde d'émission crête avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié (dans des conditions de modulation) <sup>a, b</sup>                                                          |                                | $\lambda_P$ | b        | b        | nm         |
| Rapport de suppression des modes proches avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié (dans des conditions de modulation) <sup>a</sup>                                                     |                                | SMSR        | 30       |          | dB         |
| Temps de commutation avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié (dans des conditions de modulation)                                                                                      | Temps de montée <sup>a</sup>   | $t_r$       |          | 600/X    | ps         |
|                                                                                                                                                                                  | Temps de descente <sup>a</sup> | $t_f$       |          | 600/X    | ps         |
| Affaiblissement de réflexion RF avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié<br>$V_{rm} = 1/2V_{rmpp}$ , $f = X$ GHz, terminaison de 50 $\Omega$                                           |                                | $S_{11}$    | 6,0      |          | dB         |
| Pénalité de transmission due à la dispersion avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié, dans des conditions de modulation et pour une longueur de fibre spécifiée <sup>a</sup>          |                                | $Pe$        |          | 2        | dB         |
| Photodiode de contrôle                                                                                                                                                           |                                |             |          |          |            |
| Courant d'extinction avec $\phi_e = 0$ et avec $V_{R(PD)}$ spécifié                                                                                                              |                                | $I_{DARK}$  |          | 10       | nA         |
| Courant de contrôle avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié et $V_{R(PD)}$                                                                                                            |                                | $I_M$       | 50       | 2 000    | $\mu$ A    |
| Erreur de suivi dans la plage de températures de fonctionnement, en prenant comme référence une température de 25 °C, avec $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifié et $V_{R(PD)}$ spécifié |                                | $TE$        |          | 0,5      | dB         |
| Capteur thermique                                                                                                                                                                |                                |             |          |          |            |
| Résistance au courant du capteur spécifié                                                                                                                                        |                                | $R_S$       | 9,5      | 10,5     | k $\Omega$ |
| Constante B de la thermistance <sup>c</sup>                                                                                                                                      |                                | B           | 3 300    | 3 950    | K          |
| Refroidisseur thermo-électrique                                                                                                                                                  |                                |             |          |          |            |
| Courant du refroidisseur à $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ et $\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ avec $\phi$ ou $I_{op}$ spécifié                                           |                                | $I_p$       |          | 1,5      | A          |
| Tension du refroidisseur à $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ et $\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ avec $\phi$ ou $I_{op}$ spécifié                                           |                                | $V_p$       |          | 2,5      | V          |
| Le lot de fabrication doit être spécifié par chaque fournisseur.                                                                                                                 |                                |             |          |          |            |
| <sup>a</sup> Définition et conditions conformément à l'UIT-T G.957, PRBS 2 <sup>23</sup> – 1 , $V_{rm} = V_{rmc} \pm \frac{1}{2} V_{Rmpp}$ .                                     |                                |             |          |          |            |
| <sup>b</sup> Conformément à la Recommandation UIT-T G.694.1.                                                                                                                     |                                |             |          |          |            |
| <sup>c</sup> $B = \ln(R/R_0)/1/T - 1/T_0$ où $R$ est la résistance à la température ambiante $T$ (°K) et $R_0$ est la résistance à la température ambiante $T_0$ (°K).           |                                |             |          |          |            |

### 5.3 Essais de performance

Les essais de performance sont entrepris lorsque les essais de caractérisation sont achevés. Le Tableau 6 indique le plan d'essais de performance, et le Tableau 7 indique les critères de défaillance pour les essais de performance recommandés.

**Tableau 6 – Plan d'essais de performance**

| Essais                                                           | Références                   | Conditions                                                                                                                                                                                                                 | Nombre d'échantillons                                  |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Essais d'endurance du module:                                    |                              |                                                                                                                                                                                                                            |                                                        |
| Stockage à haute température                                     | IEC 60068-2-2                | Température: $T = T_{\text{stg max}}$<br>Durée: > 2 000 h <sup>b</sup>                                                                                                                                                     | 11                                                     |
| Stockage à basse température                                     | IEC 60068-2-1                | Température: $T = T_{\text{stg min}}$<br>Durée: > 2 000 h <sup>b</sup>                                                                                                                                                     | 11                                                     |
| Cycles de température                                            | IEC 60068-2-14               | Température:<br>$T_A = T_{\text{stg min}}$<br>$T_B = T_{\text{stg max}}$<br>Nombre de cycles = 100                                                                                                                         | 11                                                     |
| Chaleur humide                                                   | IEC 60068-2-78               | $T = 40\text{ °C}$ , HR = 95 %, 56 jours                                                                                                                                                                                   | 11                                                     |
| Résistance à l'humidité cyclique                                 | MIL-STD-883H<br>Méthode 1004 |                                                                                                                                                                                                                            | 11                                                     |
| Essai d'endurance de la diode laser sur substrat                 | IEC 60068-2-14               | Température: au moins deux températures d'essai: $\phi_e$ spécifié, puissance constante<br>$T_{\text{sub1}} = T_{\text{sub max}}$<br>$T_{\text{sub2}} < (T_{\text{sub1}} - 20\text{ °C})$<br>Durée: > 5 000 h <sup>b</sup> | Selon accord <sup>c</sup><br>Selon accord <sup>c</sup> |
| Essai d'endurance de la photodiode dans un boîtier représentatif | IEC 60068-2-14               | Température: au moins deux températures d'essai: $V_R$ ou $I_R$ spécifié<br>$T_{\text{sub1}} = 125\text{ °C min.}$ <sup>a</sup><br>$T_{\text{sub2}} < (T_{\text{s1}} - 30\text{ °C})$<br>Durée: >1 000 h                   | Selon accord <sup>c</sup><br>Selon accord <sup>c</sup> |
| Essais de cycles de puissance du refroidisseur thermoélectrique  |                              | Nombre de cycles: 20 K<br>$T_{\text{CASE}} = T_{\text{op max}}$<br>$T_{\text{sub}} = T_{\text{CASE}}$ à $(T_{\text{CASE}} - \Delta T_{\text{max}})$                                                                        | 11                                                     |
| Stockage à haute température du capteur thermique                | MIL-STD-883H<br>Méthode 1008 | $T = T_{\text{stg max}}$ du capteur                                                                                                                                                                                        | 25                                                     |
| Traction sur la fibre                                            |                              | 1 kg, 5 s, 3 fois                                                                                                                                                                                                          | 11                                                     |
| Chocs mécaniques                                                 | IEC 60068-2-27               | 500 G, 1,0 ms<br>5 fois/axe                                                                                                                                                                                                | 11                                                     |
| Vibrations                                                       | IEC 60068-2-6                | 20 G, 20 Hz – 2 000 Hz,<br>4 min/cycle, 4 cycles/axe                                                                                                                                                                       | 11                                                     |
| Choc thermique                                                   | IEC 60068-2-14               | $\Delta T = 100\text{ °C}$                                                                                                                                                                                                 | 11                                                     |
| DES                                                              | IEC 60749-26                 | Modèle du corps humain                                                                                                                                                                                                     | 11                                                     |
| Humidité interne                                                 | IEC 60749-7                  | $\leq 5\,000 \times 10^{-6}$                                                                                                                                                                                               | 11                                                     |

| Essais                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Références | Conditions | Nombre d'échantillons |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------------------|
| <p><sup>a</sup> Ou en fonction des limites imposées par la technologie.</p> <p><sup>b</sup> Les données fournies en ce qui concerne la répartition des durées de vie ont été collectées avec une précision significative. L'homologation provisoire pour la livraison des produits doit être accordée à 2 000 h. Il est par ailleurs recommandé de poursuivre l'essai jusqu'à ce qu'une extrapolation précise de la durée de vie soit possible, avec une limite supérieure fixée à 10 000 h. Une durée pouvant atteindre 5 000 h peut être nécessaire pour une prédiction précise de la durée de vie.</p> <p><sup>c</sup> Le nombre doit être déterminé par accord entre les fabricants et les utilisateurs concernés.</p> |            |            |                       |

Tableau 7 – Critères de défaillance pour les essais de performance recommandés

| Dispositif                                                                                                                                                                 | Paramètres                                     | Critères de défaillance                                                                                                   | Conditions de mesure                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Diode laser                                                                                                                                                                | Courant de seuil ou courant de fonctionnement  | Augmentation de 50 % <sup>a</sup> ou augmentation de 10 mA si $I_{(TH)} < 20$ mA                                          | 25 °C ou température de l'essai actif                             |
|                                                                                                                                                                            | Efficacité de la pente                         | Modification de 10 % <sup>a</sup>                                                                                         | 25 °C ou température de l'essai actif                             |
|                                                                                                                                                                            | Tension en direct                              | Modification de 10 % <sup>a</sup>                                                                                         | 25 °C ou température de l'essai actif                             |
|                                                                                                                                                                            | Points singuliers de la courbe L/I             | Pas de points singuliers dans les limites de $1,2 \times P_{nom}$ (modification de la linéarité $\leq 10$ %) <sup>a</sup> | $T_{op\ min}$ , 25 °C, $T_{op\ max}$                              |
|                                                                                                                                                                            | Longueur d'onde                                | Voir application                                                                                                          | 25 °C <sup>b</sup>                                                |
| Photodiode                                                                                                                                                                 | Courant dans l'obscurité                       | USL (limite de spécification supérieure, <i>upper specification limit</i> ) ou augmentation de 10 Na <sup>a</sup>         | 25 °C                                                             |
| Module laser                                                                                                                                                               | Courant de seuil ou de fonctionnement du laser | Augmentation de 50 % <sup>a</sup> ou augmentation de 10 mA si $I_{(TH)} < 20$ mA                                          | 25 °C ou température de l'essai actif                             |
|                                                                                                                                                                            | Puissance de sortie de la fibre                | Modification de 10 % <sup>a</sup>                                                                                         | Température de l'essai actif<br>$I_M$ réglée à la valeur initiale |
|                                                                                                                                                                            | Points singuliers de la courbe L/I             | Pas de points singuliers dans les limites de $1,2 \times P_{nom}$ (modification de la linéarité $\leq 10$ %) <sup>a</sup> | $T_{op\ min}$ , 25 °C, $T_{op\ max}$                              |
|                                                                                                                                                                            | Longueur d'onde                                | Voir la spécification particulière et l'application                                                                       | Voir la spécification particulière                                |
|                                                                                                                                                                            | Taux de poursuite ( $I_M / P_{fibre}$ )        | $< LSL$ (limite de spécification inférieure, <i>lower specification limit</i> ) $\geq USL$                                | $T_{op\ min} - T_{op\ max}$ au niveau de puissance assignée       |
|                                                                                                                                                                            | Courant de la photodiode dans l'obscurité      | USL or augmentation de 10 nA <sup>a</sup>                                                                                 | 25 °C                                                             |
|                                                                                                                                                                            | Résistance de la thermistance                  | Modification de 5 % <sup>a</sup>                                                                                          | 25 °C ou température de l'essai actif $T_{sub}$                   |
|                                                                                                                                                                            | Courant de refroidissement Peltier             | Modification de $\pm 10$ % <sup>a</sup>                                                                                   | Pour maintenir $\Delta T$ constant pendant l'essai                |
|                                                                                                                                                                            | Tension de refroidissement Peltier             | Modification de $\pm 10$ % <sup>a</sup>                                                                                   |                                                                   |
| <p><sup>a</sup> Modification des valeurs d'avant et après essai.</p> <p><sup>b</sup> Ou à déterminer par un accord entre les fabricants et les utilisateurs concernés.</p> |                                                |                                                                                                                           |                                                                   |

## **6 Spécifications environnementales**

### **6.1 Sécurité générale**

Tous les produits satisfaisant à la présente norme doivent être conformes à l'IEC 60950-1.

### **6.2 Sécurité du laser**

Les émetteurs doivent être un laser de classe 1 certifié dans toute condition de fonctionnement. Ceci inclut les conditions de premier défaut, qu'ils soient couplés à une fibre ou en sortie d'une extrémité libre. Les émetteurs doivent être certifiés pour être conformes à l'IEC 60825-1.

Les normes et réglementations de sécurité des lasers exigent que le fabricant d'un laser fournisse des informations concernant le laser, les dispositifs de sécurité, l'étiquetage, l'utilisation, la maintenance et l'entretien. Cette documentation doit définir explicitement les exigences et les restrictions d'usage sur le système hôte, nécessaires pour satisfaire à ces certifications de sécurité.

## Bibliographie

IEC 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

IEC 60793 (toutes les parties), *Fibres optiques*

IEC 60825 (toutes les parties), *Sécurité des appareils à laser*

IEC 60874 (toutes les parties), *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Connecteurs pour fibres et câbles optiques*

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

IEC 62572-3, *Composants et dispositifs actifs en fibres optiques – Normes de fiabilité – Partie 3: Modules laser utilisés pour les télécommunications*

IEC 61280 (toutes les parties), *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques*

IEC 62007-2, *Dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs pour application dans les systèmes à fibres optiques – Partie 2: Méthodes de mesure*

UIT-T G.957: *Interfaces optiques pour les équipements et les systèmes relatifs à la hiérarchie numérique synchrone*

---





INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)