

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic active components and devices – Performance standards –  
Part 9: Seeded reflective semiconductor optical amplifier transceivers**

**Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Normes de performances –  
Partie 9: Émetteurs-récepteurs amplificateurs optiques à semiconducteurs  
réfléchissants répartis**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-9:2014



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

### About the IEC

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

### About IEC publications

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

#### IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

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

#### IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

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

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

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

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

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

### A propos de l'IEC

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

### A propos des publications IEC

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

#### Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

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

#### Recherche de publications IEC - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

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

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

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

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

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

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic active components and devices – Performance standards –  
Part 9: Seeded reflective semiconductor optical amplifier transceivers**

**Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Normes de performances –  
Partie 9: Émetteurs-récepteurs amplificateurs optiques à semiconducteurs  
réfléchissants répartis**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

Q

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-8322-1542-5

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                               | 3  |
| INTRODUCTION.....                                                           | 5  |
| 1 Scope.....                                                                | 6  |
| 2 Normative references .....                                                | 6  |
| 3 Terms, definitions, symbols and abbreviations.....                        | 7  |
| 3.1 Terms and definitions.....                                              | 7  |
| 3.2 Symbols and abbreviations .....                                         | 7  |
| 4 Product parameters .....                                                  | 8  |
| 4.1 Absolute limiting ratings .....                                         | 8  |
| 4.2 Operating environment.....                                              | 8  |
| 4.3 Functional specification .....                                          | 9  |
| 5 Testing .....                                                             | 9  |
| 5.1 General.....                                                            | 9  |
| 5.2 Characterization testing .....                                          | 9  |
| 5.3 Performance testing.....                                                | 9  |
| 6 Environmental specifications .....                                        | 9  |
| 6.1 General safety .....                                                    | 9  |
| 6.2 Laser safety .....                                                      | 9  |
| 6.3 Electromagnetic compatibility (EMC) requirements .....                  | 9  |
| Annex A (normative) Specifications for seeded RSOA transceivers.....        | 10 |
| A.1 Absolute limiting ratings .....                                         | 10 |
| A.2 Operating environment.....                                              | 10 |
| A.3 Functional specification .....                                          | 10 |
| A.4 Diagrams .....                                                          | 11 |
| A.5 Labelling.....                                                          | 12 |
| A.6 Testing .....                                                           | 12 |
| A.6.1 General .....                                                         | 12 |
| A.6.2 Characterization testing.....                                         | 12 |
| A.6.3 Performance testing .....                                             | 13 |
| Annex B (normative) Sample size, sequencing and grouping requirements ..... | 15 |
| Bibliography.....                                                           | 16 |
| Figure 1 – Seeded DWDM transmission based on RSOA transceivers .....        | 5  |
| Figure A.1 – Receiver section schematic .....                               | 12 |
| Figure A.2 – Transmitter section schematic .....                            | 12 |
| Table 1 – Operating environment.....                                        | 8  |
| Table A.1 – Absolute limiting ratings .....                                 | 10 |
| Table A.2 – Receiver section: functional specification .....                | 10 |
| Table A.3 – Transmitter section: functional specification .....             | 11 |
| Table A.4 – Transmitter section characterization tests .....                | 13 |
| Table A.5 – Receiver section characterization tests .....                   | 13 |
| Table A.6 – Performance test plan .....                                     | 14 |
| Table B.1 – Sample size, sequencing and grouping requirements .....         | 15 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC ACTIVE COMPONENTS AND DEVICES –  
PERFORMANCE STANDARDS –****Part 9: Seeded reflective semiconductor optical amplifier transceivers**

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62149-9 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

| CDV          | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 86C/1145/CDV | 86C/1222/RVC     |

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

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

A list of all parts of the IEC 62149 series, published under the general title *Fibre optic active components and devices – Performance standards*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

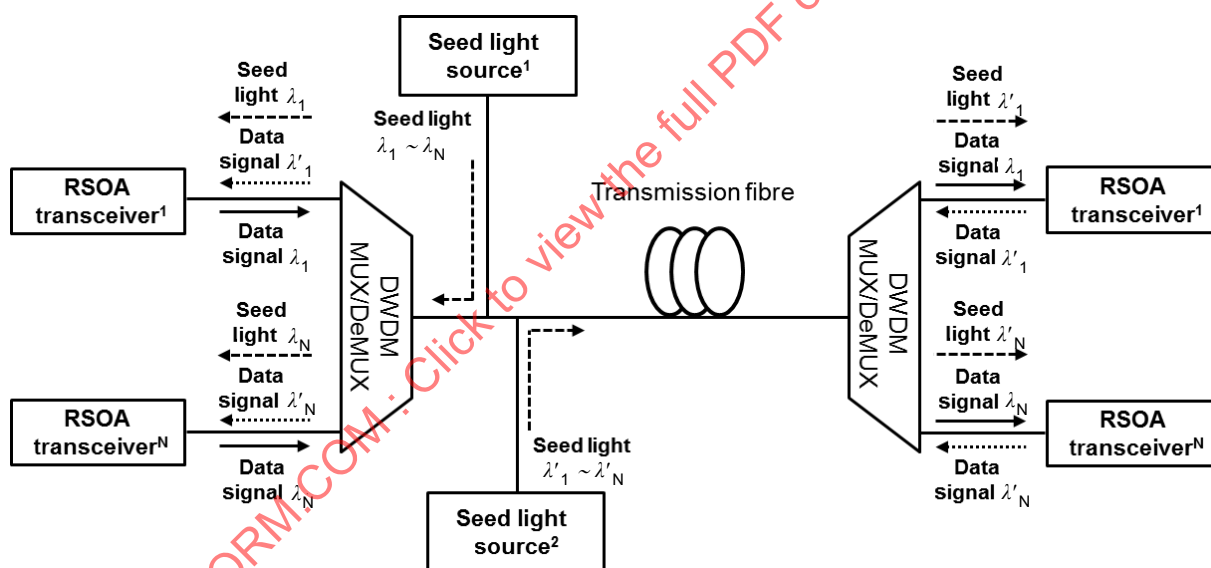
- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-9:2014

## INTRODUCTION

Fibre optic laser devices are used to convert electrical signals into optical signals. This part of IEC 62149 covers the performance specification for seeded reflective semiconductor optical amplifier (RSOA) transceivers in fibre optic telecommunication and optical data transmission applications. The optical performance criteria are generally well specified for a number of internationally agreed applications areas such as ITU-T Recommendation G.698.3. This standard aims to provide optical interface specifications toward the realization of transversely compatible seeded dense wavelength division multiplexing (DWDM) systems.

In seeded DWDM systems, seed light sources are used to generate broadband seed lights in C-band or L-band. After passing through DWDM DeMUXs in the link, the broadband seed lights are spectrum sliced according to the transmission characteristics of DWDM DeMUXs. To simplify link implementation, cyclic arrayed waveguide gratings (AWGs) are used as DWDM MUX/DeMUXs. A characteristic of the cyclic AWG is the periodicity of the frequencies routed from the common port to a given output port. This periodicity is called the free spectral range (FSR). The FSR is commonly specified for a centre channel of the AWG. The connection between the DWDM MUX/DeMUX and RSOA transceiver is bidirectional. Each spectrum sliced seed light is injected to a RSOA based transceiver. Consequently, an output signal wavelength of the RSOA transceiver can be determined by a wavelength of an injected seed light.



IEC 1186/14

**Figure 1 – Seeded DWDM transmission based on RSOA transceivers**

Seeded RSOA transceivers for seeded DWDM systems are supplied by different manufacturers, but do not guarantee operation of seeded RSOA transceivers. Manufacturers using the standards are responsible for meeting the required performance and/or reliability and quality assurance under a recognized scheme.

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

### Part 9: Seeded reflective semiconductor optical amplifier transceivers

#### 1 Scope

This part of IEC 62149 covers the performance specification for seeded reflective semiconductor optical amplifier (RSOA) transceivers used for the fibre optic telecommunication and optical data transmission applications. The performance standard contains a definition of the product performance requirements together with a series of sets of tests and measurements with clearly defined conditions, severities, and pass/fail criteria. The tests are intended to be run on a “once-off” basis to prove any product’s ability to satisfy the performance standard’s requirements.

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

#### 2 Normative references

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

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

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

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

IEC 60068-2-38, *Environmental testing – Part 2-38: Tests – Test Z/AD: Composite temperature/humidity cyclic test*

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

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

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

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

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

IEC 61300-2-47, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-47: Tests – Thermal shocks*

IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*

Recommendation ITU-T G.698.3:2012, *Multichannel seeded DWDM applications with single-channel optical interfaces*

Recommendation ITU-T G.691:2006, *Optical interface for single channel STM-64 and other SDH systems with optical amplifiers*

### 3 Terms, definitions, symbols and abbreviations

For the purposes of this document, the following terms, definitions, symbols and abbreviated terms apply.

NOTE Terminology concerning *physical concepts, types of devices, general terms, and ratings and characteristics* of semiconductor devices can be found in IEC 60747-5-1. In addition, the definitions for *essential ratings and characteristics* of semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications can be found in IEC 62007-1.

#### 3.1 Terms and definitions

The following terms are defined for the specific characteristics of seeded RSOA transceivers.

##### 3.1.1

##### **central wavelength**

central wavelength of the seeded RSOA transceiver when it is operated at the normal operating conditions which are specified in the sectional specification of the seeded RSOA transceiver

##### 3.1.2

##### **modulation speed**

digital modulation speed with an optimum modulation amplitude between the operating current and threshold current level

##### 3.1.3

##### **seed light**

light used to determine output wavelength of RSOA transceiver

#### 3.2 Symbols and abbreviations

|           |                               |
|-----------|-------------------------------|
| $E_r$     | extinction ratio              |
| $P_s$     | seed light power              |
| $I_{IL}$  | data input current – low      |
| $I_{IH}$  | data input current – high     |
| $I_{out}$ | output current                |
| $P_o$     | optical output power          |
| $P_d$     | alarm on level                |
| $P_a$     | alarm off level               |
| $R_{DL}$  | data output load              |
| $S$       | receiver sensitivity          |
| $TD$      | transmit disable function     |
| $T_{amb}$ | ambient operating temperature |
| $T_{stg}$ | storage temperature           |

|                   |                                              |
|-------------------|----------------------------------------------|
| $T_r$             | optical output rise time                     |
| $T_f$             | optical output fall time                     |
| $V_{cc}$          | power supply voltage                         |
| $V_{IL} - V_{cc}$ | data input voltage – low                     |
| $V_{IH} - V_{cc}$ | data input voltage – high                    |
| $V_{oh}$          | alarm output high voltage                    |
| $V_{ol}$          | alarm output low voltage                     |
| $V_{ol} - V_{cc}$ | data output voltage – low                    |
| $V_{oh} - V_{cc}$ | data output voltage – high                   |
| $V_{pp}$          | transmitter differential input voltage swing |
| $\lambda_{ce}$    | central wavelength                           |
| $\Delta\lambda$   | spectral width (r.m.s)                       |

| Abbreviation | Term                                       |
|--------------|--------------------------------------------|
| AWG          | arrayed waveguide grating                  |
| DeMUXs       | demultiplexers                             |
| DWDM         | dense wavelength division multiplexing     |
| ESD          | electrostatic discharge                    |
| FSR          | free spectral range                        |
| HBM          | human body model                           |
| RH           | relative humidity                          |
| MUX          | multiplexer                                |
| RSOA         | reflective semiconductor optical amplifier |

## 4 Product parameters

### 4.1 Absolute limiting ratings

Absolute limiting (maximum and/or minimum) ratings imply that no catastrophic damage will occur if the product is subject to these ratings for short periods, provided each limiting parameter is in isolation and all other parameters have values within the normal performance parameters. It should not be assumed that limiting value of more than one parameter can be applied at any one time. The absolute maximum ratings of 1,25 Gb/s signalling speed type is listed in Annex A.

### 4.2 Operating environment

The operating environment of the seeded RSOA transceivers is specified in Table 1.

**Table 1 – Operating environment**

| Parameter             | Symbol   | Value   |         | Unit |
|-----------------------|----------|---------|---------|------|
|                       |          | Minimum | Maximum |      |
| Operating temperature | $T_{op}$ | –10     | +80     | °C   |

### 4.3 Functional specification

Functional specifications of 1,25 Gb/s modulation speed and application area are listed in Annex A.

## 5 Testing

### 5.1 General

Qualification maintenance is carried using periodic testing programs. Test conditions for all tests, unless otherwise stated, are  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ .

### 5.2 Characterization testing

Characterization shall be carried out on at least 20 products taken from at least three different manufacturing lots. The characteristics and conditions of the RSOA diode are tested at the operating temperature and the operating current to satisfy the functional specifications defined in 4.3.

### 5.3 Performance testing

Performance testing is undertaken when characterization testing is complete. The performance test plan and recommended performance test failure criteria are specified in Annex A.

## 6 Environmental specifications

### 6.1 General safety

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

### 6.2 Laser safety

Fibre optic transmitters and transceivers using the laser diode specified in this standard shall be class 3R laser certified under any condition of operation. This includes single fault conditions whether coupled into a fibre or out of an open bore. Fibre optic transmitters and transceivers using the laser diode specified in this standard shall be certified to be in conformance with IEC 60825-1.

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

### 6.3 Electromagnetic compatibility (EMC) requirements

Products defined in this standard shall comply with suitable requirements for electromagnetic compatibility (in terms of both emission and immunity), depending on particular usage/environment in which they are intended to be installed or integrated. Guidance to the drafting of such EMC requirements is provided in IEC Guide 107. Guidance for electrostatic discharge (ESD) is still under study.

## Annex A (normative)

### Specifications for seeded RSOA transceivers

#### A.1 Absolute limiting ratings

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

**Table A.1 – Absolute limiting ratings**

| Parameter                                                                           | Symbol           | Value   |                            | Unit |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------|----------------------------|------|
|                                                                                     |                  | Minimum | Maximum                    |      |
| Storage temperature                                                                 | $T_{\text{stg}}$ | –40     | +85                        | °C   |
| Ambient operating temperature                                                       | $T_{\text{amb}}$ | –10     | +80                        | °C   |
| Lead soldering temperature                                                          |                  |         | 260/10                     | °C/s |
| Output current                                                                      | $I_{\text{out}}$ | –25     | +25                        | mA   |
| Data input voltage                                                                  |                  | 0       | $V_{\text{cc}}$            | V    |
| Transmitter differential input voltage swing                                        | $V_{\text{pp}}$  | 0,30    | 1,40                       | V    |
| Supply voltage <sup>a</sup>                                                         | $V_{\text{cc}}$  |         | $(V_{\text{nom}} + 10 \%)$ | V    |
| Relative humidity <sup>b</sup>                                                      | RH               | 5       | 85                         | %    |
| <sup>a</sup> Normal operating voltages ( $V_{\text{nom}}$ ) of 5 V and 3,3 V apply. |                  |         |                            |      |
| <sup>b</sup> No condensation allowed.                                               |                  |         |                            |      |

#### A.2 Operating environment

The requirements of 4.2 shall be met.

#### A.3 Functional specification

The specifications in Tables A.2 and A.3 describe the functional requirements required to meet ITU-T Recommendation G.698.3 specifications.

**Table A.2 – Receiver section: functional specification**

| Parameter                    | Symbol         | Value   |         | Unit | Note |
|------------------------------|----------------|---------|---------|------|------|
|                              |                | Minimum | Maximum |      |      |
| Bit rate/line coding         |                |         | 1,25    | Gb/s | NRZ  |
| Receiver sensitivity         | $S$            |         | –28     | dBm  |      |
| Optical input power          |                |         | –10     | dBm  |      |
| Optical return loss          |                | 12      |         | dB   |      |
| Alarm on level <sup>a</sup>  | $P_{\text{d}}$ | –31     | –29     | dBm  |      |
| Alarm off level <sup>a</sup> | $P_{\text{a}}$ |         | –27     | dBm  |      |
| Hysteresis                   |                | 2,0     | 4,0     | dB   |      |

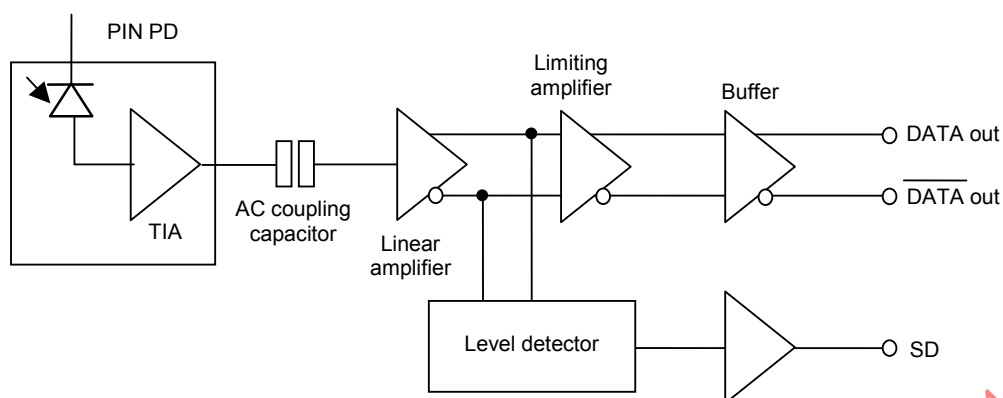
| Parameter                                                                                                                                    | Symbol          | Value                   |                         | Unit          | Note |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|---------------|------|
|                                                                                                                                              |                 | Minimum                 | Maximum                 |               |      |
| Alarm response time                                                                                                                          |                 |                         | 10                      | $\mu\text{s}$ |      |
| Alarm output high voltage (option 2) <sup>b</sup>                                                                                            | $V_{\text{oh}}$ | 2                       | $V_{\text{cc}}$         | V             |      |
| Alarm output low voltage (option 2) <sup>b</sup>                                                                                             | $V_{\text{ol}}$ | 0                       | 0,8                     | V             |      |
| Data output voltage – low <sup>c</sup>                                                                                                       | $V_{\text{OL}}$ | $V_{\text{CC}} - 0,475$ | $V_{\text{CC}} - 0,350$ | V             |      |
| Data output voltage – high <sup>c</sup>                                                                                                      | $V_{\text{OH}}$ | $V_{\text{CC}} - 0,020$ | $V_{\text{CC}}$         | V             |      |
| Data output load                                                                                                                             | $R_{\text{DL}}$ | 50                      |                         | $\Omega$      |      |
| NOTE Refer to Table 2 for operating environment.                                                                                             |                 |                         |                         |               |      |
| <sup>a</sup> Alarm triggered when receive sensitivity is below that specified. Hysteresis value specified as $P_{\text{a}} - P_{\text{d}}$ . |                 |                         |                         |               |      |
| <sup>b</sup> Outputs compatible with LVTTTL inputs.                                                                                          |                 |                         |                         |               |      |
| <sup>c</sup> Outputs compatible with 10 K, 10 KH, 100 K ECL and PECL inputs.                                                                 |                 |                         |                         |               |      |

Table A.3 – Transmitter section: functional specification

| Parameter                                                                                                                                                                         | Symbol                          | Value   |         | Unit          | Note |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------|---------|---------------|------|
|                                                                                                                                                                                   |                                 | Minimum | Maximum |               |      |
| Transmission speed                                                                                                                                                                |                                 |         | 1,25    | Gb/s          |      |
| Central wavelength                                                                                                                                                                | $\lambda_{\text{ce}}$           | 1 520   | 1 570   | nm            |      |
| Seed light power                                                                                                                                                                  | $P_{\text{s}}$                  | –18     |         | dBm           |      |
| Optical output power                                                                                                                                                              | $P_{\text{o}}$                  | –2,5    | 2,5     | dBm           |      |
| Polarization dependent gain                                                                                                                                                       | PDG                             |         | 1,5     | dB            |      |
| Extinction ratio                                                                                                                                                                  | $E_{\text{r}}$                  | 10      |         | dB            |      |
| Optical output rise time (20 % – 80 %)                                                                                                                                            | $T_{\text{r}}$                  |         | 0,26    | ns            |      |
| Optical output fall time (80 % – 20 %)                                                                                                                                            | $T_{\text{f}}$                  |         | 0,26    | ns            |      |
| Output eye <sup>a</sup>                                                                                                                                                           |                                 |         |         |               |      |
| Reflectance                                                                                                                                                                       | $R_{\text{f}}$                  |         | –45     | dB            |      |
| Transmit disable function (optional) <sup>b</sup>                                                                                                                                 | TD                              |         |         |               |      |
| Data input current – low                                                                                                                                                          | $I_{\text{IL}}$                 | –350    |         | $\mu\text{A}$ |      |
| Data input current – high                                                                                                                                                         | $I_{\text{IH}}$                 |         | 350     | $\mu\text{A}$ |      |
| Data input voltage – low <sup>c</sup>                                                                                                                                             | $V_{\text{IL}} - V_{\text{CC}}$ | –1,810  | –1,475  | V             |      |
| Data input voltage – high <sup>c</sup>                                                                                                                                            | $V_{\text{IH}} - V_{\text{CC}}$ | –1,165  | –0,880  | V             |      |
| Transmitter differential input voltage swing                                                                                                                                      | $V_{\text{pp}}$                 | 0,3     |         | V             |      |
| NOTE Refer to Table 2 for operating environment.                                                                                                                                  |                                 |         |         |               |      |
| <sup>a</sup> Compliant with 7.2.5 of ITU-T Recommendation G.698.3:2012.                                                                                                           |                                 |         |         |               |      |
| <sup>b</sup> Optional transmit disable function. Normal TTL function. Transmitter output enabled with no signal present. With logic 'high' input, transmitter output is disabled. |                                 |         |         |               |      |
| <sup>c</sup> Compatible with compatible with 10 K, 10 KH, 100 K ECL and PECL inputs.                                                                                              |                                 |         |         |               |      |

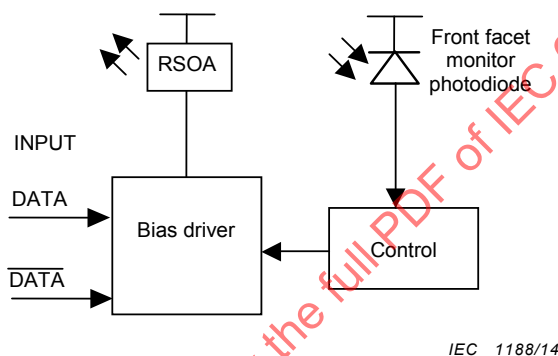
## A.4 Diagrams

The diagrams in Figures A.1 and A.2 are representative examples for the receiver section and transmitter section.



IEC 1187/14

**Figure A.1 – Receiver section schematic**



IEC 1188/14

**Figure A.2 – Transmitter section schematic**

## A.5 Labelling

It is recommended that each transceiver (and supporting documentation) be labelled in a manner visible to the user with at least the following data:

- this standard reference, including variant type;
- applicable safety warnings.

Labelling requirements for class 1 lasers are given in IEC 60825-1.

## A.6 Testing

### A.6.1 General

Qualification maintenance is carried out using periodic testing programs. Test conditions for all tests unless otherwise stated are  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ .

### A.6.2 Characterization testing

Characterization shall be carried out on at least 20 products taken from at least three different manufacturing lots. The test and test limits are given in Tables A.4 and A.5.

**Table A.4 – Transmitter section characterization tests**

| Parameter            | Test conditions                                                                                                                                               | Test limit<br>Minimum | Test limit<br>Maximum | Unit |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------|
|                      | Minimum 20 devices to be measured at 0 °C, 25 °C and 70 °C ( $\pm 2$ ) °C and $V_{cc}$ at ( $V_{nom} - 5\%$ ) V and ( $V_{nom}$ ) V and ( $V_{nom} + 5\%$ ) V |                       |                       |      |
| Optical output power | PRBS 2 <sup>7</sup> -1 at 1,25 Gbit/s modulation                                                                                                              | –2,5                  | 2,5                   | dBm  |
| Central wavelength   | Wavelength of seed light set from 1 527 nm ~ 1 566 nm                                                                                                         | 1 520                 | 1 570                 | nm   |
| Extinction ratio     | PRBS 2 <sup>7</sup> -1 at 1,25 Gbit/s modulation                                                                                                              |                       | 10                    | dB   |
| Eye mask test        | ITU-T Recommendation G.698.3, subclause 7.2.5 <sup>a</sup>                                                                                                    | No hits               | No hits               |      |
| Rise and fall time   | 20 % to 80 %                                                                                                                                                  |                       | 0,26                  | ns   |

<sup>a</sup> The test arrangement and filter tolerances are specified for STM-64 in Annex A of ITU-T Recommendation G.691:2006.

**Table A.5 – Receiver section characterization tests**

| Parameter                            | Test conditions                                                                                                                                                 | Test limit<br>minimum | Test limit<br>maximum | Unit |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------|
|                                      | A minimum 20 devices to be measured at 0 °C, 25 °C and 70 °C ( $\pm 2$ ) °C and $V_{cc}$ at ( $V_{nom} - 5\%$ ) V and ( $V_{nom}$ ) V and ( $V_{nom} + 5\%$ ) V |                       |                       |      |
| Sensitivity at 10 <sup>-12</sup> BER | PRBS modulation NRZ at 1,25 Gbit/s assuming 10 dB extinction ratio source                                                                                       |                       | –28,0                 | dBm  |
| Alarm level high                     | TTL/CMOS compatible logic '1'                                                                                                                                   |                       |                       |      |
| Alarm level low                      | TTL/CMOS compatible logic '0'                                                                                                                                   |                       |                       |      |
| Alarm on threshold                   | PRBS modulation NRZ at 1,25 Gbit/s, assuming 10 dB extinction ratio source                                                                                      |                       | –29,0                 | dBm  |
| Alarm hysteresis                     | PRBS modulation NRZ 1,25 Gbit/s, assuming 10 dB extinction ratio source                                                                                         | 2,0                   | 4,0                   | dB   |
| Maximum input errors                 | $P_{opt}$ set to –2,4 dBm Gate for 3 s using 10 dB extinction ratio source                                                                                      |                       | 3                     |      |

### A.6.3 Performance testing

#### A.6.3.1 Sequence of testing

Performance testing is undertaken when characterization testing is complete.

#### A.6.3.2 Sample size, sequencing and groupings

The performance test plan is given in Table A.6 and the sample size, sequencing and grouping to be used for the tests are as defined in Annex B. Samples may either be a new product or sourced from a previous test.

A total of 96 products (95 + 1 control) are required for performance testing. Control devices are used to determine measurements repeatability.

**Table A.6 – Performance test plan**

| No. | Test                                                    | Requirements                    | Max. | Min. | Unit | Details                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 0   | Full E/O testing per characterization test requirements | Meets specification             |      |      |      | Tests carried out at 0 °C, 25 °C, 70 °C                                     |
| 1   | Solderability                                           | E/O test 25 °C $\Delta S$       | +0,7 | –0,7 | dB   | IEC 60068-2-20                                                              |
|     |                                                         | Visual inspection $\Delta P_o$  | +0,5 | –0,5 | dB   | Steam ageing not required                                                   |
| 2   | Connector mate/demate                                   | E/O test 25 °C $\Delta S$       | +0,7 | –0,7 | dB   | 500 cycles. Clean and measure transmit side every 50 cycles. Same connector |
|     |                                                         | $\Delta P_o$                    | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 3   | ESD                                                     | E/O $\Delta S$                  | +0,7 | –0,7 | dB   | IEC 60749-26, method HBM 500 V                                              |
|     |                                                         | 0 °C, 25 °C, 70 °C $\Delta P_o$ | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 4   | Flammability                                            |                                 |      |      |      | Class UL94-V                                                                |
| 5   | Mechanical shock                                        | E/O test 25 °C $\Delta S$       | +0,7 | –0,7 | dB   | IEC 60068-2-27<br>1 500 g 1,0 ms 5 × per axis                               |
|     |                                                         | $\Delta P_o$                    | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 6   | Vibration                                               | E/O test $\Delta S$             | +0,7 | –0,7 | dB   | IEC 60068-2-6<br>20 g 20 Hz-2 000 Hz, 4 min per cycle, 4 cycles per axis    |
|     |                                                         | 0 °C, 25 °C, 70 °C $\Delta P_o$ | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 7   | Cyclic moisture                                         | E/O test 25 °C $\Delta S$       | +0,7 | –0,7 | dB   | IEC 60068-2-38<br>10 cycles                                                 |
|     |                                                         | $\Delta P_o$                    | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 8   | Resistance to solder heat                               | E/O test 25 °C $\Delta S$       | +0,7 | –0,7 | dB   | IEC 60068-2-20, test Tb, method 1B, 350 °C 3,5 s                            |
|     |                                                         | $\Delta P_o$                    | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 9   | Thermal shock                                           | E/O test 25 °C $\Delta S$       | +0,7 | –0,7 | dB   | IEC 61300-2-47<br>delt temp 100 °C                                          |
|     |                                                         | $\Delta P_o$                    | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 10  | Fast temperature cycle 500 cycles                       | E/O test $\Delta S$             | +0,7 | –0,7 | dB   | IEC 60749-25<br>–40 °C/+85 °C 500 cycles                                    |
|     |                                                         | 0 °C, 25 °C, 70 °C $\Delta P_o$ | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 11  | Fast temperature cycle 1 000 cycles                     | E/O test $\Delta S$             | +0,7 | –0,7 | dB   | As test 10 further 500 cycles                                               |
|     |                                                         | 0 °C, 25 °C, 70 °C $\Delta P_o$ | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 12  | High temperature endurance 500 h                        | E/O test 25 °C $\Delta S$       | +0,7 | –0,7 | dB   | 70 °C, $V_{cc} = (V_{op} + 5 \% V_{op})$                                    |
|     |                                                         | $\Delta P_o$                    | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 13  | High temperature endurance 1 000 h                      | E/O test $\Delta S$             | +0,7 | –0,7 | dB   | As test 12, further 500 h                                                   |
|     |                                                         | 0 °C, 25 °C, 70 °C $\Delta P_o$ | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 14  | High temperature endurance 2 000 h                      | E/O test $\Delta S$             | +0,7 | –0,7 | dB   | As test 13, further 1 000 h                                                 |
|     |                                                         | 0 °C, 25 °C, 70 °C $\Delta P_o$ | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 15  | High temperature endurance 5 000 h                      | E/O test 0 °C, 25 °C, 70 °C     |      |      |      | As test 14, further 3 000 h information only                                |
| 16  | Cold storage 500 h                                      | E/O test 25 °C $\Delta S$       | +0,7 | –0,7 | dB   | –40 °C                                                                      |
|     |                                                         | $\Delta P_o$                    | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 17  | Cold storage 1 000 h                                    | E/O test $\Delta S$             | +0,7 | –0,7 | dB   | As test 16, further 500 h                                                   |
|     |                                                         | 0 °C, 25 °C, 70 °C $\Delta P_o$ | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 18  | Cold storage 2 000 h                                    | E/O test $\Delta S$             | +0,7 | –0,7 | dB   | As test 17, further 1 000 h                                                 |
|     |                                                         | 0 °C, 25 °C, 70 °C $\Delta P_o$ | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 19  | Damp heat 168 h                                         | E/O test 25 °C                  | +0,7 | –0,7 | dB   | IEC 60068-2-78, 40 °C /95 % RH, $V_{cc} = (V_{op} + 5 \% V_{op})$           |
|     |                                                         |                                 | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 20  | Damp heat 500 h                                         | E/O test 25 °C $\Delta S$       | +0,7 | –0,7 | dB   | As test 19, further 332 h                                                   |
|     |                                                         | $\Delta P_o$                    | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 21  | Damp heat 1 000 h                                       | E/O test 25 °C $\Delta S$       | +0,7 | –0,7 | dB   | As test 20, further 500 h                                                   |
|     |                                                         | $\Delta P_o$                    | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |
| 22  | Damp heat 1 344 h                                       | E/O test $\Delta S$             | +0,7 | –0,7 | dB   | As test 21, further 344 h                                                   |
|     |                                                         | 0 °C, 25 °C, 70 °C $\Delta P_o$ | +0,5 | –0,5 | dB   |                                                                             |

## Annex B (normative)

### Sample size, sequencing and grouping requirements

**Table B.1 – Sample size, sequencing and grouping requirements**

| Test |                                     | Sample size | Source  |
|------|-------------------------------------|-------------|---------|
| 0    | Initial testing                     | 95          | New     |
| 1    | Solderability                       | 11          | Test 0  |
| 2    | Connector mate/demate               | 11          | Test 1  |
| 3    | ESD                                 | 6           | Test 2  |
| 4    | Flammability                        | 5           | Test 2  |
| 5    | Mechanical shock                    | 11          | Test 0  |
| 6    | Vibration                           | 11          | Test 5  |
| 7    | Cyclic moisture                     | 11          | Test 0  |
| 8    | Resistance to solder heat           | 11          | Test 7  |
| 9    | Thermal shock                       | 11          | Test 8  |
| 10   | Fast temperature cycle 500 cycles   | 11          | Test 0  |
| 11   | Fast temperature cycle 1 000 cycles | 11          | Test 10 |
| 12   | High temperature endurance 500 h    | 25          | Test 0  |
| 13   | High temperature endurance 1 000 h  | 25          | Test 12 |
| 14   | High temperature endurance 2 000 h  | 25          | Test 13 |
| 15   | High temperature endurance 5 000 h  | 25          | Test 14 |
| 16   | Cold storage 500 h                  | 11          | Test 0  |
| 17   | Cold storage 1 000 h                | 11          | Test 16 |
| 18   | Cold storage 2 000 h                | 11          | Test 17 |
| 19   | Damp heat 168 h                     | 11          | Test 0  |
| 20   | Damp heat 500 h                     | 11          | Test 19 |
| 21   | Damp heat 1 000 h                   | 11          | Test 20 |
| 22   | Damp heat 1 344 h                   | 11          | Test 21 |

The above tests are each intended to be performed individually and in parallel on products, although products from a previous test may be used if desired. Mechanical tests may also be carried out on parts of an identical build but which are intended for use at different bit rates.

## Bibliography

IEC 60191 (all parts), *Mechanical standardization of semiconductor devices*

IEC 60747-5-1, *Discrete semiconductor devices and integrated circuits – Part 5-1: Optoelectronic devices – General*

IEC 60749 (all parts), *Semiconductor devices – Mechanical and climate test methods*

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 61290-1-3, *Optical amplifiers – Test methods – Part 1-3: Power and gain parameters – Optical power meter method*

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

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

IEC 62148-1, *Fibre optic active components and devices – Package and interface standards – Part 1: General and guidance*

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

IEC 62149-4, *Fibre optic active components and devices – Performance standards – Part 4: 1 300 nm fibre optic transceivers for Gigabit Ethernet application*

---

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-9:2014

## SOMMAIRE

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS.....                                                                              | 19 |
| INTRODUCTION.....                                                                              | 21 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                  | 23 |
| 2 Références normatives .....                                                                  | 23 |
| 3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....                                           | 24 |
| 3.1 Termes et définitions .....                                                                | 24 |
| 3.2 Symboles et abréviations .....                                                             | 24 |
| 4 Paramètres du produit .....                                                                  | 25 |
| 4.1 Valeurs limites absolues .....                                                             | 25 |
| 4.2 Environnement de fonctionnement .....                                                      | 26 |
| 4.3 Spécifications fonctionnelles .....                                                        | 26 |
| 5 Essais .....                                                                                 | 26 |
| 5.1 Généralités .....                                                                          | 26 |
| 5.2 Essais de caractérisation .....                                                            | 26 |
| 5.3 Essais de performance .....                                                                | 26 |
| 6 Spécifications d'environnement .....                                                         | 26 |
| 6.1 Sécurité générale.....                                                                     | 26 |
| 6.2 Sécurité liée à l'utilisation de lasers .....                                              | 26 |
| 6.3 Exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM) .....                       | 27 |
| Annexe A (normative) Spécifications des émetteurs-récepteurs RSOA répartis.....                | 28 |
| A.1 Valeurs limites absolues .....                                                             | 28 |
| A.2 Environnement de fonctionnement .....                                                      | 28 |
| A.3 Spécifications fonctionnelles .....                                                        | 28 |
| A.4 Schémas.....                                                                               | 30 |
| A.5 Étiquetage .....                                                                           | 30 |
| A.6 Essais.....                                                                                | 31 |
| A.6.1 Généralités.....                                                                         | 31 |
| A.6.2 Essais de caractérisation.....                                                           | 31 |
| A.6.3 Essais de performance .....                                                              | 32 |
| Annexe B (normative) Nombre d'échantillons, exigences de séquençement et de regroupement ..... | 34 |
| Bibliographie.....                                                                             | 35 |
| Figure 1 – Transmission DWDM répartie fondée sur des émetteurs-récepteurs RSOA .....           | 21 |
| Figure A.1 – Schéma de la section récepteur .....                                              | 30 |
| Figure A.2 – Schéma de la section émetteur .....                                               | 30 |
| Tableau 1 – Environnement de fonctionnement.....                                               | 26 |
| Tableau A.1 – Valeurs limites absolues.....                                                    | 28 |
| Tableau A.2 – Section récepteur: spécifications fonctionnelles .....                           | 29 |
| Tableau A.3 – Section émetteur: spécifications fonctionnelles .....                            | 29 |
| Tableau A.4 – Essais de caractérisation de la section émetteur .....                           | 31 |
| Tableau A.5 – Essais de caractérisation de la section récepteur .....                          | 31 |
| Tableau A.6 – Plan des essais de performance.....                                              | 32 |
| Tableau B.1 – Nombre d'échantillons, exigences de séquençement et de regroupement .....        | 34 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS À FIBRES OPTIQUES –  
NORMES DE PERFORMANCES –****Partie 9: Émetteurs-récepteurs amplificateurs optiques à  
semiconducteurs réfléchissants répartis****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62149-9 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.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| CDV          | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 86C/1145/CDV | 86C/1222/RVC    |

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62149, publiées sous le titre général *Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Normes de performances*, peut être consultée sur le site internet de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

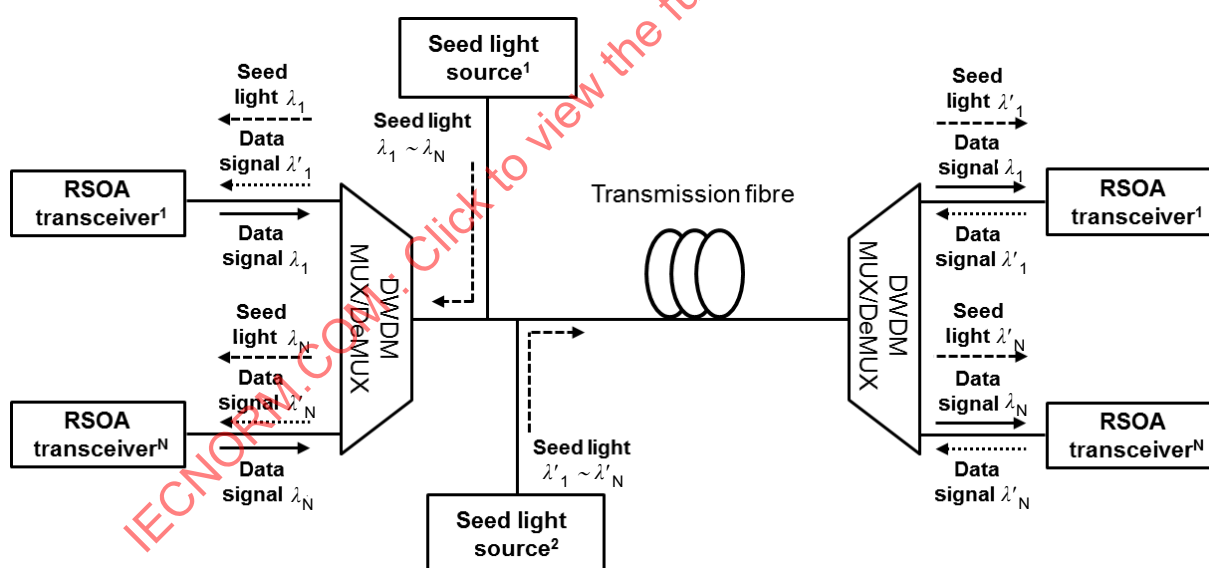
- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-9:2014

## INTRODUCTION

Les dispositifs laser à fibres optiques sont utilisés pour transformer les signaux électriques en signaux optiques. La présente partie de l'IEC 62149 couvre la spécification de performance des émetteurs-récepteurs amplificateurs optiques à semiconducteurs réfléchissants (RSOA) répartis pour les applications de télécommunication à fibres optiques et de transmission de données par moyen optique. Les critères de performances optiques sont généralement bien spécifiés pour un certain nombre de domaines d'application convenus internationalement par exemple dans la Recommandation UIT-T G.698.3. La présente norme a pour objet de fournir des spécifications d'interface optique visant à la réalisation de systèmes répartis de multiplexage en longueur d'onde dense (DWDM) à compatibilité transversale.

Dans un système DWDM réparti, on utilise des sources de rayonnement lumineux à spectre réparti pour générer des rayonnements lumineux répartis à large bande dans la bande C ou dans la bande L. Après avoir traversé des démultiplexeurs DWDM dans le lien, les rayonnements lumineux répartis à large bande sont découpées spectralement en fonction des caractéristiques de transmission des démultiplexeurs DWDM. Pour simplifier la mise en œuvre du lien, on utilise des réseaux de guides d'onde (AWG) cycliques en tant que multiplexeurs/démultiplexeurs DWDM. Une caractéristique de l'AWG cyclique est la périodicité des fréquences acheminées du port commun vers un port de sortie donné. Cette périodicité est appelée plage spectrale libre (FSR). La FSR est couramment spécifiée pour un canal central de l'AWG. La liaison entre le multiplexeur/démultiplexeur DWDM et l'émetteur-récepteur RSOA est bidirectionnelle. Chaque rayonnement lumineux réparti découpée spectralement est injectée dans un émetteur-récepteur RSOA. En conséquence, on peut déterminer la longueur d'onde de l'émetteur-récepteur RSOA par la longueur d'onde d'un rayonnement lumineux réparti injecté.



IEC 1186/14

### Légende

| Anglais            | Français                               |
|--------------------|----------------------------------------|
| Seed light source  | Source de rayonnement lumineux réparti |
| Seed light         | Rayonnement lumineux réparti           |
| RSOA transceiver   | Émetteur-récepteur RSOA                |
| Data signal        | Signal de données                      |
| DWDM MUX/DeMUX     | Multiplexeur/démultiplexeur DWDM       |
| Transmission fibre | Fibre de transmission                  |

Figure 1 – Transmission DWDM répartie fondée sur des émetteurs-récepteurs RSOA

Des émetteurs-récepteurs RSOA répartis pour systèmes DWDM répartis sont fournis par différents fabricants mais ils ne garantissent pas le fonctionnement des émetteurs-récepteurs RSOA répartis. Les fabricants utilisant les normes sont responsables de la conformité avec les performances exigées et/ou de la fiabilité et de l'assurance qualité selon un schéma reconnu.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-9:2014

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

### Partie 9: Émetteurs-récepteurs amplificateurs optiques à semiconducteurs réfléchissants répartis

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62149 couvre la spécification de performance des émetteurs-récepteurs amplificateurs optiques à semiconducteurs réfléchissants (RSOA) répartis utilisés pour les applications de télécommunication à fibres optiques et de transmission de données par moyen optique. La norme de performance contient une définition des exigences de performance de produit ainsi qu'une série de jeux d'essais et de mesures avec des conditions, sévérités et critères d'acceptation/de refus bien définis. Les essais sont destinés à être effectués une seule fois, pour prouver la capacité du produit à satisfaire aux exigences des normes de performance.

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

#### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60068-2-20, *Essais d'environnement – Partie 2-20: Essais – Essai T: Méthodes d'essai de la soudabilité et de la résistance à la chaleur de brasage des dispositifs à broches*

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

IEC 60068-2-38, *Essai d'environnement – Partie 2-38: Essais – Essai Z/AD: Essai cyclique composite de température et d'humidité*

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

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

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

IEC 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 61300-2-47, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-47: Essais – Chocs thermiques*

Guide IEC 107, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*

Recommandation IUT-T G.698.3:2012, *Applications amorcées multicanaux de multiplexage par répartition dense en longueurs d'onde à interfaces optiques monocanal*

Recommandation IUT-T G.691:2006, *Interfaces optiques pour les systèmes STM-64 et autres systèmes SDH monocanaux à amplificateurs optiques*

### 3 Termes, définitions, symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions, symboles et abréviations qui suivent s'appliquent.

NOTE La terminologie des *concepts physiques*, des *types de dispositifs*, des *termes généraux* et des *valeurs limites et caractéristiques* des dispositifs à semiconducteurs peut être consultée dans l'IEC 60747-5-1. De plus, les *définitions des valeurs assignées et caractéristiques essentielles* des dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs pour application dans les systèmes à fibres optiques peuvent être consultées dans l'IEC 62007-1.

#### 3.1 Termes et définitions

Les termes suivants sont définis comme caractéristiques spécifiques des émetteurs-récepteurs RSOA répartis.

##### 3.1.1

##### **longueur d'onde centrale**

longueur d'onde centrale de l'émetteur-récepteur RSOA réparti quand il fonctionne dans les conditions normales de fonctionnement, qui sont spécifiées dans la spécification intermédiaire de l'émetteur-récepteur RSOA réparti

##### 3.1.2

##### **vitesse de modulation**

vitesse de modulation numérique avec une amplitude de modulation optimale entre le courant de fonctionnement et le niveau du courant de seuil

##### 3.1.3

##### **rayonnement lumineux réparti**

rayonnement lumineux utilisé pour déterminer la longueur d'onde de sortie d'un émetteur-récepteur RSOA

#### 3.2 Symboles et abréviations

|           |                                           |
|-----------|-------------------------------------------|
| $E_r$     | taux d'extinction                         |
| $P_s$     | puissance du rayonnement lumineux réparti |
| $I_{IL}$  | courant d'entrée des données – bas        |
| $I_{IH}$  | courant d'entrée des données – haut       |
| $I_{out}$ | courant de sortie                         |
| $P_o$     | puissance optique de sortie               |
| $P_d$     | niveau d'alarme active                    |

|                   |                                                            |
|-------------------|------------------------------------------------------------|
| $P_a$             | niveau d'alarme non active                                 |
| $R_{DL}$          | charge de sortie des données                               |
| $S$               | sensibilité du récepteur                                   |
| $TD$              | fonction de désactivation de l'émission                    |
| $T_{amb}$         | température ambiante de fonctionnement                     |
| $T_{stg}$         | température de stockage                                    |
| $T_r$             | temps de montée de la sortie optique                       |
| $T_f$             | temps de descente de la sortie optique                     |
| $V_{cc}$          | tension d'alimentation                                     |
| $V_{IL} - V_{cc}$ | tension d'entrée des données – basse                       |
| $V_{IH} - V_{cc}$ | tension d'entrée des données – haute                       |
| $V_{oh}$          | tension haute de sortie de l'alarme                        |
| $V_{ol}$          | tension basse de sortie de l'alarme                        |
| $V_{ol} - V_{cc}$ | tension de sortie des données – basse                      |
| $V_{oh} - V_{cc}$ | tension de sortie des données – haute                      |
| $V_{pp}$          | excursion de tension d'entrée différentielle de l'émetteur |
| $\lambda_{ce}$    | longueur d'onde centrale                                   |
| $\Delta\lambda$   | largeur spectrale (en valeur quadratique moyenne)          |

| Terme  | Terme en français                                                            | Equivalent en anglais                      |
|--------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| AWG    | réseaux de guides d'onde                                                     | arrayed waveguide grating                  |
| DeMUXs | démultiplexeurs                                                              | demultiplexers                             |
| DES    | décharge électrostatique                                                     | electrostatic discharge                    |
| DWDM   | systèmes répartis de multiplexage en longueur d'onde dense                   | dense wavelength division multiplexing     |
| FSR    | plage spectral libre                                                         | free spectral range                        |
| HBM    | modèle du corps humain                                                       | human body model                           |
| HR     | humidité relative                                                            | relative humidity                          |
| MUX    | multiplexeur                                                                 | multiplexer                                |
| RSOA   | émetteurs-récepteurs amplificateurs optiques à semiconducteur réfléchissants | reflective semiconductor optical amplifier |

## 4 Paramètres du produit

### 4.1 Valeurs limites absolues

Les valeurs limites absolues (maximales et/ou minimales) impliquent qu'aucun dommage catastrophique n'aura lieu si le produit est soumis à ces valeurs limites pour de courtes périodes, à condition que chaque paramètre limite soit isolé et que tous les autres paramètres possèdent des valeurs de paramètres de performance normales. Il convient de ne pas présumer que les valeurs limites de plus d'un paramètre peuvent être appliquées en une fois. Les valeurs limites absolues de type de vitesse de signalisation à 1,25 Gb/s sont énumérées à l'Annexe A.

## 4.2 Environnement de fonctionnement

L'environnement de fonctionnement des émetteurs-récepteurs RSOA répartis est spécifié dans le Tableau 1.

**Tableau 1 – Environnement de fonctionnement**

| Paramètre                     | Symbole  | Valeur  |         | Unité |
|-------------------------------|----------|---------|---------|-------|
|                               |          | Minimum | Maximum |       |
| Température de fonctionnement | $T_{op}$ | –10     | +80     | °C    |

## 4.3 Spécifications fonctionnelles

Les spécifications fonctionnelles de vitesse de modulation à 1,25 Gb/s et le domaine d'application sont énumérés à l'Annexe A.

## 5 Essais

### 5.1 Généralités

Le maintien de la qualification est effectué au moyen de programmes d'essais périodiques. Les conditions d'essai pour tous les essais, sauf indication contraire, sont fixées à  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ .

### 5.2 Essais de caractérisation

La caractérisation doit être effectuée sur au moins 20 produits prélevés dans au moins trois lots différents de production. Les caractéristiques et conditions de fonctionnement de la diode du RSOA sont soumises à essai à la température de fonctionnement et au courant de fonctionnement, afin de satisfaire aux spécifications fonctionnelles définies en 4.3.

### 5.3 Essais de performance

Les essais de performance sont entrepris lorsque les essais de caractérisation sont achevés. Le plan d'essais de performance et les critères d'échec des essais de performance recommandés sont spécifiés à l'Annexe A.

## 6 Spécifications d'environnement

### 6.1 Sécurité générale

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

### 6.2 Sécurité liée à l'utilisation de lasers

Les émetteurs et les émetteurs-récepteurs à fibres optiques utilisant une diode laser spécifiée dans la présente norme doivent être certifiés laser classe 3R dans toute condition de fonctionnement. Ceci inclut les conditions de défaut unique, qu'ils soient couplés dans une fibre ou en sortie directe. Les émetteurs et les émetteurs-récepteurs à fibres optiques utilisant une diode laser spécifiée dans la présente norme doivent être certifiés afin d'être en conformité avec l'IEC 60825-1.

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

### 6.3 Exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM)

Les produits définis dans la présente norme doivent être conformes aux exigences appropriées relatives à la compatibilité électromagnétique (en termes d'émission et d'immunité), en fonction de l'usage/l'environnement particulier pour lesquels ils sont destinés à être installés ou intégrés. Les lignes directrices pour la rédaction de ces exigences CEM sont fournies dans le Guide IEC 107. Des lignes directrices concernant les décharges électrostatiques (DES) sont toujours à l'étude.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-9:2014

## Annexe A (normative)

### Spécifications des émetteurs-récepteurs RSOA répartis

#### A.1 Valeurs limites absolues

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

Tableau A.1 – Valeurs limites absolues

| Paramètre                                                                                                  | Symbole          | Valeur  |                            | Unité |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------|----------------------------|-------|
|                                                                                                            |                  | Minimum | Maximum                    |       |
| Température de stockage                                                                                    | $T_{\text{stg}}$ | –40     | +85                        | °C    |
| Température ambiante de fonctionnement                                                                     | $T_{\text{amb}}$ | –10     | +80                        | °C    |
| Température de soudage des conducteurs                                                                     |                  |         | 260/10                     | °C/s  |
| Courant de sortie                                                                                          | $I_{\text{out}}$ | –25     | +25                        | mA    |
| Tension d'entrée des données                                                                               |                  | 0       | $V_{\text{cc}}$            | V     |
| Excursion de tension d'entrée différentielle de l'émetteur                                                 | $V_{\text{pp}}$  | 0,30    | 1,40                       | V     |
| Tension d'alimentation <sup>a</sup>                                                                        | $V_{\text{cc}}$  |         | $(V_{\text{nom}} + 10 \%)$ | V     |
| Humidité relative <sup>b</sup>                                                                             | HR               | 5       | 85                         | %     |
| <sup>a</sup> Des tensions normales de fonctionnement ( $V_{\text{nom}}$ ) de 5 V et de 3,3 V s'appliquent. |                  |         |                            |       |
| <sup>b</sup> Aucune condensation n'est autorisée.                                                          |                  |         |                            |       |

#### A.2 Environnement de fonctionnement

Les exigences de 4.2 doivent être satisfaites.

#### A.3 Spécifications fonctionnelles

Les spécifications des Tableaux A.2 et A.3 décrivent les exigences fonctionnelles requises pour satisfaire aux spécifications de la recommandation G.698.3 de l'UIT-T.

**Tableau A.2 – Section récepteur: spécifications fonctionnelles**

| Paramètre                                                                                                                                                | Symbole  | Valeur           |                  | Unité | Note |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|------------------|-------|------|
|                                                                                                                                                          |          | Minimum          | Maximum          |       |      |
| Débit binaire/codage de ligne                                                                                                                            |          |                  | 1,25             | Gb/s  | NRZ  |
| Sensibilité du récepteur                                                                                                                                 | $S$      |                  | –28              | dBm   |      |
| Puissance optique d'entrée                                                                                                                               |          |                  | –10              | dBm   |      |
| Affaiblissement optique de réflexion                                                                                                                     |          | 12               |                  | dB    |      |
| Niveau d'alarme active <sup>a</sup>                                                                                                                      | $P_d$    | –31              | –29              | dBm   |      |
| Niveau d'alarme non active <sup>a</sup>                                                                                                                  | $P_a$    |                  | –27              | dBm   |      |
| Hystérésis                                                                                                                                               |          | 2,0              | 4,0              | dB    |      |
| Temps de réponse de l'alarme                                                                                                                             |          |                  | 10               | µs    |      |
| Tension haute de sortie de l'alarme (option 2) <sup>b</sup>                                                                                              | $V_{oh}$ | 2                | $V_{cc}$         | V     |      |
| Tension basse de sortie de l'alarme (option 2) <sup>b</sup>                                                                                              | $V_{ol}$ | 0                | 0,8              | V     |      |
| Tension de sortie des données – basse <sup>c</sup>                                                                                                       | $V_{OL}$ | $V_{CC} - 0,475$ | $V_{CC} - 0,350$ | V     |      |
| Tension de sortie des données – haute <sup>c</sup>                                                                                                       | $V_{OH}$ | $V_{CC} - 0,020$ | $V_{CC}$         | V     |      |
| Charge de sortie des données                                                                                                                             | $R_{DL}$ | 50               |                  | Ω     |      |
| NOTE Pour ce qui concerne l'environnement de fonctionnement, se référer au Tableau 2.                                                                    |          |                  |                  |       |      |
| <sup>a</sup> Alarme déclenchée lorsque la sensibilité de réception est inférieure à celle qui est spécifiée. Valeur d'hystérésis spécifiée $P_a - P_d$ . |          |                  |                  |       |      |
| <sup>b</sup> Sorties compatibles avec des entrées LVTTTL.                                                                                                |          |                  |                  |       |      |
| <sup>c</sup> Sorties compatibles avec des entrées 10 K, 10 KH, 100 K ECL et PECL.                                                                        |          |                  |                  |       |      |

**Tableau A.3 – Section émetteur: spécifications fonctionnelles**

| Paramètre                                                          | Symbole           | Valeur  |         | Unité | Note |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|---------|-------|------|
|                                                                    |                   | Minimum | Maximum |       |      |
| Vitesse de transmission                                            |                   |         | 1,25    | Gb/s  |      |
| Longueur d'onde centrale                                           | $\lambda_{ce}$    | 1 520   | 1 570   | nm    |      |
| Puissance du rayonnement lumineux réparti                          | $P_s$             | –18     |         | dBm   |      |
| Puissance optique de sortie                                        | $P_o$             | –2,5    | 2,5     | dBm   |      |
| Gain dépendant de la polarisation                                  | PDG               |         | 1,5     | dB    |      |
| Taux d'extinction                                                  | $E_r$             | 10      |         | dB    |      |
| Temps de montée de la sortie optique (20 % à 80 %)                 | $T_r$             |         | 0,26    | ns    |      |
| Temps de descente de la sortie optique (80 % à 20 %)               | $T_f$             |         | 0,26    | ns    |      |
| Oeil de sortie <sup>a</sup>                                        |                   |         |         |       |      |
| Réflectance                                                        | $R_f$             |         | –45     | dB    |      |
| Fonction de désactivation de l'émission (facultative) <sup>b</sup> | TD                |         |         |       |      |
| Courant d'entrée des données – faible                              | $I_{IL}$          | –350    |         | µA    |      |
| Courant d'entrée des données – fort                                | $I_{IH}$          |         | 350     | µA    |      |
| Tension d'entrée des données – basse <sup>c</sup>                  | $V_{IL} - V_{cc}$ | –1,810  | –1,475  | V     |      |
| Tension d'entrée des données – haute <sup>c</sup>                  | $V_{IH} - V_{cc}$ | –1,165  | –0,880  | V     |      |
| Excursion de tension d'entrée différentielle de l'émetteur         | $V_{pp}$          | 0,3     |         | V     |      |

| Paramètre                                                                                                                                                                                                              | Symbole | Valeur  |         | Unité | Note |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|-------|------|
|                                                                                                                                                                                                                        |         | Minimum | Maximum |       |      |
| NOTE Pour ce qui concerne l'environnement de fonctionnement, se référer au Tableau 2.                                                                                                                                  |         |         |         |       |      |
| <sup>a</sup> Conforme au 7.2.5 de la recommandation G.698.3 de l'UIT-T:2012.                                                                                                                                           |         |         |         |       |      |
| <sup>b</sup> Fonction facultative de désactivation de l'émission. Fonction TTL normale. Sortie de l'émetteur activée sans signal présent. Avec entrée à l'état logique «haut», la sortie de l'émetteur est désactivée. |         |         |         |       |      |
| <sup>c</sup> Compatible avec des entrées 10 K, 10 KH, 100 K ECL et PECL.                                                                                                                                               |         |         |         |       |      |

## A.4 Schémas

Les schémas des Figures A.1 et A.2 sont des exemples représentatifs de la section récepteur et de la section émetteur.

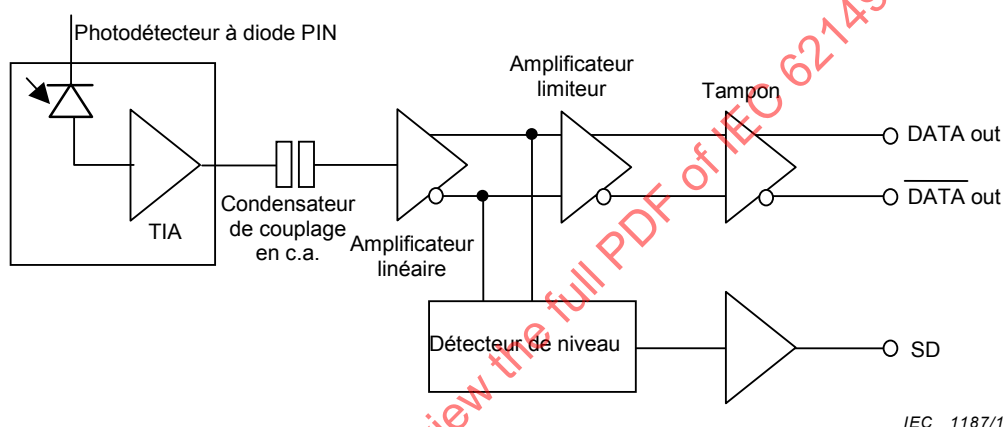


Figure A.1 – Schéma de la section récepteur

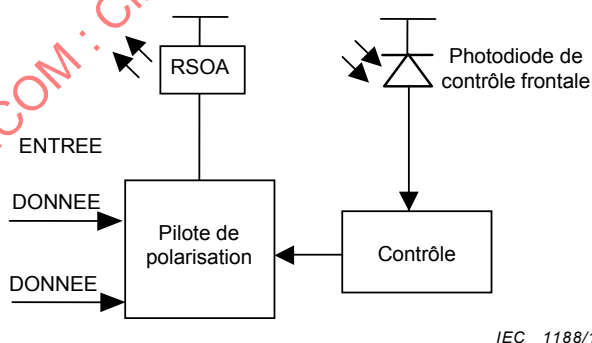


Figure A.2 – Schéma de la section émetteur

## A.5 Étiquetage

Il est recommandé d'étiqueter chaque émetteur-récepteur (et la documentation d'accompagnement) de manière visible par l'utilisateur avec au moins les données suivantes:

- la référence de la présente norme, incluant le type de variante;
- les avertissements de sécurité applicables.

Les exigences d'étiquetage pour les lasers de classe 1 sont données dans l'IEC 60825-1.