

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

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

**Composants et dispositifs actifs fibroniques – Normes de performances –  
Partie 3: Émetteurs à diodes laser à modulateur intégré pour systèmes de  
transmission fibroniques 40 Gbit/s**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 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 Secretariat  
3, rue de Varembé  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
[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 corrigendum or an amendment might have been published.

#### IEC publications search - [webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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 once a month by email.

#### 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: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

#### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

### 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.

#### Recherche de publications IEC -

[webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

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 une fois par mois par email.

#### 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: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

#### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

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

**Composants et dispositifs actifs fibroniques – Normes de performances –  
Partie 3: Émetteurs à diodes laser à modulateur intégré pour systèmes de  
transmission fibroniques 40 Gbit/s**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-8322-7189-6

**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 abbreviated terms .....                                    | 7  |
| 3.1 Terms and definitions.....                                                      | 7  |
| 3.2 Abbreviated terms.....                                                          | 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.....                                                        | 12 |
| 6 Environmental specifications .....                                                | 14 |
| 6.1 General safety .....                                                            | 14 |
| 6.2 Laser safety .....                                                              | 14 |
| Bibliography.....                                                                   | 15 |
| Figure 1 – Schematic diagram of a modulator-integrated laser diode transmitter..... | 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 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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 62149-3 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2020. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) specification of pull force for fibre pull test in Table 6 according to fibre type;
- b) change of symbol for kink free radiant power in Table 4 and Table 5;
- c) replacement of undefined symbols in Table 7;
- d) addition of IEC 62149-1 as a normative reference.

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

| Draft        | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 86C/1839/CDV | 86C/1864/RVC     |

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). The main document types developed by IEC are described in greater detail at [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

A list of all parts in 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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-3:2023

## INTRODUCTION

Fibre optic transmitters are used to convert electrical signals into optical signals. This document covers the performance standard for optical modulators monolithically integrated with laser diodes for 40 Gbit/s optical telecommunication systems. This document is applicable for on-off keying formats.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-3:2023

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

## **Part 3: Modulator-integrated laser diode transmitters for 40-Gbit/s fibre optic transmission systems**

### **1 Scope**

This part of IEC 62149 covers the performance specification for electroabsorption (EA) type optical modulators monolithically integrated with laser diodes for 40 Gbit/s fibre optic transmission systems. This document contains definitions for product performance requirements as well as a series of tests and measurements, for which clearly defined conditions, severities and pass/fail criteria are provided. The tests are intended to be run as an initial design verification to prove any product's ability to satisfy this document's requirements. This document is applicable for on-off keying modulation formats.

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

### **2 Normative references**

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

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

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

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

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: 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 61300-2-4, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-4: Tests – Fibre or cable retention*

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

IEC 62149-1, *Fibre optic active components and devices – Performance standards – Part 1: General and guidance*

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

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

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

MIL-STD-883-1, *U.S. Department of Defense – Test method standard – Environmental test methods for microcircuits, Part 1: Test methods 1000-1999*

### 3 Terms, definitions and abbreviated terms

#### 3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62007-1 and IEC 62149-1 apply.

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

#### 3.2 Abbreviated terms

|      |                            |
|------|----------------------------|
| EA   | electroabsorption          |
| LD   | laser diode                |
| LSL  | lower standard limit       |
| PD   | photodiode                 |
| PRBS | pseudo-random bit sequence |
| RF   | radio frequency            |
| RH   | relative humidity          |
| USL  | upper standard limit       |

### 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, 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) | $T_{\text{sld}}$   | –       | +260<br>(for 10 s) | °C   |
| <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**

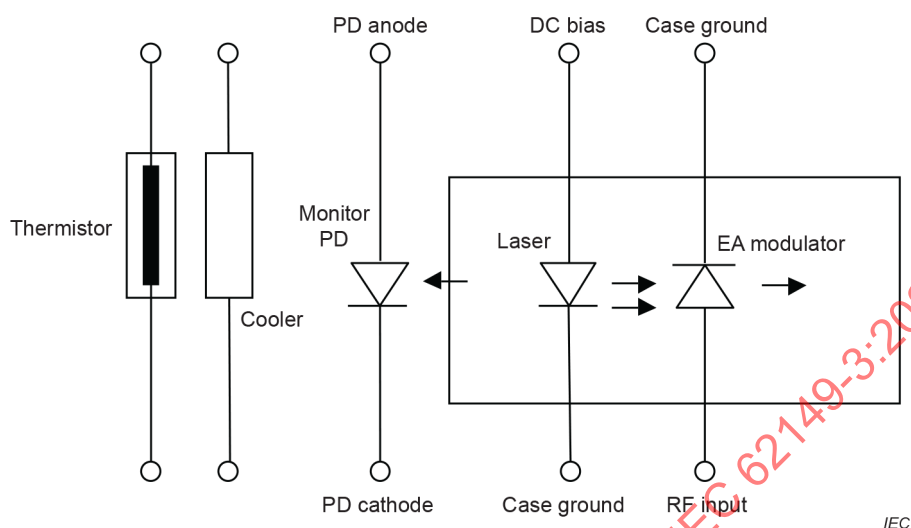
| Parameter                                                                                                                 | Symbol            | Value   |         | Unit |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|---------|------|
|                                                                                                                           |                   | 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>$V_{Rm} = 0$ V, unless otherwise stated                                                |                        | Symbol      | Value   |                    | Unit   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|---------|--------------------|--------|
|                                                                                                                                                                      |                        |             | Minimum | Maximum            |        |
| Laser and modulator diode                                                                                                                                            |                        |             |         |                    |        |
| Modulation speed                                                                                                                                                     |                        | $X$         | –       | 43,02 <sup>a</sup> | 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                                                                                                                                              |                        | $\phi_{ek}$ | 0,6     | –                  | mW     |
| Extinction ratio at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>b</sup>                                                                      |                        | $r_{ER}$    | 8,2     | –                  | dB     |
| Peak emission wavelength at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>b, c</sup>                                                           |                        | $\lambda_P$ | c       | c                  | nm     |
| Side-mode suppression ratio at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>b</sup>                                                           |                        | $r_{SMSR}$  | 30      | –                  | dB     |
| Switching times at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions)                                                                                    | Rise time <sup>b</sup> | $t_r$       | –       | 600/ $X$           | ps     |
|                                                                                                                                                                      | Fall time <sup>b</sup> | $t_f$       | –       | 600/ $X$           | ps     |
| RF return loss at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ <sup>d</sup>                                                                                                        |                        | $S_{11}$    | 6,0     | –                  | dB     |
| Transmission penalty due to dispersion at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ , under modulated conditions and specified fibre length <sup>b</sup>                        |                        | $P_e$       | –       | 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              | µA     |
| Tracking error between operating temperature range with reference at 25 °C at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ and $V_{R(PD)}$ specified                               |                        | $E_{tr}$    | –0,5    | 0,5                | dB     |
| Thermal sensor                                                                                                                                                       |                        |             |         |                    |        |
| Resistance at specified sensor current                                                                                                                               |                        | $R_s$       | 9,5     | 10,5               | kΩ     |
| Thermistor B constant <sup>e</sup>                                                                                                                                   |                        | $B$         | 3 300   | 3 950              | K      |
| Thermal electric cooler                                                                                                                                              |                        |             |         |                    |        |
| Cooler current at $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ and $\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ at specified $\phi_e$ or $I_{op}$                                      |                        | $I_p$       | –       | 1,5                | A      |
| Cooler voltage at $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ and $\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ at specified $\phi_e$ or $I_{op}$                                      |                        | $V_p$       | –       | 2,5                | V      |
| <sup>a</sup> Upper limit in this document. Actual maximum modulation speed shall be designated by a system requirement.                                              |                        |             |         |                    |        |
| <sup>b</sup> Definition and condition according to ITU-T Recommendation G.957, PRBS 2 <sup>23</sup> – 1, $V_{Rm} = V_{Rmc} \pm 1/2 V_{Rmpp}$ .                       |                        |             |         |                    |        |
| <sup>c</sup> According to ITU-T Recommendation G.694.1.                                                                                                              |                        |             |         |                    |        |
| <sup>d</sup> $V_{Rm} = 1/2 V_{Rmpp}$ , 50 Ω termination, measurement frequency should be specified by system requirement.                                            |                        |             |         |                    |        |
| <sup>e</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 schematic diagram of a modulator-integrated laser diode transmitter.



**Figure 1 – Schematic diagram of a modulator-integrated laser diode transmitter**

## 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 out using periodic testing programs. Case temperature conditions for all tests are  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  unless otherwise stated.

### 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>$V_{Rm} = 0$ V, unless otherwise stated                                                |                        | Symbol      | Value   |                    | Unit   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|---------|--------------------|--------|
|                                                                                                                                                                      |                        |             | Minimum | Maximum            |        |
| Laser and modulator diode                                                                                                                                            |                        |             |         |                    |        |
| Modulation speed                                                                                                                                                     |                        | $X$         | –       | 43,02 <sup>a</sup> | 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                                                                                                                                              |                        | $\phi_{ek}$ | 0,6     | –                  | mW     |
| Extinction ratio at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>b</sup>                                                                      |                        | $r_{ER}$    | 8,2     | –                  | dB     |
| Peak emission wavelength at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>b, c</sup>                                                           |                        | $\lambda_P$ | c       | c                  | nm     |
| Side-mode suppression ratio at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions) <sup>b</sup>                                                           |                        | $r_{SMSR}$  | 30      | –                  | dB     |
| Switching times at specified $\phi_e$ or $I_{op}$<br>(under modulated conditions)                                                                                    | Rise time <sup>b</sup> | $t_r$       | –       | 600/ $X$           | ps     |
|                                                                                                                                                                      | Fall time <sup>b</sup> | $t_f$       | –       | 600/ $X$           | ps     |
| RF return loss at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ <sup>d</sup>                                                                                                        |                        | $S_{1,1}$   | 6,0     | –                  | dB     |
| Transmission penalty due to dispersion at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ ,<br>under modulated condition and specified fibre length <sup>b</sup>                      |                        | $P_e$       | –       | 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              | µA     |
| Tracking error between operating temperature range with<br>reference at 25 °C at specified $\phi_e$ or $I_{op}$ and $V_{R(PD)}$ specified                            |                        | $E_{tr}$    | –0,5    | 0,5                | dB     |
| Thermal sensor                                                                                                                                                       |                        |             |         |                    |        |
| Resistance at specified sensor current                                                                                                                               |                        | $R_s$       | 9,5     | 10,5               | kΩ     |
| Thermistor B constant <sup>e</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 $\phi_e$ 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 $\phi_e$ or $I_{op}$                                   |                        | $V_p$       | –       | 2,5                | V      |
| <sup>a</sup> Upper limit in this document. Actual maximum modulation speed shall be designated by a system requirement.                                              |                        |             |         |                    |        |
| <sup>b</sup> Definition and conditions according to ITU-T Recommendation G.957, PRBS 2 <sup>23</sup> – 1, $V_{Rm} = V_{Rmc} \pm \frac{1}{2} V_{Rmpp}$ .              |                        |             |         |                    |        |
| <sup>c</sup> According to ITU-T Recommendation G.694.1.                                                                                                              |                        |             |         |                    |        |
| <sup>d</sup> $V_{Rm} = 1/2 V_{Rmpp}$ , 50 Ω termination, measurement frequency should be specified by system requirement.                                            |                        |             |         |                    |        |
| <sup>e</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                 | Test Na<br>Temperature:<br>$T_A = T_{\text{stg min.}}$<br>$T_B = T_{\text{stg max.}}$<br>Number of cycles = 100<br>duration of exposure <sup>d</sup>                                                                                                                                                     | 11                                                     |
|                                                        | Damp heat                  | IEC 60068-2-78                 | $T = 40\text{ °C}$ , RH = 95 %, 56 days                                                                                                                                                                                                                                                                  | 11                                                     |
|                                                        | Cyclic moisture resistance | MIL-STD-883-1<br>Method 1004.7 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 11                                                     |
| Endurance test of laser diode on submount              |                            | IEC 62572-3                    | Temperature: at least two test temperatures:<br>$\phi_e$ specified, constant power<br>$T_{\text{sub1}} = T_{\text{sub max.}}$<br>$T_{\text{sub2}} \leq (T_{\text{sub1}} - 20)\text{ °C}$ or<br>$T_{\text{sub2}} \leq (T_{\text{sub1}} - 10)\text{ °C}$ if applicable<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 62572-3                    | 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>$T_{\text{sub2}} \leq (T_{\text{sub1}} - 30\text{ °C})$<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: 20 000<br>$T_{\text{case}} = T_{\text{op max}}$<br>$T_{\text{sub}} = T_{\text{case}}$ to $(T_{\text{case}} - \Delta T_{\text{max}})$                                                                                                                                                   | 11                                                     |
| High temperature storage of the thermal sensor         |                            | MIL-STD-883-1<br>Method 1008.2 | $T = T_{\text{stg max}}$ of the sensor                                                                                                                                                                                                                                                                   | 25                                                     |
| Fibre pull                                             |                            | IEC 61300-2-4                  | 5 s, 3 times, pull force <sup>e</sup> :<br>10 N for fibre cables<br>5,0 N for buffered fibres<br>2,0 N for primary coated fibres                                                                                                                                                                         | 11                                                     |
| Mechanical shock                                       |                            | IEC 60068-2-27                 | 5 000 m/s <sup>2</sup> , 1,0 ms<br>5 times/axis                                                                                                                                                                                                                                                          | 11                                                     |
| Vibration                                              |                            | IEC 60068-2-6                  | 200 m/s <sup>2</sup> , 20 Hz to 2 000 Hz,<br>4 min/cycle, 4 cycles/axis                                                                                                                                                                                                                                  | 11                                                     |
| Thermal shock                                          |                            | IEC 60068-2-14                 | $\Delta T = 100\text{ °C}$                                                                                                                                                                                                                                                                               | 11                                                     |

| Test              | Reference    | Conditions                   | Sample size |
|-------------------|--------------|------------------------------|-------------|
| 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.

<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.

<sup>c</sup> The number shall be determined by discussion between the manufacturers and users concerned.

<sup>d</sup> Duration of exposure shall be specified in the relevant specification.

<sup>e</sup> Pull force shall be specified by the corresponding fibre/cable categories described in IEC 61300-2-4.

Table 7 – Recommended performance test failure criteria

| Device       | Parameter                               | Failure criterion                                                                                      | Measurement condition                               |
|--------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Laser diode  | Threshold current or operating current  | $\geq 50\%$ increase <sup>a</sup> or<br>$\geq 10\text{ mA}$ increase if $I_{(TH)}$<br>$< 20\text{ mA}$ | 25 °C or life test temperature                      |
|              | Slope efficiency                        | $\geq 10\%$ change <sup>a</sup>                                                                        | 25 °C or life test temperature                      |
|              | Forward voltage                         | $\geq 10\%$ change <sup>a</sup>                                                                        | 25 °C or life test temperature                      |
|              | Kinks in L/I curve                      | Linearity change $> 10\%$<br>within $1,2 \times \phi_e$ <sup>a</sup>                                   | $T_{op\ min}$ , 25 °C, $T_{op\ max}$                |
|              | Wavelength                              | See application                                                                                        | 25 °C <sup>b</sup>                                  |
| Photodiode   | Dark current                            | $\geq USL$ or $\geq 10\text{ nA}$ increase <sup>a</sup>                                                | 25 °C                                               |
| Laser module | Laser threshold or operating current    | $\geq 50\%$ increase <sup>a</sup> or<br>$\geq 10\text{ mA}$ increase if $I_{(TH)}$<br>$< 20\text{ mA}$ | 25 °C or life test temperature                      |
|              | Fibre output power                      | $\geq 10\%$ change <sup>a</sup>                                                                        | Life test temperature<br>$I_M$ set to initial value |
|              | Kinks in L/I curve                      | Linearity change $> 10\%$<br>within $1,2 \times \phi_e$ <sup>a</sup>                                   | $T_{op\ min}$ , 25 °C, $T_{op\ max}$                |
|              | Wavelength                              | See application                                                                                        | See application                                     |
|              | Tracking ratio<br>( $I_M / P_{fibre}$ ) | $< LSL$ , $\geq USL$                                                                                   | $T_{op\ min} - T_{op\ max}$<br>at rated power level |
|              | Photodiode dark current                 | $\geq USL$ or $\geq 10\text{ nA}$ increase <sup>a</sup>                                                | 25 °C                                               |
|              | Thermistor resistance                   | $\geq 5\%$ change <sup>a</sup>                                                                         | 25 °C or life test temperature $T_{sub}$            |
|              | Thermal electric cooler current         | $\geq \pm 10\%$ change <sup>a</sup>                                                                    | To maintain constant $\Delta T$ during test         |
|              | Thermal electric cooler voltage         | $\geq \pm 10\%$ 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 document shall conform to IEC 60950-1.

### **6.2 Laser safety**

Transmitters shall be verified 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-3:2023

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

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

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

ITU-T Recommendation G.709/Y.1331, *Interfaces for the optical transport network*

ITU-T Recommendation G.959.1, *Optical transport network physical layer interfaces*

ITU-T Recommendation G.989.1, *40-Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2): General requirements*

ITU-T Recommendation G.989.2, *40-Gigabit-capable passive optical networks 2 (NG-PON2): Physical media dependent (PMD) layer specification*

---

## SOMMAIRE

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                               | 17 |
| INTRODUCTION.....                                                                                | 19 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                    | 20 |
| 2 Références normatives .....                                                                    | 20 |
| 3 Termes, définitions et abréviations .....                                                      | 21 |
| 3.1 Termes et définitions .....                                                                  | 21 |
| 3.2 Abréviations.....                                                                            | 21 |
| 4 Paramètres relatifs au produit.....                                                            | 22 |
| 4.1 Valeurs limites absolues .....                                                               | 22 |
| 4.2 Environnement de fonctionnement .....                                                        | 22 |
| 4.3 Spécification fonctionnelle .....                                                            | 23 |
| 4.4 Schémas.....                                                                                 | 24 |
| 5 Essais .....                                                                                   | 25 |
| 5.1 Généralités .....                                                                            | 25 |
| 5.2 Essais de caractérisation .....                                                              | 25 |
| 5.3 Essais de performance .....                                                                  | 26 |
| 6 Spécifications relatives à l'environnement .....                                               | 28 |
| 6.1 Sécurité générale.....                                                                       | 28 |
| 6.2 Sécurité du laser.....                                                                       | 28 |
| Bibliographie.....                                                                               | 29 |
| Figure 1 – Représentation schématique d'un émetteur à diodes laser à modulateur<br>intégré ..... | 24 |
| Tableau 1 – Valeurs limites absolues .....                                                       | 22 |
| Tableau 2 – Environnement de fonctionnement.....                                                 | 22 |
| Tableau 3 – Conditions de fonctionnement pour la spécification fonctionnelle .....               | 23 |
| Tableau 4 – Spécification fonctionnelle .....                                                    | 23 |
| Tableau 5 – Essais de caractérisation.....                                                       | 25 |
| Tableau 6 – Plan d'essais de performance.....                                                    | 26 |
| Tableau 7 – Critères de défaillance recommandés pour les essais de performance .....             | 28 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS FIBRONIQUES –  
NORMES DE PERFORMANCES –****Partie 3: Émetteurs à diodes laser à modulateur intégré  
pour systèmes de transmission fibroniques 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. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'a pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

L'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. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2020. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) spécification de la force de traction pour l'essai de traction sur fibre dans le Tableau 6 selon le type de fibre;
- b) modification du symbole pour la puissance rayonnée sans non-linéarité dans le Tableau 4 et dans le Tableau 5;
- c) remplacement des symboles non définis dans le Tableau 7;
- d) ajout de l'IEC 62149-1 comme référence normative.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

| Projet       | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 86C/1839/CDV | 86C/1864/RVC    |

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous [www.iec.ch/publications](http://www.iec.ch/publications).

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62149, publiées sous le titre général *Composants et dispositifs actifs fibroniques – Normes de performances*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

## INTRODUCTION

Les émetteurs fibroniques sont utilisés pour convertir les signaux électriques en signaux optiques. Le présent document couvre la norme de performance relative aux modulateurs optiques avec diodes laser intégrées de façon monolithique, destinés à des systèmes de télécommunications optiques 40 Gbit/s. Le présent document s'applique aux formats de codage tout ou rien.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-3:2023

## COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS FIBRONIQUES – NORMES DE PERFORMANCES –

### Partie 3: Émetteurs à diodes laser à modulateur intégré pour systèmes de transmission fibroniques 40 Gbit/s

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62149 couvre les spécifications de performance concernant les modulateurs optiques à électroabsorption (EA) avec diodes laser intégrées de façon monolithique, destinés à des systèmes de transmission fibroniques 40 Gbit/s. Le présent document contient des définitions des exigences de performances de produits, ainsi qu'une série d'essais et de mesures, avec des conditions, des sévérités et des critères d'acceptation/de rejet clairement définis. Les essais sont destinés à être réalisés à titre de vérification initiale de conception, pour prouver la capacité d'un quelconque produit à satisfaire aux exigences du présent document. Le présent document s'applique aux formats de modulation tout ou rien.

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

#### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

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

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

IEC 60068-2-27, *Essais d'environnement – Partie 2-27: 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 61300-2-4, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Procédures fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-4: Essais – Rétention de la fibre ou du câble*

IEC 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*

IEC 62149-1, *Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Normes de performances – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

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

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

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

MIL-STD-883-1, *U.S. Department of Defense – Test method standard – Environmental test methods for microcircuits, Part 1: Test methods 1000-1999*

### 3 Termes, définitions et abréviations

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 62007-1 et l'IEC 62149-1 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

#### 3.2 Abréviations

|      |                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------|
| EA   | électroabsorption                                              |
| LD   | laser diode (diode laser)                                      |
| LSL  | lower standard limit (limite inférieure normalisée)            |
| PD   | photodiode                                                     |
| PRBS | pseudo-random bit sequence (séquence de bits pseudo-aléatoire) |
| RF   | radiofréquence                                                 |
| HR   | humidité relative                                              |
| USL  | upper standard limit (limite supérieure normalisée)            |

## 4 Paramètres relatifs au produit

### 4.1 Valeurs limites absolues

Les valeurs limites absolues (maximales et/ou minimales) données dans le Tableau 1 impliquent l'absence de dommage catastrophique si le produit est soumis à ces valeurs limites, à condition que chaque paramètre en limite soit considéré isolément et que tous les autres paramètres présentent des valeurs s'inscrivant dans les paramètres de performance conventionnels. Il convient de ne pas présumer que les valeurs limites de plusieurs paramètres peuvent être appliquées simultanément.

**Tableau 1 – Valeurs limites absolues**

| Paramètre                                                                   | Symbole     | Valeur minimale | Valeur maximale        | Unité |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|------------------------|-------|
| 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 spécifiée par rapport au boîtier) | $T_{sld}$   | –               | +260<br>(pendant 10 s) | °C    |
| <b>Diode laser</b>                                                          |             |                 |                        |       |
| Tension inverse                                                             | $V_{R(LD)}$ | –               | 2                      | V     |
| Courant continu direct                                                      | $I_{F(LD)}$ | –               | 200                    | mA    |
| Puissance continue rayonnée                                                 | $\phi_e$    | –               | 10                     | mW    |
| <b>Photodiode</b>                                                           |             |                 |                        |       |
| Tension inverse                                                             | $V_{R(PD)}$ | –               | 10                     | V     |
| Courant direct                                                              | $I_{F(PD)}$ | –               | 1                      | mA    |
| <b>Modulateur</b>                                                           |             |                 |                        |       |
| Tension de modulation inverse                                               | $V_{Rm}$    | –               | 5                      | V     |
| Tension de modulation directe                                               | $V_{Fm}$    | –               | 1                      | V     |
| <b>Refroidisseur thermoélectrique</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**

| Paramètre                                                                                                                                                                 | Symbole    | Valeur   |          | Unité |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|-------|
|                                                                                                                                                                           |            | 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 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 pour $T_{LD} = T_{op}$ ,<br>$I_{F(LD)} = I_{op}$<br>$V_{Rm} = 0$ V, sauf indication contraire                                                       |                                | Symbole     | Valeur   |                    | Unité  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|----------|--------------------|--------|
|                                                                                                                                                                                    |                                |             | Minimale | Maximale           |        |
| Diode laser et à modulateur                                                                                                                                                        |                                |             |          |                    |        |
| Vitesse de modulation                                                                                                                                                              |                                | $X$         | –        | 43,02 <sup>a</sup> | Gbit/s |
| Tension directe pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée                                                                                                                      |                                | $V_{F(LD)}$ | –        | 2,2                | V      |
| Courant de seuil                                                                                                                                                                   |                                | $I_{(TH)}$  | –        | 50                 | mA     |
| Puissance rayonnée pour la valeur $I_{op}$ spécifiée                                                                                                                               |                                | $\phi_e$    | 0,5      | –                  | mW     |
| Puissance rayonnée sans non-linéarité                                                                                                                                              |                                | $\phi_{ek}$ | 0,6      | –                  | mW     |
| Rapport d'extinction pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée<br>(dans des conditions modulées) <sup>b</sup>                                                                  |                                | $r_{ER}$    | 8,2      | –                  | dB     |
| Longueur d'onde d'émission de crête pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée<br>(dans des conditions modulées) <sup>b, c</sup>                                                |                                | $\lambda_P$ | c        | c                  | nm     |
| Taux de suppression des modes latéraux pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée<br>(dans des conditions modulées) <sup>b</sup>                                                |                                | $r_{SMSR}$  | 30       | –                  | dB     |
| Temps de commutation pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée<br>(dans des conditions modulées)                                                                               | Temps de montée <sup>b</sup>   | $t_r$       | –        | 600/ $X$           | ps     |
|                                                                                                                                                                                    | Temps de descente <sup>b</sup> | $t_f$       | –        | 600/ $X$           | ps     |
| Affaiblissement de réflexion RF pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée <sup>d</sup>                                                                                         |                                | $S_{11}$    | 6,0      | –                  | dB     |
| Pénalité de transmission due à la dispersion pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée, dans des conditions de modulation et pour une longueur de fibre spécifiée <sup>b</sup> |                                | $P_e$       | –        | 2                  | dB     |
| Photodiode de contrôle                                                                                                                                                             |                                |             |          |                    |        |
| Courant d'extinction pour $\phi_e = 0$ et la valeur $V_{R(PD)}$ spécifiée                                                                                                          |                                | $I_{DARK}$  | –        | 10                 | nA     |
| Courant de contrôle pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée et la valeur $V_{R(PD)}$ spécifiée                                                                               |                                | $I_M$       | 50       | 2 000              | μA     |

| Caractéristiques et conditions pour $T_{LD} = T_{op}$ ,<br>$I_{F(LD)} = I_{op}$<br>$V_{Rm} = 0 \text{ V}$ , sauf indication contraire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Symbole  | Valeur   |          | Unité |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|-------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          | Minimale | Maximale |       |
| Erreur de poursuite dans la gamme des températures de fonctionnement, en prenant comme référence une température de 25 °C, pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée et la valeur $V_{R(PD)}$ spécifiée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $E_{tr}$ | –0,5     | 0,5      | dB    |
| <b>Capteur thermique</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |          |          |       |
| Résistance au courant du capteur spécifié                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $R_s$    | 9,5      | 10,5     | kΩ    |
| Constante B de la thermistance <sup>e</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $B$      | 3 300    | 3 950    | K     |
| <b>Refroidisseur thermoélectrique</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |          |          |       |
| Courant du refroidisseur pour $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ et $\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $I_p$    | –        | 1,5      | A     |
| Tension du refroidisseur pour $\Delta T = T_{case(max)} - T_{LD}$ et $\Delta T = T_{LD} - T_{case(min)}$ pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $V_p$    | –        | 2,5      | V     |
| <p><sup>a</sup> Limite supérieure dans le présent document. La vitesse de modulation maximale réelle doit être stipulée par une exigence système.</p> <p><sup>b</sup> Définition et condition conformément à la Recommandation UIT-T G.957 PRBS 2<sup>23</sup> – 1, <math>V_{Rm} = V_{Rmc} \pm 1/2 V_{Rmpp}</math>.</p> <p><sup>c</sup> Conformément à la Recommandation UIT-T G.694.1.</p> <p><sup>d</sup> <math>V_{Rm} = 1/2 V_{Rmpp}</math>, terminaison 50 Ω, il convient que la fréquence de mesure soit spécifiée par une exigence système.</p> <p><sup>e</sup> <math>B = \ln(R/R_0)/(1/T - 1/T_0)</math>, où <math>R</math> est la résistance à la température ambiante <math>T</math> (K) et <math>R_0</math> est la résistance à la température ambiante <math>T_0</math> (K).</p> |          |          |          |       |

#### 4.4 Schémas

La Figure 1 fournit une représentation schématique d'un émetteur à diodes laser à modulateur intégré.

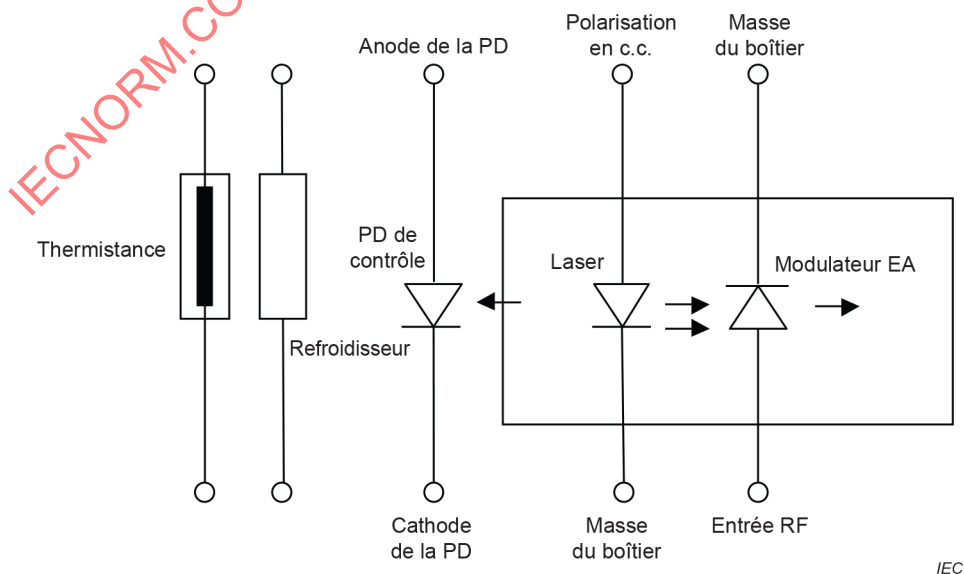


Figure 1 – Représentation schématique d'un émetteur à diodes laser à modulateur intégré

## 5 Essais

### 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 de température du boîtier pour tous les essais sont fixées à  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ , sauf indication contraire.

### 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 pour $T_{LD} = T_{op}$ ,<br>$I_{F(LD)} = I_{op}$<br>$V_{Rm} = 0\text{ V}$ , sauf indication contraire                                                                        |                                | Symbole     | Valeur   |                    | Unité  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|----------|--------------------|--------|
|                                                                                                                                                                                                             |                                |             | Minimale | Maximale           |        |
| Diode laser et à modulateur                                                                                                                                                                                 |                                |             |          |                    |        |
| Vitesse de modulation                                                                                                                                                                                       |                                | $X$         | –        | 43,02 <sup>a</sup> | Gbit/s |
| Tension directe pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée                                                                                                                                               |                                | $V_{F(LD)}$ | –        | 2,2                | V      |
| Courant de seuil                                                                                                                                                                                            |                                | $I_{(TH)}$  | –        | 50                 | mA     |
| Puissance rayonnée pour la valeur $I_{op}$ spécifiée                                                                                                                                                        |                                | $\phi_e$    | 0,5      | –                  | mW     |
| Puissance rayonnée sans non-linéarité                                                                                                                                                                       |                                | $\phi_{ek}$ | 0,6      | –                  | mW     |
| Rapport d'extinction pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée<br>(dans des conditions modulées) <sup>b</sup>                                                                                           |                                | $r_{ER}$    | 8,2      | –                  | dB     |
| Longueur d'onde d'émission de crête pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée<br>(dans des conditions modulées) <sup>b, c</sup>                                                                         |                                | $\lambda_P$ | c        | c                  | nm     |
| Taux de suppression des modes latéraux pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée<br>(dans des conditions modulées) <sup>b</sup>                                                                         |                                | $r_{SMSR}$  | 30       | –                  | dB     |
| Temps de commutation pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée<br>(dans des conditions modulées)                                                                                                        | Temps de montée <sup>b</sup>   | $t_r$       | –        | 600/ $X$           | ps     |
|                                                                                                                                                                                                             | Temps de descente <sup>b</sup> | $t_f$       | –        | 600/ $X$           | ps     |
| Affaiblissement de réflexion RF pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée <sup>d</sup>                                                                                                                  |                                | $S_{11}$    | 6,0      | –                  | dB     |
| Pénalité de transmission due à la dispersion pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée, dans des conditions de modulation et pour une longueur de fibre spécifiée <sup>b</sup>                          |                                | $P_e$       | –        | 2                  | dB     |
| Photodiode de contrôle                                                                                                                                                                                      |                                |             |          |                    |        |
| Courant d'extinction pour $\phi_e = 0$ et la valeur $V_{R(PD)}$ spécifiée                                                                                                                                   |                                | $I_{DARK}$  | –        | 10                 | nA     |
| Courant de contrôle pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée et la valeur $V_{R(PD)}$ spécifiée                                                                                                        |                                | $I_M$       | 50       | 2 000              | µA     |
| Erreur de poursuite dans la gamme des températures de fonctionnement, en prenant comme référence une température de 25 °C, pour la valeur $\phi_e$ ou $I_{op}$ spécifiée et la valeur $V_{R(PD)}$ spécifiée |                                | $E_{tr}$    | –0,5     | 0,5                | dB     |