

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

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

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications –
Part 1: Specification template for essential ratings and characteristics**

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 33.180.01; 31.260; 31.080.01

ISBN 978-2-88910-605-9

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope and object.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms, definitions and abbreviations.....	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Abbreviations.....	9
4 LEDs for fibre optic systems or subsystems.....	9
4.1 Type.....	9
4.2 Semiconductor materials.....	9
4.3 Details of outline and encapsulation.....	9
4.4 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated.....	10
4.5 Electrical and optical characteristics.....	11
4.6 Supplementary information.....	11
4.6.1 Typical curve or coefficient.....	11
5 Laser module with pigtails.....	12
5.1 Type.....	12
5.2 Semiconductor.....	12
5.2.1 Materials.....	12
5.2.2 Structure.....	12
5.3 Details of outline and encapsulation.....	12
5.4 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated.....	12
5.5 Electric and optical characteristics.....	14
5.6 Supplementary information.....	16
5.7 Hazards.....	16
6 PIN photodiodes for fibre optic systems or subsystems.....	16
6.1 Type.....	16
6.2 Semiconductor materials.....	16
6.3 Details of outline and encapsulation.....	16
6.4 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated.....	17
6.5 Electrical and optical characteristics.....	18
6.6 Supplementary information.....	18
7 Avalanche photodiodes (APDs) with or without pigtails.....	18
7.1 Type.....	18
7.2 Semiconductor.....	19
7.2.1 Materials.....	19
7.2.2 Structure.....	19
7.3 Details of outline and encapsulation.....	19
7.4 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated.....	19
7.5 Electrical and optical characteristics.....	19
7.6 Supplementary information.....	20
8 PIN-TIA modules for fibre optic systems or subsystems.....	21
8.1 Type.....	21
8.2 Semiconductor materials.....	21

8.3	Structure	21
8.4	Details of outline and encapsulation	21
8.5	Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated	22
8.6	Operating conditions at $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise stated	22
8.7	Electrical and optical characteristics	23
8.8	Supplementary information	23
9	Laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier	23
9.1	Type	23
9.2	Semiconductor materials	24
9.3	Structure	24
9.4	Details of outline and encapsulation	24
9.5	Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated	25
9.6	Electrical and optical characteristics	26
9.7	Supplementary information	27
9.8	Hazards	27
10	Laser diode modules for fibre optic analogue transmission systems or subsystems	27
10.1	Type	27
10.2	Semiconductor materials	27
10.3	Structure	28
10.4	Details of outline and encapsulation	28
10.5	Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated	28
10.6	Electrical and optical characteristics	29
10.7	Supplementary information	30
10.8	Hazards	31
11	LED arrays for fibre optic systems or subsystems	31
11.1	Type	31
11.2	Semiconductor materials	31
11.3	Details of outline and encapsulation	31
11.4	Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated	32
11.5	Electrical and optical characteristics	33
11.6	Supplementary information	34
12	Optical modulators for digital fibre optic applications	34
12.1	Type	34
12.2	Materials	34
12.3	Structure	35
12.4	Details of outline and encapsulation	35
12.5	Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated	35
12.6	Electrical and optical characteristics	36
12.7	Supplementary information	37
12.8	Hazards	37
	Bibliography	38
	Table 1 – Limiting values for LEDs	10
	Table 2 – Electrical and optical characteristics for LEDs	11

Table 3 – Electric and optical characteristics for laser modules with pigtails	14
Table 4 – Limiting values for PIN photodiodes	17
Table 5 – Electrical and optical characteristics for PIN photodiodes	18
Table 6 – Electrical and optical characteristics for avalanche photodiodes (APDs) with or without pigtails	20
Table 7 – Limiting values for PIN-TIA modules	22
Table 8 – Operating conditions for PIN-TIA modules	22
Table 9 – Electrical and optical characteristics for PIN-TIA modules	23
Table 10 – Limiting values for laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier	25
Table 11 – Electrical and optical characteristics for laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier	26
Table 12 – Limiting values for laser diode modules for fibre optic analogue transmission systems or subsystems	28
Table 13 – Electrical and optical characteristics for laser diode modules for fibre optic analogue transmission systems or subsystems	29
Table 14 – Limiting values for LED arrays	32
Table 15 – Electrical and optical characteristics for LED arrays	33
Table 16 – Limiting values for optical modulators for digital fibre optic applications	35
Table 17 – Electrical and optical characteristics for optical modulators for digital fibre optic applications	36

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR OPTOELECTRONIC DEVICES
FOR FIBRE OPTIC SYSTEM APPLICATIONS –****Part 1: Specification template for essential ratings and characteristics**

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 62007-1 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1997, and its Amendment 1 (1998). It is a technical revision.

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

- 1) The title has been changed to indicate that this is a template.
- 2) The definitions of some symbols and terms in IEC 62007-1 Ed.1 are revised in order to harmonize them with those in other SC 86C documents. A dated part in IEC 62007-1 ed.1 is removed and the other dated parts are updated.

NOTE The field of this standard will henceforth be placed under the responsibility of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

FDIS	Report on voting
86C/849/FDIS	86C/866/RVD

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 62007 series can be found, under the general title *Semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications*, on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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 62007-1:2008

SEMICONDUCTOR OPTOELECTRONIC DEVICES FOR FIBRE OPTIC SYSTEM APPLICATIONS –

Part 1: Specification template for essential ratings and characteristics

1 Scope and object

This part of IEC 62007 is a specification template for essential ratings and characteristics of the following categories of semiconductor optoelectronic devices to be used in the field of fibre optic systems and subsystems:

- semiconductor photoemitters;
- semiconductor photoelectric detectors;
- monolithic or hybrid integrated optoelectronic devices and their modules.

The object of this performance specification template is to provide a frame for the preparation of detail specifications for the essential ratings and characteristics.

Detail specification writers may add specification parameters and/or groups of specification parameters for particular applications. However, detail specification writers may not remove specification parameters specified in this standard.

2 Normative references

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

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

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

3 Terms, definitions and abbreviations

For the purposes of this document, the following terms, definitions and abbreviations apply, as well as terms and definitions concerning *physical concepts*, *types of devices*, *general terms*, and *ratings and characteristics* given in IEC 60747-5-1.

3.1 Terms and definitions

3.1.1

PIN photodiode

photodiode with a large intrinsic region sandwiched between p- and n-doped semiconducting regions used for the detection of optical radiation

NOTE Adapted from IEC 731-06-29, specialized

3.1.2

avalanche photodiode

APD

photodiode operating with a bias voltage such that the primary photocurrent undergoes amplification by cumulative multiplication of charge carriers.

NOTE Adapted from IECV 731-06-30, specialized.

3.1.3

relative intensity noise

RIN

quotient of the radiant power mean square fluctuations $\langle \Delta \Phi_e^2 \rangle$ to the mean square radiant power $\langle \Phi_e \rangle^2$, normalized to a frequency band of unit width

NOTE *RIN* is usually expressed in dB/Hz.

$$RIN = 10 \log_{10} \left\{ \frac{\langle \Delta \Phi_e^2 \rangle}{\langle \Phi_e \rangle^2 \times \Delta f} \right\}$$

3.1.4

spectral shift

$\Delta \lambda_c$

deviation of the peak-emission wavelength at a particular case temperature or a particular forward current from its value at a specified reference case temperature or a specified reference forward current, respectively

NOTE The specific reference temperature is usually 25 °C.

3.1.5

input reflection coefficient

s_{11}

quotient of the high frequency reflected voltage to the high frequency incident voltage

3.1.6

tracking error

E_{tr}

deviation of the radiant power at a particular case temperature from its value at a specified reference case temperature

NOTE 1 The specific reference temperature is usually 25 °C.

NOTE 2 Specifications usually refer to the maximum deviation (absolute value) in two specified temperature ranges below and above the specified reference case temperature.

NOTE 3 The tracking error is usually expressed as a percentage of the radiant power at the reference case temperature.

3.1.7

(diode) responsivity R_D , R (of a photodiode)

quotient of the photocurrent I_p by the radiant power Φ_e at the optical port of the photodiode

NOTE 1 If no ambiguity is likely to occur, the shorter term and letter symbol may be used.

NOTE 2 "Photodiode" means a complete device such as:

- chip itself;
- packaged component with window or pigtail.

3.1.8**excess noise factor** F_e

noise resulting from the spatial and timing fluctuations of the avalanche carrier multiplication: it is defined as the ratio of the noise power at a specified reverse bias to the amplified shot noise of the photocurrent at a reference reverse bias

NOTE The reference reverse voltage should be sufficiently low that no carrier multiplication takes place but sufficiently large that the device is fully depleted and has achieved its rated speed and responsivity.

3.2 Abbreviations**3.2.1****TEC**

thermo-electric cooler

3.2.2**TIA**

transimpedance amplifier

3.2.3**LED**

light emitting diode

3.2.4**LD**

laser diode

3.2.5**APD**

avalanche photodiode

4 LEDs for fibre optic systems or subsystems**4.1 Type**

Ambient-rated or case-rated LED with or without optical fibre pigtail for fibre optic systems or subsystems.

4.2 Semiconductor materials

GaAs, GaAlAs, InGaAs, InP, etc.

4.3 Details of outline and encapsulation

4.3.1 IEC and/or national reference number of outline drawing.

4.3.2 Method of encapsulation: glass/metal/plastic/other.

4.3.3 Terminal identification and indication of any electrical connection between a terminal and the case.

4.3.4 Characteristics of the optical port: relative orientation to mechanical axis, relative position to mechanical axis, area, numerical aperture.

4.3.5 For devices with pigtail: information on the pigtail fibre, kind of protection, connector, length.

4.3.6 Information on the heat sink of the package.

4.4 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated

Table 1 – Limiting values for LEDs

Subclauses	Characteristics	Symbols	Requirements	
			Min.	Max.
4.4.1	Storage temperature	T_{stg}	x	x
4.4.2	Temperature			
either 4.4.2.1	Ambient temperature	T_{amb}	x	x
or 4.4.2.2	Case temperature	T_{case}	x	x
4.4.3	Soldering temperature at maximum soldering time and minimum distance to case specified	T_{sld}		x
4.4.4	Reverse voltage	V_R		x
4.4.5	Continuous forward current Derating curve or derating factor	I_F		x
4.4.6	Repetitive peak forward current at specified pulse conditions (where appropriate) Derating curve or derating factor (where appropriate)	I_{FRM}		x
4.4.7	Power dissipation Derating curve or derating factor (where appropriate)	P_{tot}		x
4.4.8	For case-rated devices: Virtual junction temperature (where appropriate)	T_{vj}		x
4.4.9	For devices with pigtail: Bend radius of pigtail (at specified distance from the case)	r	x	
4.4.10	Shock			x
4.4.11	Vibration			x
4.4.12	Tensile force on devices with pigtail:			
4.4.12.1	Untight structure: – Tensile force on fibre along its axis – Tensile force on cladding along its axis	F F		x x
4.4.12.2	Tight structure: – Tensile force on pigtail along its axis	F		x

4.5 Electrical and optical characteristics

Table 2 – Electrical and optical characteristics for LEDs

Subclauses	Characteristics	Conditions at T_{amb} or $T_{case} = 25\text{ °C}$ unless otherwise stated	Symbols	Requirements	
				Min.	Max.
4.5.1	Forward voltage	I_F or Φ_e specified	V_F		x
4.5.2	Reverse current	V_R specified	I_R		x
4.5.3	Differential resistance	I_F or Φ_e specified	r_d		x
4.5.4	Total capacitance	V_R, f specified	C_{tot}		x
4.5.5	Noise parameter				
either 4.5.5.1	Relative intensity noise (where appropriate)	I_F or $\Phi_e, f_o, \Delta f_N$ specified	RIN		x
or 4.5.5.2	Carrier-to-noise ratio (where appropriate)	I_F or $\Phi_e, f_c, \Delta f_N, f_m, m$ specified	C/N		x
4.5.6	Output parameter				
either 4.5.6.1	Radiant output power	I_F specified (d.c. or pulse, or both)	Φ_e	x	x ^a
or 4.5.6.2	Forward current	Φ_e specified	I_F	x ^a	x
4.5.7	For devices without pigtail: Half-intensity angle (where appropriate)	I_F or Φ_e , angle ϕ specified	$\theta_{1/2}$		x
4.5.8	For devices without pigtail: Misalignment angle (where appropriate)	I_F or Φ_e , angle ϕ specified	$\Delta\theta$		x
4.5.9	Spectral radiation bandwidth	I_F or Φ_e specified	$\Delta\lambda$		x
4.5.10	Bandwidth				
either 4.5.10.1	Switching times: – rise time – fall time – delay times (where appropriate) – peak emission wavelengths	DC current, input pulse current pulse width and duty cycle specified	t_r t_f $t_{d(on)}/$ $t_{d(off)}$		x x x x
or 4.5.10.2	Cut-off frequency	I_F or Φ_e specified	f_c	x	

^a Where appropriate.

4.6 Supplementary information

4.6.1 Typical curve or coefficient

Provide the curve or coefficient in 4.6.1.1 or 4.6.1.2.

4.6.1.1 Typical curve or coefficient of radiant power versus temperature and typical curve of radiant output power versus forward current (d.c. or pulse, as specified).

4.6.1.2 Typical curve or coefficient of radiant intensity versus temperature and typical curve of radiant intensity versus forward current (d.c. or pulse, as specified).

4.6.2 Typical curve or coefficient of change in peak emission wavelength versus temperature.

4.6.3 Typical radiation diagram.

4.6.4 Thermal resistance, ambient-rated or case-rated.

5 Laser module with pigtails

5.1 Type

The laser module consists of the following basic parts:

- laser diode
 - pigtail
 - photodiodes
 - thermal sensor
 - TEC element
- } where appropriate

5.2 Semiconductor

5.2.1 Materials

The laser module consists of the following materials:

- laser diode
 - photodiode
 - thermal sensor
 - TEC element
- e.g. GaAs, GaAlAs, InGaAsP, InP
e.g. Ge, Si, GaInAs
where appropriate

5.2.2 Structure

Laser diode, e.g.: gain guided, index guided, distributed feedback, etc.

5.3 Details of outline and encapsulation

5.3.1 IEC and/or national reference number of the outline drawing.

5.3.2 Method of encapsulation: glass/metal/plastic/other.

5.3.3 Terminal identification and indication of any electrical connection between a terminal and the case.

5.3.4 Information on the pigtail fibre, e.g.: type of fibre, kind of protection, connector, length.

5.3.5 Information on the heatsinking of the package.

5.4 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated

General conditions

5.4.1 Minimum and maximum storage temperatures (T_{stg}).

5.4.2 Minimum and maximum operating case temperatures (T_{case}).

5.4.3 Minimum and maximum operating submount temperature (T_{sub}).

5.4.4 Maximum soldering temperature (soldering time and minimum distance to case) (T_{sld}).

5.4.5 Minimum bend radius of pigtail (at specified distance from the case) (r).

5.4.6 Shock (maximum acceleration and pulse duration).

5.4.7 Vibration (maximum acceleration and frequency range).

5.4.8 Tensile force along cable axis.

5.4.8.1 Untight structure:

- Maximum tensile force on fibre (F).
- Maximum tensile force on cable (F).

5.4.8.2 Tight structure:

- Maximum tensile force on cable (F).

Laser diode

For laser module without TEC, derating curve or derating factor must be given for one of following parameters, 5.4.10 to 5.4.13. For laser module with TEC, T_{sub} equals to 25 °C.

5.4.9 Maximum reverse voltage (V_R).

5.4.10 Maximum continuous forward current (I_F).

5.4.11 Maximum continuous radiant power (ϕ_e).

5.4.12 Maximum pulsed forward current at stated frequency and pulse duration (I_{FP}).

5.4.13 Maximum pulsed radiant power at stated frequency and pulse duration (ϕ_{ep}).

Photodiode

5.4.14 Maximum reverse voltage (V_R).

5.4.15 Maximum forward current (I_F).

Thermal sensor (where appropriate)

5.4.16 Maximum ratings

5.4.16.1 Maximum power dissipation (P).

or

5.4.16.2 Maximum voltage supply (V).

Thermoelectric cooler (where appropriate)

5.4.17 Maximum cooler current under cooling and heating (I_{PE}).

5.5 Electric and optical characteristics

Table 3 – Electric and optical characteristics for laser modules with pigtails

Subclauses	Characteristics	Conditions at $T_{\text{sub}} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ for laser with TEC, T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ for laser module without TEC unless otherwise stated	Symbols	Requirements	
A. Laser diode					
5.5.1	Forward voltage	I_F or Φ_e specified	V_F		Max.
5.5.2	Threshold current		$I_{(\text{TH})}$	Min.	Max.
5.5.3	Radiant power at threshold	$I_F = I_{\text{TH}}$	$\Phi_{e(\text{TH})}$		Max.
5.5.4	Forward current above threshold (for laser module without TEC)	Φ_e specified $T = T_{\text{case}}$ max. or T_{amb} max.	ΔI_F		Max.
5.5.5	Differential efficacy (for laser module without TEC)	Φ_e or ΔI_F specified $T = T_{\text{case}}$ max. or T_{amb} max.	η_d	Min.	Max.
5.5.6	Spectral characteristics				
5.5.6.1	Spectral characteristics				
5.5.6.1.1	Peak emission wavelength	Φ_e or ΔI_F specified CW-operation	λ_p^a	Min.	Max.
5.5.6.1.2	Spectral radiation bandwidth FWHM	Φ_e or ΔI_F specified CW-operation	λ_p^a		Max.
or 5.5.6.1.3	Mode spacing and number of longitudinal modes	Φ_e or ΔI_F specified CW-operation	η_m		Max.
5.5.6.1.4	Peak emission wavelength under modulation	Φ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	λ_p^b	Min.	Max.
5.5.6.1.5	Spectral radiation bandwidth under modulation	Φ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	λ_p^b		Max.
5.5.6.2	Additional spectral characteristics				
and/or 5.5.6.2.1	Centroidal wavelength	Φ_e or ΔI_F specified CW-operation	λ_{avg}^a	Min.	Max.
5.5.6.2.2	Spectral radiation r.m.s. bandwidth	Φ_e or ΔI_F specified	$\Delta\lambda_{\text{rms}}^a$		Max.
or 5.5.6.2.3	Mode spacing and number of longitudinal modes	Φ_e or ΔI_F specified	η_m		Max.
5.5.6.2.4	Central wavelength under modulation	Φ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	λ^b	Min.	Max.
5.5.6.2.5	Spectral radiation r.m.s. bandwidth under modulation	Φ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	$\Delta\lambda_{\text{rms}}^b$		Max.
5.5.7	Single spectral mode laser module under specified direct modulation				
5.5.7.1	Spectral mode width	Φ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	$\Delta\lambda_L$		Max.
5.5.7.2	Side-mode suppression ratio	Φ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	SMSR	Min.	
5.5.8	Spectral shift				

Subclauses	Characteristics	Conditions at $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ for laser with TEC, T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ for laser module without TEC unless otherwise stated	Symbols	Requirements	
5.5.8.1	Spectral shift for module with TEC	$\Delta I_{F1}, \Delta I_{F2}, \phi_{e1}, \phi_{e2}$	$\Delta \lambda_c$		Max.
5.5.8.2	Spectral shift for laser module without TEC	T_{amb}^a or T_{case}^a , T_{amb}^b or T_{case}^b	$\Delta \lambda_c$		Max.
5.5.9	Transient parameters				
5.5.9.1	Rise time, fall time	Bias current ΔI_F or ϕ_e input pulse current, width and duty cycle specified	t_r , t_f		Max.
and/or 5.5.9.2	Turn-on time, turn-off time		t_{on} , t_{off}		Max.
5.5.10	Cut-off frequency	Φ_e or ΔI_F specified	f_c	Min.	Max.
5.5.11	Carrier-to-noise ratio	ΔI_F or Φ_e , Δf , f_m , m and f_0 specified	C/N	Min.	
B. Monitor photodiode					
5.5.12	Dark current	$\Phi_e = 0$ V_R specified	$I_{r(0)}$		Max.
5.5.13	Reverse current under optical radiation	Φ_e or ΔI_F specified V_R specified	$I_{R(e)}$	Min.	Max.
5.5.14	Diode capacitance or rise/fall time				
either 5.5.14.1	Diode capacitance	V_R and f specified	C_{tot}		Max.
or 5.5.14.2	Rise time, fall time	Φ_e or ΔI_F specified V_R specified	t_r , t_f		Max.
5.5.15	Tracking error				
5.5.15.1	Tracking error	Φ_e or ΔI_F and V_R specified, Temperature range: 25 °C to T_{case} min. or T_{amb} min.	E_{R1}		Max.
and/or 5.5.15.2	Tracking error	Φ_e or ΔI_F and V_R specified, Temperature range: 25 °C to T_{case} min. or T_{amb} min.	E_{R2}		Max.
C. Thermistor (where appropriate)					
5.5.16	Resistance	Thermistor current I_{tc} specified	R	Min.	Max.
5.5.17	Slope of resistance	Thermistor current I_{tc} specified. Temperature range: T_{sub}^a , T_{sub}^b	$\Delta R/R$	Min.	Max.
D. TEC current (where appropriate)					
5.5.18	TEC current	Φ_e or ΔI_F specified, Temperature range: T_{case} min. or T_{case} max.	I_{PE}		Max.
5.5.19	TEC voltage	Φ_e or ΔI_F specified, Temperature range: T_{case} or T_{amb} min. and max.	V_{PE}		Max.
^a CW-operation.					
^b In modulation.					

5.6 Supplementary information

5.6.1 DC forward current of the laser diode corresponding to ϕ_{e00} .

NOTE ϕ_{e00} : radiant power value of the laser chip on submount, representative of the performance and reliability of devices manufactured using the same technology and submitted to the same quality assurance procedures.

5.6.2 Response time of the thermistor temperature to the change of cooler current (where appropriate).

5.6.3 Thermal resistance between laser diode junction and case (without cooler): R_{thj-c} .

5.6.4 s_{11} parameter.

5.7 Hazards

See IEC 60825.

6 PIN photodiodes for fibre optic systems or subsystems

6.1 Type

Ambient-rated or case-rated PIN photodiodes with or without optical fibre pigtail for fibre optic systems or subsystems.

6.2 Semiconductor materials

Si, Ge, InGaAs, etc.

6.3 Details of outline and encapsulation

6.3.1 IEC and/or national reference number of outline drawing.

6.3.2 Method of encapsulation: glass/metal/plastic/other.

6.3.3 Terminal identification and indication of any electrical connection between a terminal and the case.

6.3.4 Characteristics of the optical port: relative orientation to mechanical axis, relative position to mechanical axis, area, numerical aperture.

6.3.5 For devices with pigtail: information on the pigtail fibre, type of fibre, kind of protection, connector, length.

6.3.6 Information on the heat sink of the package.

6.4 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated

Table 4 – Limiting values for PIN photodiodes

Subclauses	Characteristics	Symbols	Requirements	
			Min.	Max.
6.4.1	Storage temperature	T_{stg}	x	x
6.4.2	Temperature			
either 6.4.2.1	Ambient temperature	T_{amb}	x	x
or 6.4.2.2	Case temperature	T_{case}	x	x
6.4.3	Soldering temperature at maximum soldering time and minimum distance to case specified	T_{sld}		x
6.4.4	Reverse voltage	V_{R}		x
6.4.5	Power dissipation	P_{tot}		x
6.4.6	Radiant power on the sensitive area	Φ_{e}		x
6.4.7	For devices with pigtail: Bend radius of pigtail (at specified distance from the case)	r	x	
6.4.8	Shock			x
6.4.9	Vibration			x
6.4.10	Tensile force on devices with pigtail:			
6.4.10.1	Untight structure: – Tensile force on fibre along its axis – Tensile force on cladding along its axis	F F		x x
6.4.10.2	Tight structure: – Tensile force on pigtail along its axis	F		x

6.5 Electrical and optical characteristics

Table 5 – Electrical and optical characteristics for PIN photodiodes

Subclauses	Characteristics	Conditions at T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ unless otherwise stated	Symbols	Requirements	
				Min.	Max.
6.5.1	Dark current				
6.5.1.1	Dark current	V_R specified, $\Phi_e = 0$	$I_{R(D)}^a$		x
6.5.1.2	Dark current at high temperature	V_R specified, $\Phi_e = 0$ T_{amb} or T_{case} specified	$I_{R(D)}^b$		x
6.5.2	Total capacitance	V_R, f specified, $\Phi_e = 0$	C_{tot}		x
6.5.3	Noise current	$V_R, I_{R(e)}, f_0, \Delta f_N, R_L, \lambda_p, \Delta\lambda$ specified	i_n		x
6.5.4	For devices without pigtail:				
6.5.4.1	Sensitivity along the specified mechanical axis	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e$ specified	S_{FD}, S	x	x ^a
6.5.4.2	Spatial uniformity of sensitivity (where appropriate)	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda$ or Φ_e specified	ΔS		x
6.5.5	For devices with pigtail: Sensitivity	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e$ specified	S_{FD}, S	x	x ^a
6.5.6	Bandwidth				
either	Switching time:	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda$, pulse base Φ_{e1} , pulse top Φ_{e2}, R_L specified	t_r		x
6.5.6.1	– Rise time		t_t		x
	– Fall time		$t_{d(\text{on})}/$		x
	– Delay times (where appropriate)		$t_{d(\text{off})}$		
	– Storage time		t_s		x
or	Cut-off frequency	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e, R_L$ specified	f_c	x	
6.5.6.2					
NOTE The specified voltage V_R is the same for all the characteristics, unless otherwise stated					
^a Where appropriate.					
^b Term and/or letter symbol under consideration.					

6.6 Supplementary information

6.6.1 Typical curve of dark current versus voltage, at different temperatures.

6.6.2 Typical curve of total capacitance versus reverse voltage.

6.6.3 Relative sensitivity versus wavelength.

6.6.4 Relative sensitivity versus temperature.

6.6.5 Derating curve or derating factor of maximum dissipation.

7 Avalanche photodiodes (APDs) with or without pigtails

7.1 Type

Ambient-rated or case-rated avalanche photodiode for fibre optic systems or subsystems.

7.2 Semiconductor

7.2.1 Materials

Si, Ge, InGaAs, etc.

7.2.2 Structure

7.3 Details of outline and encapsulation

7.3.1 IEC and/or national reference number of outline drawing.

7.3.2 Method of encapsulation: glass/metal/plastic/other.

7.3.3 Terminal identification and indication of any electrical connection between a terminal and the case.

7.3.4 Characteristics of the optical port: relative orientation to the mechanical axes, relative position to mechanical axes, area, numerical aperture.

7.3.5 Information on the pigtail fibre (where appropriate): type of fibre, kind of protection, connector, length.

7.4 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated

7.4.1 Minimum bend radius of the pigtail, where appropriate.

7.4.2 Minimum and maximum storage temperature (T_{stg}).

7.4.3 Minimum and maximum operating ambient or case temperatures (T_{amb} or T_{case}).

7.4.4 Maximum soldering temperature (T_{sld}) (soldering time and minimum distance to case to be specified).

7.4.5 Maximum power dissipation at ambient or case temperature of 25 °C (P_{tot}) and derating curve or derating factor.

7.4.6 Maximum pull force for pigtail (fibre or cable), where appropriate, in the direction of the axis of the input pigtail (fibre or cable).

7.4.7 Maximum reverse current (I_{R}).

7.4.8 Maximum forward current (I_{F}).

7.5 Electrical and optical characteristics

V_{R} shall be the same for all characteristics; it shall be equal to 0,9 of the individually measured value of $V_{(\text{BR})}$, unless otherwise specified.

Table 6 – Electrical and optical characteristics for avalanche photodiodes (APDs) with or without pigtails

Subclauses	Characteristics	Conditions at T_{amb} or $T_{case} = 25\text{ °C}$ unless otherwise stated	Symbols	Requirements	
7.5.1	Breakdown voltage	E_e or $\phi_e = 0$, I_R specified	$V_{(BR)}$	Min.	Max.
7.5.2	Reverse dark current				
7.5.2.1	Reverse dark current (NOTE 1)	E_e or $\phi_e = 0$, V_R specified	I_R^a		Max.
7.5.2.2	Reverse dark current (NOTE 2)	E_e or $\phi_e = 0$, V_R specified $T = T_{amb} \text{ max. or } T_{case} \text{ max.}$	I_R^b		Max.
7.5.3	Sensitivity				
7.5.3.1	Sensitivity (NOTE 1)	V_{R1} (NOTE 2), ϕ_e , λ_p , $\Delta\lambda$ specified	S^a	Min.	Max. (NOTE 1)
7.5.3.2	Sensitivity (NOTE 2)	V_R , ϕ_e , λ_p , $\Delta\lambda$ specified	S^b	Min.	Max. (NOTE 2)
7.5.4	Multiplication factor	V_{R1} (NOTE 2), λ_p , $\Delta\lambda$, ϕ_e specified	M	Min.	
7.5.5	Total capacitance	E_e or $\phi_e = 0$; V_R , f specified	C_{tot}		Max.
7.5.6	Small signal parameters				
7.5.6.1	Turn-on time and turn-off time	V_R , $\Delta\lambda$, R_L , ϕ_{e1} : peak radiant power ϕ_{e2} : offset radiant power	t_{on} t_{off}		Max. Max.
7.5.6.2	Small signal cut-off frequency	V_R , λ_p , $\Delta\lambda$, ϕ_e and R_L specified	f_c	Min.	
7.5.7	Excess noise factor	V_{R1} (NOTE 2), V_R , I_{PO} , λ_p , $\Delta\lambda$, M , f_0 , Δf_N specified	F_e		Max.
7.5.8	Noise current (where appropriate)	V_R , λ_p , $\Delta\lambda$, f , Δf_N specified	I_n		Max.
NOTE 1 Where appropriate.					
NOTE 2 V_{R1} should be a small value at which negligible carrier multiplication takes place, or the voltage at which the device is fully depleted and has achieved its rated speed.					
^a Where appropriate.					
^b Term and/or letter symbol under consideration.					

7.6 Supplementary information

7.6.1 Curve of breakdown voltage versus temperature.

7.6.2 Curve of sensitivity versus wavelength.

7.6.3 Curve of capacitance versus reverse voltage.

7.6.4 Curve of multiplication factor versus reverse voltage at different temperatures.

7.6.5 Curve of reverse dark current versus reverse voltage at different temperatures.

7.6.6 Location of sensitive area by reference to the package (without pigtail).

7.6.7 Curve of excess noise factor versus reverse voltage (where appropriate).

7.6.8 Curve of noise current versus reverse voltage (where appropriate).

8 PIN-TIA modules for fibre optic systems or subsystems

8.1 Type

Ambient-rated or case-rated PIN-TIA modules for fibre optic systems or subsystems.

The PIN-TIA module consists of the following basic parts:

- PIN photodiode;
- TIA circuits;
- fibre pigtail, pigtail connectors, receptacles (connectorized package).

8.2 Semiconductor materials

The PIN-TIA module consists of the following semiconductor materials :

- PIN photodiode: Si, Ge, InGaAs, etc ;
- TIA circuit: GaAs, Si, etc.

8.3 Structure

The structure of the PIN-TIA module is

- PIN photodiode: Mesa, planar, etc ;
- TIA circuit: CMOS, Bi-CMOS, HBT, Bi-polar etc ;
- information on the fibre coupling: taper type, lens coupling, etc ;
- information on the circuit: high impedance, transimpedance, bandwidth, etc ;
- information on the package: pigtail, receptacle (connectorized package), etc.

8.4 Details of outline and encapsulation

- IEC and/or national reference number of outline drawing.
- Method of encapsulation: glass/metal/plastic/other.
- Terminal identification and indication of any electrical connection between a terminal and the case.
- Characteristics of the optical port: orientation relative to mechanical axis, position relative to mechanical axis, area, numerical aperture.
- Information on the pigtail fibre: type of fibre, kind of protection, connector, length.
- Information on the connector/receptacle.

8.5 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated

Table 7 – Limiting values for PIN-TIA modules

Subclauses	Characteristics	Symbols	Requirements		Units
			Min.	Max.	
8.5.1	Storage temperature	T_{stg}	x	x	°C
8.5.2	Operating temperature				
either 8.5.2.1	Operating ambient temperature	T_{amb}	x	x	°C
or 8.5.2.2	Operating case temperature	T_{case}	x	x	°C
8.5.3	Soldering temperature at maximum soldering time and minimum distance to case specified	T_{sld}		x	°C
8.5.4	Supply voltages at specified terminals	V_{supp}	x	x	V
8.5.5	Radiant power at optical port	Φ_e		x	mW(W)
8.5.6	Bend radius of pigtail (at specified distance from the case)	r	x		mm(cm)
8.5.7	Shock			x	m/s ² , s
8.5.8	Vibration			x	m/s ² , Hz
8.5.9	Tensile force along cable axis:				
8.5.9.1	Untight structure – Tensile force on fibre – Tensile force on cable	F F		x x	N N
8.5.9.2	Tight structure – Tensile force on cable	F		x	N

8.6 Operating conditions at $T_{amb} = 25\text{ °C}$, unless otherwise stated

Table 8 – Operating conditions for PIN-TIA modules

Subclauses	Characteristics	Symbols	Requirements		Units
			Min.	Max.	
8.6.1	Supply voltages specified by terminal number	V_{supp}	x	x	V
8.6.2	Supply current (at T_{amb} max.) specified by terminal number	I_{supp}		x	mA
8.6.3	Load resistance	R_L	x		Ω

8.7 Electrical and optical characteristics

Table 9 – Electrical and optical characteristics for PIN-TIA modules

Subclauses	Characteristics	Conditions at T_{amb} or $T_{case} = 25\text{ °C}$, unless otherwise stated	Symbols	Requirements		Units
				Min.	Max.	
8.7.1	Minimum detectable power	a) λ_p , $\Delta\lambda$, f_{mB} , B and C/N specified or b) λ_p , $\Delta\lambda$, bit rate, signal pattern and bit error rate specified	Φ_{eD}	x		dBm
8.7.2	Output noise power density	R_L , f_m , B , Φ_e specified λ_p , $\Delta\lambda$ specified	P_{n0} , λ		x	W/Hz
8.7.3	Frequency					
8.7.3.1	Low frequency output noise power density	R_L , f_m , B , λ_p and $\Delta\lambda$ specified, $\Phi_e = 0$	P_{n0} , λ		x	W/Hz
and 8.7.3.2	Corner frequency	R_L , f_m , B , λ_p and $\Delta\lambda$ specified, $\Phi_e = 0$	L_F f_{cor}		x	Hz
8.7.4	Responsivity					
8.7.4.1	Responsivity (for module)	λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_e , R_L specified	R_D	x		V/W
and 8.7.4.2	Responsivity (for PIN photodiode only) (where appropriate)	I_R , λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_e specified	R_D	x		A/W
8.7.5	Frequency response flatness	λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_e , R_L specified f_1 and f_2 specified	$\Delta R_D/R_D$		x	
8.7.6	Bandwidth					
either 8.7.6.1	Switching time: – Rise time – Fall time	λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_{e1} , Φ_{e2} , R_L specified	t_r t_f		x x	ns ns
or 8.7.6.2	Cut-off frequency	λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_e , R_L specified	f_c	x		MHz (GHz)
8.7.7	Offset voltage (where appropriate)	λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_e , R_L specified	V_{off}	x	x	V
8.7.8	Dark current (PIN photodiode only) (where appropriate)	I_R specified, $\Phi_e = 0$	I_R		x	nA

8.8 Supplementary information

- Relative responsivity versus wavelength
- Typical thermal variation of the offset voltage
- Information on the equalization

9 Laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier

9.1 Type

The laser module consists of the following basic parts:

- laser diode;
- fibre pigtail (where appropriate);

- lenses (where appropriate);
- photodiode (where appropriate);
- thermal sensor (where appropriate);
- TEC element (where appropriate);
- isolator (where appropriate).

9.2 Semiconductor materials

The laser diode module for pumping an optical fibre amplifier consists of the following semiconductor materials:

- | | |
|-------------------|--|
| – laser diode: | GaAs, GaAlAs, InGaAs, InGaAsP, InP, etc. |
| – photodiode: | Ge, Si, InGaAs, etc. |
| – thermal sensor: | } where appropriate |
| – TEC element: | |

9.3 Structure

Laser diode: gain guided, index guided, distributed feedback, ridge waveguide, BH, etc.

9.4 Details of outline and encapsulation

- IEC and/or national reference number of the outline drawing.
- Method of encapsulation: glass/metal/plastic/other.
- Terminal identification and indication of any electrical connection between a terminal and the case.
- Characteristics of the optical port: orientation relative to mechanical axis, position relative to mechanical axis, area, numerical aperture.
- Information on the pigtail fibre: type of fibre, kind of protection, connector, and length.
- Information on the heat sinking of the package.

9.5 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated

Table 10 – Limiting values for laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier

Subclauses	Characteristics	Symbols	Requirements		Units
			Min.	Max.	
	A. General conditions				
9.5.1	Storage temperature	T_{stg}	x	x	°C
9.5.2	Operating case temperature	T_{case}	x	x	°C
9.5.3	Operating submount temperature (where appropriate)	T_{sub}	x	x	°C
9.5.4	Soldering temperature at maximum soldering time and at specified minimum distance to case	T_{sld}	x	x	°C
9.5.5	Bend radius of pigtail (at specified distance from the case)	r	x	x	mm (cm)
9.5.6	Shock			x	m/s ² , s
9.5.7	Vibration			x	m/s ² , Hz
9.5.8	Tensile force along cable axis				
9.5.8.1	Untight structure				
	– Tensile force on fibre	F		x	N
	– Tensile force on cable	F		x	N
9.5.8.2	Tight structure				
	– Tensile force on cable	F		x	N
	B. Laser diode ^a				
9.5.9	Reverse voltage	V_{R}		x	V
9.5.10	Continuous forward current	I_{F}		x	mA
9.5.11	Continuous radiant power	Φ_{e}		x	mW
	C. Photodiode (where appropriate)				
9.5.12	Reverse voltage	V_{R}		x	V
9.5.13	Forward current	I_{F}		x	mA
	D. Thermal sensor (where appropriate)				
9.5.14	Thermal sensor				
either	Dissipation	P		x	W
9.5.14.1					
or 9.5.14.2	Supply voltage	V_{supp}		x	V
	E. Thermoelectric cooler (where appropriate)				
9.5.15	TEC current under cooling and heating	I_{p}		x	A
^a For laser module without TEC, the derating curve or derating factor shall be given for one of the parameters of 9.5.10 to 9.5.13. For laser module with TEC, $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$.					

9.6 Electrical and optical characteristics

Table 11 – Electrical and optical characteristics for laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier

Subclauses	Characteristics	Conditions at $T_{\text{sub}} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ for laser modules with TEC, T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ for laser module without TEC, unless otherwise specified	Symbols	Requirements		Units
				Min.	Max.	
A. Laser diode						
9.6.1	Forward voltage	Φ_e or I_F specified	V_F		x	V
9.6.2	Forward current					
9.6.2.1	Forward current	Φ_e specified	I_F^a		x	mA
9.6.2.2	Forward current at high temperature	Φ_e specified $T_{\text{case}} = T_{\text{case, max.}}$	I_F^b		x	mA
9.6.3	Threshold current		$I_{(\text{TH})}$	x	x	mA
9.6.4	Differential efficiency	Φ_e or ΔI_F specified ($\Delta I_F = I_F - I_{(\text{TH})}$)	η_d	x	x	m
9.6.5	Spectral characteristics					
9.6.5.1	Peak emission wavelength	Φ_e or ΔI_F specified, CW condition	λ_p	x	x	nm
either 9.6.5.2	Spectral radiation r.m.s. bandwidth	Φ_e or ΔI_F specified, CW condition	$\Delta\lambda_{\text{rms}}$		x	nm
or 9.6.5.3	Spectral radiation bandwidth (FWHM)	Φ_e or ΔI_F specified, CW condition	$\Delta\lambda$		x	nm
9.6.5.4	Spectral shift with current or radiant power	ΔI_F^a , ΔI_F^b or Φ_e^a , Φ_e^b specified	$\Delta\lambda_c$ or $\Delta\lambda_p$		x x	nm/mA nm/mW
9.6.5.5	Spectral shift with temperature (for laser module with TEC)	T_{case}^a , T_{case}^b specified Φ_e or ΔI_F specified	$\Delta\lambda_T$		x	nm/ $^{\circ}\text{C}$
9.6.5.6	Spectral shift with temperature (for laser module with TEC)	T_{amb}^a , T_{amb}^b specified Φ_e or ΔI_F specified	$\Delta\lambda_T$		x	nm/ $^{\circ}\text{C}$
B. Monitor photodiode (where appropriate)						
9.6.6	Dark current	$\Phi_e = 0$, V_R specified	$I_{R(D)}$		x	μA
9.6.7	Monitor current	Φ_e or ΔI_F specified, V_R specified	$I_{R(M)}$	x	x	mA
9.6.8	Tracking error					
9.6.8.1	Tracking error ^a	Φ_e or ΔI_F , V_R specified, Temperature range: 25 $^{\circ}\text{C}$ to $T_{\text{case, min.}}$ or $T_{\text{amb, min.}}$	E_{R1}		x	
9.6.8.2	Tracking error ^b	Φ_e or ΔI_F , and V_R specified Temperature range: 25 $^{\circ}\text{C}$ to $T_{\text{case, max.}}$ or $T_{\text{amb, max.}}$	E_{R2}		x	
C. Thermistor (where appropriate)						
9.6.9	Resistance	Thermistor current I_{tc} specified	R	x	x	Ω
9.6.10	Slope of resistance	Thermistor current I_{tc} specified Temperature range: T_{sub}^a , T_{sub}^b	$\Delta R/R$	x	x	

Subclauses	Characteristics	Conditions at $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ for laser modules with TEC, T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ for laser module without TEC, unless otherwise specified	Symbols	Requirements		Units
				Min.	Max.	
9.6.11	TEC current	Φ_e or ΔI_F , specified Temperature range: $T_{\text{case min.}}$ or $T_{\text{case max.}}$	I_{PE}		x	A
9.6.12	TEC voltage	Φ_e or ΔI_F , specified Temperature range: $T_{\text{case min.}}$ or $T_{\text{case max.}}$	V_{PE}		x	V
^a CW-operation. ^b In modulation.						

9.7 Supplementary information

- Median life under specified case temperature at specified output power.
- DC forward current of the laser diode corresponding to Φ_{eoo} .

NOTE Φ_{eoo} is the radiant power value of the laser chip on submount, representative of the performance and reliability of devices manufactured using the same technology and submitted to the same quality assurance procedures.

- Response time of the thermistor temperature with respect to the change of cooler current (where appropriate).
- Thermal resistance between laser diode junction and case (for the laser module without cooler).

9.8 Hazards

See IEC 60825.

10 Laser diode modules for fibre optic analogue transmission systems or subsystems

10.1 Type

The laser diode module consists of the following basic parts:

- laser diode;
- fibre pigtail (where appropriate);
- photodiode (where appropriate);
- thermal sensor (where appropriate);
- TEC element (where appropriate);
- isolator (where appropriate).

10.2 Semiconductor materials

The semiconductor materials of the laser diode modules for fibre optic analogue transmission systems or subsystems are

- laser diode: GaAs, GaAlAs, InGaAs, InGaAsP, InP etc.
- photodiode: Ge, Si, InGaAs, etc.

- thermal sensor: }
- TEC element: } where appropriate

10.3 Structure

Laser diode: distributed feedback (DFB), distributed Brag reflector (DBR), etc.

10.4 Details of outline and encapsulation

- IEC and/or national reference number of the outline drawing.
- Method of encapsulation: glass/metal/plastic/other.
- Terminal identification and indication of any electrical connection between a terminal and the case.
- Characteristics of the optical port: relative orientation to mechanical axis, relative position to mechanical axis, area, numerical aperture, etc.
- Information on the pigtail fibre: type of fibre, kind of protection, connector, length, etc.
- Information on the heatsinking of the package.

10.5 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated

Table 12 – Limiting values for laser diode modules for fibre optic analogue transmission systems or subsystems

Subclauses	Characteristics	Symbols	Requirements		Units
			Min.	Max.	
	A. General conditions				
10.5.1	Storage temperature	T_{stg}	x	x	°C
10.5.2	Operating case temperature	T_{case}	x	x	°C
10.5.3	Operating submount temperature (where appropriate)	T_{sub}	x	x	°C
10.5.4	Soldering temperature at maximum soldering time and minimum distance to case specified	T_{sld}		x	°C
10.5.5	Bend radius of pigtail (at specified distance from the case)	r	x		mm(cm)
10.5.6	Shock			x	m/s ² , s
10.5.7	Vibration			x	m/s ² , Hz
10.5.8	Tensile force along cable axis				
10.5.8.1	Untight structure	F		x	N
	– Tensile force on fibre	F		x	N
10.5.8.2	Tight structure	F		x	N
	– Tensile force on cable	F		x	N
	B. Laser diode ^a				
10.5.9	Reverse voltage	V_R		x	V
10.5.10	Continuous forward current	I_F		x	mA
10.5.11	Continuous radiant power	Φ_e		x	mW
10.5.12	ESD (HBM) ^b			x	V
	C. Photodiode (where appropriate)				
10.5.13	Reverse voltage	V_R		x	V
10.5.14	Forward current	I_F		x	mA
10.5.15	ESD (HBM) ^b			x	V

Subclauses	Characteristics	Symbols	Requirements		Units
			Min.	Max.	
10.5.16	D. Thermal sensor (where appropriate)				
either 10.5.16.1	Thermal sensor				
or 10.5.16.2	Dissipation	P_{tot}		x	W
	Supply voltage	V_{supp}		x	V
10.5.17	E. Thermo electric cooler (where appropriate)				
	TEC current under cooling and heating	I_{PE}		x	A
^a For laser module without TEC, the derating curve or derating factor shall be given for one of the following parameters of 10.5.10 to 10.5.13.					
^b For laser module with TEC, $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$.					
Both polarities.					

10.6 Electrical and optical characteristics

Table 13 – Electrical and optical characteristics for laser diode modules for fibre optic analogue transmission systems or subsystems

Subclauses	Characteristics	Conditions at $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ for laser module with TEC, T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ for laser module without TEC, unless otherwise stated	Symbols	Requirements		Units
				Min.	Max.	
10.6.1	A. Laser diode Forward voltage	Φ_e or I_F specified	V		x	V
10.6.2	Threshold current		$I_{(\text{TH})}$	x	x	mA
10.6.3	Forward current above threshold	Φ_e specified	ΔI_F^a		x	mA
10.6.4	Differential efficiency	Φ_e or ΔI_F specified	η_d	x	x	mW/mA
10.6.5	Spectral characteristics					
10.6.5.1	Peak emission wavelength	Φ_e or ΔI_F specified, CW condition	λ_p	x	x	nm(μm)
10.6.5.2	Spectrum linewidth at –3 dB (where appropriate)	Φ_e or ΔI_F specified, CW condition	$\Delta\lambda$		x	MHz
10.6.5.3	Sidemode suppression ratio	Φ_e or ΔI_F specified, CW condition	SMSR	x	x	dB
10.6.6	Modulation chirp	Φ_e or ΔI_F specified, modulation condition, and frequency range specified	α		x	nm/mA (nm/mW)
10.6.7	S_{21} parameter	Frequency range specified	S_{21}	x	x	
10.6.8	Relative intensity noise	Φ_e or ΔI_F specified, f_n and Δf_n specified, reflected optical power specified	RIN		x	dB/Hz
10.6.9	Composite second order distortion		CSO		x	dBc
10.6.10	Composite triple beat		CTB		x	dBc
10.6.11	Intermodulation distortion					
10.6.11.1	Two-tone second order intermodulation distortion (where appropriate)		IM_2		x	dB

Subclauses	Characteristics	Conditions at $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ for laser module with TEC, T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ for laser module without TEC, unless otherwise stated	Symbols	Requirements		Units
				Min.	Max.	
10.6.11.2	Two-tone third order intermodulation distortion (where appropriate)		$IM3$		x	dB
10.6.12	Reflectance	Φ_e (input) and λ_p specified	RL		x	dB
B. Monitor photodiode (where appropriate)						
10.6.13	Dark current	$\Phi_e = 0$, V_R specified	$I_{R(D)}$		x	nA
10.6.14	Monitor current	Φ_e or ΔI_F specified, V_R specified	$I_{R(M)}$	x	x	mA
10.6.15	Tracking error					
10.6.15.1	Tracking error (25 → min.)	Φ_e or ΔI_F , V_R specified Temperature range: 25 °C at T_{case} min. or T_{amb} min.	E_{R1}		x	dB
10.6.15.2	Tracking error (25 → max.)	Φ_e or ΔI_F , et V_R specified Temperature range: 25 °C at T_{case} max. or T_{amb} max.	E_{R2}		x	dB
10.6.16	Total capacitance	$\Phi_e = 0$, frequency and V_R specified	C_{tot}		x	pF
C. Thermal sensor (where appropriate)						
10.6.17	Resistance	Thermistor current I_{TC} specified	R	x	x	Ω
10.6.18	Slope of resistance	Thermistor current I_{TC} specified Temperature range: T_{sub}^b , T_{sub}^c	$\Delta R/R$	x	x	
D. TEC element (where appropriate)						
10.6.19	TEC current	Φ_e or ΔI_F specified, Temperature range: T_{case} min. or T_{case} max.	I_{PE}		x	A
10.6.20	TEC voltage	Φ_e or ΔI_F specified, Temperature range: T_{case} min. or T_{case} max.	V_{PE}		x	V
10.6.21	Temperature difference between T_{case} and T_{sub}	TEC current and voltage specified Laser operating condition	ΔT_{PE}		x	°C
^a ΔI_F is defined as $\Delta I_F = I_F - I_{(TH)}$. ^b CW-operation. ^c In modulation.						

10.7 Supplementary information

- Median life under specified case temperature at specified output power.
- DC forward current of the laser diode corresponding to Φ_{e00} .

NOTE Φ_{e00} is the radiant power value of the laser chip on submount, representative of the performance and reliability of devices manufactured using the same technology and submitted to the same quality assurance procedures.

- Response time of the thermistor temperature with respect to the change of cooler current (where appropriate).
- Thermal resistance between laser diode junction and case (for the laser module without cooler).

10.8 Hazards

See IEC 60825.

11 LED arrays for fibre optic systems or subsystems

11.1 Type

LED arrays with/without optical fibre pigtail for fibre optic systems or subsystems.

11.2 Semiconductor materials

GaAs, AlGaAs, InGaAs, InGaAsP, InP, etc.

11.3 Details of outline and encapsulation

- IEC and/or national reference number or outline drawing.
- Method of encapsulation: glass/metal/plastic/others.
- Terminal identification and indication of any electrical connection between a terminal and the case.
- Characteristics of the optical port: number of channels (LEDs), distance between channels, relative orientation to mechanical axis, relative position to mechanical axis, and numerical aperture.
- For devices with pigtail: information on a fibre pigtail, kind of protection, connector, and pigtail length.
- Information on the heat sinking of the package.

11.4 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated

Table 14 – Limiting values for LED arrays

Subclauses	Characteristics	Symbols	Requirements		Units
			Min.	Max.	
11.4.1	Storage temperature	T_{stg}	x	x	°C
11.4.2	Operating temperature				
either 11.4.2.1	Operating ambient temperature	T_{amb}	x	x	°C
or 11.4.2.2	Operating case temperature	T_{case}	x	x	°C
11.4.3	Soldering temperature at maximum soldering time and minimum distance to case specified	T_{sld}		x	°C
11.4.4	Reverse voltage	V_R		x	V
11.4.5	Continuous forward current with temperature derating curve or factor	I_F		x	mA
11.4.6	Repetitive peak forward current	I_{FRM}		x	mA
11.4.7	Power dissipation	P_{tot}		x	W (mW)
11.4.8	Virtual junction temperature ^a	$T_{(vj)}$		x	°C
11.4.9	Bend radius of pigtail (at specified distance from the case) ^b	r	x		mm (cm)
11.4.10	Shock			x	m/s ² , s
11.4.11	Vibration			x	m/s ² , s
11.4.12	Tensile force along cable axis ^b			x	m/s ² , Hz
11.4.12.1	Untight structure – Tensile force on fibre along its axis – Tensile force on fibre cladding along its axis	F F		x x	N N
11.4.12.2	Tight structure – Tensile force on pigtail along its axis	F		x	N

^a For case rated devices only.

^b For devices with pigtail only.

11.5 Electrical and optical characteristics

Table 15 – Electrical and optical characteristics for LED arrays

Subclauses	Characteristics and conditions at T_{amb} or $T_{case} = 25\text{ °C}$, unless otherwise stated	Symbols	Requirements		Units
			Min.	Max.	
11.5.1	Radiant power				
either 11.5.1.1	Radiant power at the optical port and at specified I_F	Φ_e	x	X^b	mW
or 11.5.1.2	Forward current at specified radiant output power	I_F	X^b	x	mA
11.5.2	Peak emission wavelength at specified I_F or Φ_e	λ_p	x	x	nm (μm)
11.5.3	Spectral radiation bandwidth at specified I_F or Φ_e	$\Delta\lambda$	x	x	nm
11.5.4 ^{a, b}	Half-intensity angle at specified I_F or Φ_e	$\theta_{1/2}$	x	x	°C
11.5.5 ^{a, b}	Misalignment angle between optical axis and mechanical axis at specified I_F or Φ_e	$\Delta\theta$	x	x	°C
11.5.6	Reverse current at specified I_F or Φ_e	I_R		x	V
11.5.7	Reverse current at specified V_R	I_R		x	V
11.5.8	Bandwidth				
either 11.5.8.1	Switching times at specified d.c. bias current, pulse width and duty cycle: – rise time – fall time – delay times ^v	t_r t_f $t_{d(on)}$ and $t_{d(off)}$		x x x x	ns ns ns ns
or 11.5.8.2	Cut-off frequency at specified I_F or Φ_e , noise frequency, bandwidth and modulation factor	f_c		x	MHz
11.5.9 ^v	Total capacitance at specified V_R and frequency	C_{tot}	x	x	pF
11.5.10	Noise frequency				
either 11.5.10.1	Carrier to noise ratio at specified I_F or Φ_e , noise frequency, bandwidth and modulator factor	C/N		x	
or 11.5.10.2	Relative intensity noise at specified I_F or Φ_e , noise frequency and bandwidth	RIN		x	
11.5.11	Differential resistance at specified I_F or Φ_e	r_d		x	Ω
11.5.12 ^b	Modulation current at 1 dB efficacy compression at specified Φ_e , R_L , λ_p , $\Delta\lambda$, and f	$I_{F(1dB)}$	x	x	mA
11.5.13 ^b	Two-tone intermodulation distortion at specified Φ_e , R_L , λ_p , $\Delta\lambda$, and f	D_{12}, D_{21}		x	dB
either 11.5.13.1 ^b	Thermal resistance between junction and case	$R_{th(j-c)}$		x	Ω/K
or 11.5.13.2 ^b	Thermal resistance between junction and ambient	$R_{th(j-a)}$		x	Ω/K
11.5.14 ^c	Optical crosstalk at specified I_F	CR_O		x	dB
11.5.15 ^d	Electrical crosstalk at specified I_F , i_t , clock frequency, and signal pattern	CR_E		x	dB

NOTE For reference only

The thermal crosstalk of channel "i", $CR_{th(i)}$, is defined by the quotient of $(\Phi_i' - \phi_i') / \Phi_i'$, where– ϕ_i' is the radiant power emitted from the channel "i" when each channel (all channel including the i-th channel itself) is fed by specified $I_{F(DC)}$.– Φ_i' is the radiant power emitted from the channel "i" when it is the only channel fed by specified $I_{F(DC)}$.The thermal crosstalk of the device (array), CR_{th} , is the maximum of the overall crosstalks.

Subclauses	Characteristics and conditions at T_{amb} or $T_{case} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise stated	Symbols	Requirements		Units
			Min.	Max.	
A) For devices without pigtail only.					
B) Where appropriate.					
C) The optical crosstalk of channel "i", $CR_{O(i)}$, is defined as the quotient of ϕ/Φ_i , where					
– ϕ_i is the radiant power emitted from the channel "i" whilst each of all the other channels is fed by specified $I_{F(DC)}$,					
– Φ_i is the radiant power emitted from the channel "i" when it is the only channel fed by $I_{F(DC)}$ specified.					
The optical crosstalk of the device (array), CR_O , is the maximum of the overall crosstalks.					
D) The electrical crosstalk of channel "i", $CR_{E(i)}$, is defined as the quotient of ϕ/Φ_i , where					
– ϕ_i is the average radiant power emitted from the channel "i" when each of all the other channels is fed by specified driving conditions, I_F , i_f , clock frequency and signal pattern (NRZ).					
– Φ_i is the average radiant power emitted from the channel "i" when it is the only channel fed by specified driving conditions, I_F , i_f , clock frequency and signal pattern (NRZ).					
The electrical crosstalk of the device (array), CR_E , is the maximum of the overall crosstalks.					

11.6 Supplementary information

To be given only when necessary for the specification and the use of the device.

- Temperature derating curves referred to in the limiting values;
- Radiant output power versus temperature curve or coefficient;
- Radiant output power versus forward current curve;
- Change in peak emission wavelength versus temperature curve or coefficient;
- Radiation diagram;
- Thermal resistance (for ambient rated or case rated devices);
- Detailed outline drawings.

12 Optical modulators for digital fibre optic applications

12.1 Type

The optical modulator module consists of following basic parts;

- modulator (Mach-Zehnder type, electro-absorption type, etc.);
- input and output fibre pigtail (where appropriate);
- thermal sensor (where appropriate);
- TEC element (where appropriate);
- photodiode (where appropriate).

12.2 Materials

The materials of optical modulators for digital fibre optic applications are

- modulator: InP, GaAs, InGaAs, InAlAs, InGaAsP, LiNbO₃, etc;
- thermal sensor ;
- TEC element ;
- photodiode: Ge, Si, InGaAs, etc.

12.3 Structure

- Modulator: lumped type (Mach-Zehnder), travelling-wave type (Mach-Zehnder), Y-branch, MQW, etc.
- Optical isolator, photodiode, half-mirror, etc.

12.4 Details of outline and encapsulation

- IEC and/or national reference number of the outline drawing.
- Method of encapsulation: glass/metal/plastic/other.
- Terminal identification and indication of any electrical connection between a terminal and the case.
- Characteristics of the optical port: relative orientation to mechanical axis, relative position to mechanical axis, area, numerical aperture.
- Information on the pigtail fibre: type of fibre, kind of protection, length, connector type, angular orientation of the connector to the fibre polarization axis (where appropriate).
- Information on the heatsinking of the package.

12.5 Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated

Table 16 – Limiting values for optical modulators for digital fibre optic applications

Subclauses	Characteristics	Symbols	Requirements		Units
			Min.	Max.	
	A. General conditions				
12.5.1	Storage temperature	T_{stg}	x	x	°C
12.5.2	Operating case temperature	T_{case}	x	x	°C
12.5.3	Operating submount temperature (where appropriate)	T_{sub}	x	x	°C
12.5.4	Soldering temperature at maximum soldering time and minimum distance to case specified	T_{slid}		x	°C
12.5.5	Bend radius of pigtail (at specified distance from the case)	r	x		mm(cm)
12.5.6	Shock			x	m/s ² , s
12.5.7	Vibration			x	m/s ² , Hz
12.5.8	Acceleration (where appropriate)			x	m/s ²
12.5.9	Tensile force along cable axis:				
12.5.9.1	Untight structure				
	– Tensile force on fibre	F		x	N
	– Tensile force on cable	F		x	N
12.5.9.2	Tight structure				
	– Tensile force on cable	F		x	N
12.5.10	Change of temperature when operational (where appropriate)	$\Delta T/t$		x	°C/min.
	B. Modulator ^a				
12.5.11	Reverse voltage	V_{R}		x	V
12.5.12	Forward current	I_{F}		x	mA
12.5.13	Continuous input power	$\Phi_{\text{e(in,cw)}}$		x	mW
	C. Thermal sensor (where appropriate)				
12.5.14	Thermal sensor				
either 12.5.14.1	Dissipation power	P_{tot}		x	W
or 12.5.14.2	Supply voltage	V_{supp}		x	V

Subclauses	Characteristics	Symbols	Requirements		Units
			Min.	Max.	
12.5.15	D. Thermo-electric cooler (where appropriate) TEC current under cooling and heating	I_p		x	A
12.5.16	E. Photodiode (where appropriate) Reverse voltage	V_R		x	V
12.5.17	Forward current	I_F		x	mA
NOTE Relative humidity and air pressure should be specified for all devices in non-hermetically sealed packages.					
^a For modulator module without TEC, the derating curve or derating factor shall be given for one of the parameters of 12.5.9 to 12.5.11.					
For modulator module with TEC, $T_{sub} = 25\text{ °C}$.					

12.6 Electrical and optical characteristics

Table 17 – Electrical and optical characteristics for optical modulators for digital fibre optic applications

Subclauses	Characteristics	Conditions at $T_{sub} = 25\text{ °C}$ for modulators with TEC, T_{amb} or $T_{case} = 25\text{ °C}$ for modulators without TEC, unless otherwise stated	Symbols	Requirements		Units
				Min.	Max.	
12.6.1	A. Modulator Operating voltage	Extinction ratio specified, d.c. bias specified	V_π	x	x	V
12.6.2	Operating wavelength	Polarization, wavelength and input power specified	λ_{op}	x	x	nm (μm)
12.6.3	Insertion loss	Polarization, wavelength and input power specified	L_{in}		x	dB
12.6.4	Return loss	Polarization, wavelength and d.c. bias specified	R_L	x	x	dB
12.6.5	Extinction ratio	Polarization, wavelength and input power specified, d.c. bias specified	$E \times R$	x	x	dB
12.6.6	Frequency response	Polarization, wavelength and input power specified, d.c. bias specified	f_c		x	MHz (GHz)
12.6.7	Frequency response flatness	Polarization, wavelength and input power specified, d.c. bias specified	$\Delta R_D/R_D$		x	MHz/mV
12.6.8	Wavelength chirp	Polarization, wavelength and input power specified, d.c. bias specified	α		x	MHz/mV
12.6.9	B. Thermistor (where appropriate) Resistance	Thermistor current I_{tc} specified	R	x	x	Ω
12.6.10	Slope of resistance	Thermistor current I_{tc} specified Temperature range: T_{sub}^a, T_{sub}^b	$\Delta R/R$	x	x	
	C. Thermo-electric cooler element (where appropriate)					

Subclauses	Characteristics	Conditions at $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ for modulators with TEC, T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ for modulators without TEC, unless otherwise stated	Symbols	Requirements		Units
				Min.	Max.	
12.6.11	TEC current	V_{π} specified Temperature range: $T_{\text{case min.}}$ or $T_{\text{case max.}}$	I_{PE}		x	A
12.6.12	TEC voltage	V_{π} specified, Temperature range: $T_{\text{case min.}}$ or $T_{\text{case max.}}$	V_{PE}		x	V
12.6.13	Temperature difference between T_{case} and T_{sub}	TEC current, voltage and modulator operating condition specified	ΔT_{PE}		x	°C
D. Monitor photodiode (where appropriate)						
12.6.14	Dark current	$\Phi_e = 0$, I_{R} specified	$I_{\text{R(D)}}$		x	nA
12.6.15	Monitor current	Φ_e specified I_{R} specified	$I_{\text{R(M)}}$	x	x	mA
^a CW-operation. ^b In modulation.						

12.7 Supplementary information

- Extinction ratio (or output power) as a function of reverse voltage.
- Response time of the thermal sensor temperature with respect to the change of cooler current (where appropriate).
- Bias stability (where appropriate).
- Bias temperature coefficient, in either V/°C or %/°C (where appropriate).

12.8 Hazards

See IEC 60825.

Bibliography

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

IEC 60050-845, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 845: Lighting*

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62007-1:2008

Withd 2008

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 62007-1:2008

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	43
1 Domaine d'application et objet	45
2 Références normatives	45
3 Termes, définitions et abréviations	45
3.1 Termes et définitions	45
3.2 Abréviations	47
4 DEL pour systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques	47
4.1 Type	47
4.2 Matériaux semiconducteurs	47
4.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation	47
4.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	48
4.5 Caractéristiques électriques et optiques	49
4.6 Informations supplémentaires	49
4.6.1 Courbe ou coefficient typique	49
5 Module laser avec fibres amorfes	50
5.1 Type	50
5.2 Semiconducteur	50
5.2.1 Matériaux	50
5.2.2 Structure	50
5.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation	50
5.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	50
5.5 Caractéristiques électriques et optiques	52
5.6 Informations supplémentaires	54
5.7 Dangers	54
6 Photodiodes PIN pour systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques	54
6.1 Type	54
6.2 Matériaux semiconducteurs	54
6.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation	54
6.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	55
6.5 Caractéristiques électriques et optiques	56
6.6 Informations supplémentaires	56
7 Photodiodes à avalanche (APD) avec ou sans fibre amorce	57
7.1 Type	57
7.2 Semiconducteur	57
7.2.1 Matériaux	57
7.2.2 Structure	57
7.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation	57
7.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	57
7.5 Caractéristiques électriques et optiques	58
7.6 Informations supplémentaires	58
8 Modules PIN-TIA pour les systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques	59
8.1 Type	59
8.2 Matériaux semiconducteurs	59

8.3	Structure	59
8.4	Détails d'encombrement et d'encapsulation.....	59
8.5	Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	60
8.6	Conditions de fonctionnement à $T_{amb} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	60
8.7	Caractéristiques électriques et optiques	61
8.8	Informations supplémentaires	61
9	Modules à diodes laser destinés au pompage d'un amplificateur à fibres optiques	61
9.1	Type.....	61
9.2	Matériaux semiconducteurs	62
9.3	Structure	62
9.4	Détails d'encombrement et d'encapsulation.....	62
9.5	Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	63
9.6	Caractéristiques électriques et optiques	64
9.7	Informations supplémentaires	65
9.8	Dangers	65
10	Modules à diodes laser pour les systèmes ou sous-systèmes de transmission analogique par fibres optiques	65
10.1	Type.....	65
10.2	Matériaux semiconducteurs	65
10.3	Structure	66
10.4	Détails d'encombrement et d'encapsulation.....	66
10.5	Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	66
10.6	Caractéristiques électriques et optiques	67
10.7	Informations supplémentaires	68
10.8	Dangers	69
11	Réseaux de diodes électroluminescentes pour les systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques	69
11.1	Type.....	69
11.2	Matériaux semiconducteurs	69
11.3	Détails d'encombrement et d'encapsulation.....	69
11.4	Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	70
11.5	Caractéristiques électriques et optiques	70
11.6	Informations supplémentaires	72
12	Modulateurs optiques destinés aux applications numériques sur fibre optique	72
12.1	Type.....	72
12.2	Matériaux	72
12.3	Structure	72
12.4	Détails d'encombrement et d'encapsulation.....	72
12.5	Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	73
12.6	Caractéristiques électriques et optiques	74
12.7	Informations supplémentaires	75
12.8	Dangers	75
	Bibliographie	76

Tableau 1 – Valeurs limitatives des DELs	48
Tableau 2 – Caractéristiques électriques et optiques des DEL	49
Tableau 3 – Caractéristiques électriques et optiques des modules laser avec fibres amorces.....	52
Tableau 4 – Valeurs limitatives des photodiodes PIN	55
Tableau 5 – Caractéristiques électriques et optiques des photodiodes PIN	56
Tableau 6 – Caractéristiques électriques et optiques des photodiodes à avalanche (APD), avec ou sans fibres amorces.....	58
Tableau 7 – Valeurs limitatives des modules PIN-TIA	60
Tableau 8 – Conditions de fonctionnement des modules PIN-TIA.....	60
Tableau 9 – Caractéristiques électriques et optiques des photodiodes PIN-TIA.....	61
Tableau 10 – Valeurs limitatives des modules à diode laser destinés au pompage d'amplificateurs à fibre optique.....	63
Tableau 11 – Caractéristiques électriques et optiques des modules à diode laser destinés au pompage d'amplificateurs à fibre optique	64
Tableau 12 – Valeurs limitatives des modules à diodes laser destinés aux systèmes ou sous-systèmes de transmission analogique à fibres optiques.....	66
Tableau 13 – Caractéristiques électriques et optiques des modules à diodes laser destinés aux systèmes ou sous-systèmes de transmission analogique à fibres optiques	67
Tableau 14 – Valeurs limitatives des photodiodes réseaux de diodes électroluminescentes	70
Tableau 15 – Caractéristiques électriques et optiques des réseaux de diodes électroluminescentes	70
Tableau 16 – Valeurs limitatives des modulateurs optiques destinés aux applications numériques à fibres optiques.....	73
Tableau 17 – Caractéristiques électriques et optiques des modulateurs optiques destinés aux applications numériques à fibres optiques	74

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS OPTOÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS
POUR APPLICATION DANS LES SYSTÈMES À FIBRES OPTIQUES –****Partie 1: Modèle de spécification relatif aux valeurs
et caractéristiques essentielles**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les publications CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et elles sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toute divergence entre toute Publication de la CEI et toute publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété ou de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62007-1 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1997 et son Amendement 1 (1998). Elle constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques majeurs suivantes par rapport à l'édition précédente.

- 1) Le titre a été changé afin d'indiquer que ceci est un modèle.
- 2) La définition de certains symboles et expressions de la CEI 62007-1 Ed. 1 ont été revus afin de les harmoniser avec ceux des autres documents du SC86C. Une partie datée de la CEI 62007-1 Ed. 1 a été retirée, et les autres parties datées ont été mises à jour.

NOTE Le domaine couvert par cette norme sera désormais placé sous la responsabilité du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86C/849/FDIS	86C/866/RVD

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette spécification.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62007, présentées sous le titre général *Dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs pour application dans les systèmes à fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date du résultat de la maintenance indiquée sur le site web de la CEI 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.

DISPOSITIFS OPTOÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS POUR APPLICATION DANS LES SYSTÈMES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 1: Modèle de spécification relatif aux valeurs et caractéristiques essentielles

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 62007 est un modèle de spécification des valeurs et caractéristiques essentielles applicables aux catégories suivantes de dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs utilisés dans le domaine des systèmes et sous-systèmes à fibres optiques:

- photoémetteurs à semiconducteurs;
- détecteurs photoélectriques à semiconducteurs;
- dispositifs optoélectroniques intégrés à semiconducteurs, monolithiques ou hybrides, et leurs modules.

L'objet de ce modèle de spécification de performance est de fournir une trame pour la préparation des spécifications détaillées des valeurs et caractéristiques essentielles.

Les rédacteurs de spécifications particulières peuvent ajouter des paramètres et/ou des groupes de paramètres à ces spécifications pour des applications particulières. Cependant, les rédacteurs de spécifications particulières ne peuvent pas supprimer de paramètres aux spécifications précisées dans la présente norme.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

CEI 60747-5-1, *Dispositifs discrets à semiconducteurs et circuits intégrés – Partie 5-1: Dispositifs optoélectroniques – Généralités*

3 Termes, définitions et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et abréviations suivants s'appliquent, ainsi que les termes et définitions relatifs aux *concepts physiques*, à *des types de dispositifs*, aux *termes généraux* et aux *valeurs limites et caractéristiques* donnés dans la CEI 60747-5-1.

3.1 Termes et définitions

3.1.1

photodiode PIN

photodiode possédant une zone intrinsèque large insérée entre deux zones semi-conductrices dopées p- et n-, utilisée pour la détection de rayonnements optiques

NOTE Adapté du VEI 731-06-29, spécialisée

3.1.2

photodiode à avalanche

APD

photodiode fonctionnant avec une tension de polarisation telle que le courant photoélectrique primaire subit une amplification par multiplication cumulée des porteurs de charge

NOTE Adaptée du VEI 731-06-30, spécialisée.

3.1.3

intensité relative du bruit

RIN

Quotient de la moyenne quadratique des fluctuations du flux énergétique, $\langle \Delta \Phi_e^2 \rangle$ par la moyenne quadratique du flux énergétique $\langle \Phi_e \rangle^2$, normalisée à une bande fréquentielle de largeur unitaire

NOTE *RIN* est habituellement exprimée en dB/Hz.

$$RIN = 10 \log_{10} \left\{ \frac{\langle \Delta \Phi_e^2 \rangle}{\langle \Phi_e \rangle^2 \times \Delta f} \right\}$$

3.1.4

déviations spectrales

$\Delta \lambda_c$

écart de la longueur d'onde centrale à une température du boîtier donnée ou un courant direct donné par rapport à sa valeur à une température de boîtier ou à un courant direct de référence spécifié, respectivement

NOTE La température de référence spécifique est habituellement de 25 °C.

3.1.5

coefficient de réflexion en entrée

S_{11}

quotient de la tension réfléchie à haute fréquence par la tension incidente à haute fréquence

3.1.6

erreur de poursuite

E_{tr}

écart du flux énergétique à une température du boîtier donnée par rapport à une température du boîtier de référence spécifiée

NOTE 1 La température de référence spécifique est habituellement de 25 °C.

NOTE 2 Il est habituellement spécifié un écart maximal (en valeur absolue) dans deux plages de température de part et d'autre de la température du boîtier de référence.

NOTE 3 L'erreur de poursuite est habituellement exprimée en pourcentage du flux énergétique à la température du boîtier de référence.

3.1.7

(diode) réponse R_D , R (d'une photodiode)

quotient du photocourant I_p par le flux énergétique Φ_e au port optique de la photodiode

NOTE 1 S'il n'existe pas de risque d'ambiguïté, le terme seul et le symbole littéral abrégés peuvent être utilisés.

NOTE 2 Le terme «photodiode» réfère à un dispositif complet, par exemple:

- la puce en tant que telle;
- un composant encapsulé muni d'une vitre ou d'une fibre amorce.

3.1.8

facteur de bruit en excès

F_e

bruit résultant des fluctuations spatiales et temporelles de la multiplication de porteurs de charge par effet d'avalanche: il est défini comme le rapport de la puissance de bruit à une polarisation inverse donnée au bruit de grenaille amplifié du photocourant à une polarisation inverse de référence

NOTE Il convient que la tension inverse de référence soit suffisamment basse pour qu'il n'y ait pas de multiplication de porteurs de charge, mais suffisamment haute pour que le dispositif soit entièrement en déplétion et ait atteint ses vitesses et valeurs de réponse assignées.

3.2 Abréviations

3.2.1

TEC

refroidisseur thermoélectrique (*thermo-electric cooler*)

3.2.2

TIA

amplificateur transimpédance (*transimpedance amplifier*)

3.2.3

DEL

diode électroluminescente

3.2.4

DL

diode laser

3.2.5

APD

photodiode à avalanche

4 DEL pour systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques

4.1 Type

DEL à température ambiante spécifiée ou à température de boîtier spécifiée avec ou sans fibre optique amorce pour les systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques.

4.2 Matériaux semiconducteurs

GaAs, GaAlAs, InGaAs, InP, etc.

4.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation

4.3.1 Numéro CEI et/ou numéro national de référence du dessin d'encombrement.

4.3.2 Méthode d'encapsulation: verre/métal/plastique/autre.

4.3.3 Identification des bornes et indication d'une connexion électrique éventuelle entre une borne et le boîtier.

4.3.4 Caractéristiques du port optique: orientation relative par rapport à l'axe mécanique, position relative par rapport à l'axe mécanique, surface, ouverture numérique.

4.3.5 Pour les dispositifs avec fibre amorce: informations concernant la fibre amorce, le type de protection, le connecteur et la longueur.

4.3.6 Informations concernant la dissipation thermique du boîtier.

4.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire

Tableau 1 – Valeurs limitatives des DELs

Paragraphes	Caractéristiques	Symboles	Exigences	
			Min.	Max.
4.4.1	Température de stockage	T_{stg}	x	x
4.4.2	Température			
soit 4.4.2.1	Température ambiante	T_{amb}	x	x
soit 4.4.2.2	Température du boîtier	T_{case}	x	x
4.4.3	Température de soudage à la durée maximale de soudage et distance minimale par rapport au boîtier spécifiées	T_{sld}		x
4.4.4	Tension inverse	V_R		x
4.4.5	Courant direct continu Courbe ou facteur de fiabilisation	I_F		x
4.4.6	Courant de crête répétitif en direct dans les conditions d'impulsions spécifiées (s'il y a lieu) Courbe ou facteur de fiabilisation (s'il y a lieu)	I_{FRM}		x
4.4.7	Dissipation de puissance Courbe ou facteur de fiabilisation (s'il y a lieu)	P_{tot}		x
4.4.8	Pour les dispositifs à température de boîtier spécifiée: Température de jonction virtuelle (s'il y a lieu)	T_{vj}		x
4.4.9	Pour les dispositifs avec fibre amorce: Rayon de courbure de la fibre amorce (à la distance spécifiée par rapport au boîtier)	r	x	
4.4.10	Chocs			x
4.4.11	Vibrations			x
4.4.12	Force de traction pour les dispositifs avec fibre amorce:			
4.4.12.1	Structure lâche: – Force de traction sur la fibre le long de son axe – Force de traction sur la gaine de protection le long de son axe	F F		x x
4.4.12.2	Structure serrée: – Résistance à la traction sur la fibre amorce le long de son axe	F		x

4.5 Caractéristiques électriques et optiques

Tableau 2 – Caractéristiques électriques et optiques des DEL

Paragraphes	Caractéristiques	Conditions à T_{amb} ou $T_{case} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	Symboles	Exigences	
				Min.	Max.
4.5.1	Tension directe	I_F ou Φ_e spécifié	V_F		x
4.5.2	Courant inverse	V_R spécifié	I_R		x
4.5.3	Résistance différentielle	I_F ou Φ_e spécifié	r_d		x
4.5.4	Capacité totale	V_R, f spécifiés	C_{tot}		x
4.5.5	Paramètre de bruit				
soit 4.5.5.1	Intensité relative du bruit (s'il y a lieu)	I_F ou $\Phi_e, f_o, \Delta f_N$ spécifiés	RIN		x
soit 4.5.5.2	Rapport porteuse/bruit (s'il y a lieu)	I_F ou $\Phi_e, f_c, \Delta f_N, f_m, m$ spécifiés	C/N		x
4.5.6	Paramètre de sortie				
soit 4.5.6.1	Flux énergétique en sortie	I_F spécifié (en continu ou en impulsionnel ou les deux)	Φ_e	x	x ^a
soit 4.5.6.2	Courant direct	Φ_e spécifié	I_F	x ^a	x
4.5.7	Pour les dispositifs sans fibre amorce: Angle à mi-intensité (s'il y a lieu)	I_F ou Φ_e , angle ϕ spécifiés	$\theta_{1/2}$		x
4.5.8	Pour les dispositifs sans fibre amorce: Angle de désalignement (s'il y a lieu)	I_F ou Φ_e , angle ϕ spécifiés	$\Delta\theta$		x
4.5.9	Largeur de bande du rayonnement spectral	I_F ou Φ_e spécifié	$\Delta\lambda$		x
4.5.10	Largeur de bande				
soit 4.5.10.1	Temps de commutation: – temps de montée – temps de descente – temps de retard (s'il y a lieu) – longueurs d'onde d'émission crête	Courant continu, courant d'impulsion en entrée largeur d'impulsion et rapport cyclique spécifiés	t_r t_f $t_{d(on)}$ $t_{d(off)}$		x x x x
soit 4.5.10.2	Fréquence de coupure	I_F ou Φ_e spécifié	f_c	x	

^a S'il y a lieu.

4.6 Informations supplémentaires

4.6.1 Courbe ou coefficient typique

Donner la courbe ou le coefficient de 4.6.1.1 ou de 4.6.1.2.

4.6.1.1 Courbe typique ou coefficient du flux énergétique en fonction de la température et courbe typique du flux énergétique en sortie en fonction du courant direct (en continu ou en impulsionnel, comme spécifié).

4.6.1.2 Courbe typique ou coefficient de l'intensité énergétique en fonction de la température et courbe typique de l'intensité énergétique en fonction du courant direct (en continu ou en impulsionnel, comme spécifié).

4.6.2 Courbe typique ou coefficient de variation des longueurs d'onde d'émission crête en fonction de la température.

4.6.3 Diagramme de rayonnement typique.

4.6.4 Résistance thermique, indiquée à température ambiante ou à température de boîtier.

5 Module laser avec fibres amorces

5.1 Type

Le module laser se compose des éléments de base suivants:

- diode laser
 - fibre amorce
 - photodiodes
 - capteur de température
 - élément TEC
- } s'il y a lieu

5.2 Semiconducteur

5.2.1 Matériaux

Le module laser se compose des matériaux suivants:

- diode laser
 - photodiode
 - capteur de température
 - élément TEC
- GaAs, GaAlAs, InGaAsP, InP par exemple
Ge, Si, GaInAs par exemple
} s'il y a lieu

5.2.2 Structure

Diode laser, par exemple: guidage par le gain, guidage par l'indice, réseau à contre-réaction distribuée, etc.

5.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation

5.3.1 Numéro CEI et/ou numéro national de référence du dessin d'encombrement.

5.3.2 Méthode d'encapsulation: verre/métal/plastique/autre.

5.3.3 Identification des bornes et indication d'une connexion électrique éventuelle entre une borne et le boîtier.

5.3.4 Information sur la fibre amorce, par exemple: type de fibre, genre de protection, connecteur, longueur.

5.3.5 Informations sur la dissipation thermique du boîtier.

5.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire

Conditions générales

5.4.1 Températures de stockage minimale et maximale (T_{stg}).

5.4.2 Températures de fonctionnement minimale et maximale du boîtier (T_{case}).

5.4.3 Températures de fonctionnement minimale et maximale de l'embase (T_{sub}).

5.4.4 Température de soudage maximale (temps de soudage et distance minimale par rapport au boîtier) (T_{sld}).

5.4.5 Rayon de courbure minimal de la fibre amorce (à une distance spécifiée du boîtier) (r).

5.4.6 Chocs (accélération maximale et durée de l'impulsion).

5.4.7 Vibrations (accélération maximale et plage de fréquences).

5.4.8 Force de traction le long de l'axe du câble.

5.4.8.1 Structure lâche:

- Force de traction maximale sur la fibre (F).
- Force de traction maximale sur le câble (F).

5.4.8.2 Structure serrée:

- Force de traction maximale sur le câble (F).

Diode laser

Pour les modules laser sans TEC, la courbe de fiabilisation ou le facteur de fiabilisation doit être donné pour un des paramètres suivants: 5.4.10 à 5.4.13. Pour les modules laser avec TEC, T_{sub} est égal à 25 °C.

5.4.9 Tension inverse maximale (V_R).

5.4.10 Courant direct continu maximal (I_F).

5.4.11 Flux énergétique continu maximal (ϕ_e).

5.4.12 Courant impulsionnel direct maximal, pour une fréquence et une durée d'impulsion définies (I_{FP}).

5.4.13 Flux énergétique pulsé maximal, pour une fréquence et une durée d'impulsion définies (ϕ_{ep}).

Photodiode

5.4.14 Tension inverse maximale (V_R).

5.4.15 Courant direct maximal (I_F).

Capteur de température (s'il y a lieu)

5.4.16 Caractéristiques assignées maximales

5.4.16.1 Puissance dissipée maximale (P).

ou

5.4.16.2 Tension d'alimentation maximale (V).

Refroidisseur thermoélectrique (s'il y a lieu)

5.4.17 Courant maximal de l'élément refroidisseur en conditions de refroidissement et de chauffage (I_{PE}).

5.5 Caractéristiques électriques et optiques

Tableau 3 – Caractéristiques électriques et optiques des modules laser avec fibres amorfes

Paragraphes	Caractéristiques	Conditions à $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ pour les lasers avec TEC T_{amb} ou $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ pour les modules lasers sans TEC, sauf indication contraire	Symboles	Exigences	
A. Diode laser					
5.5.1	Tension directe	I_F ou Φ_e spécifié	V_F		Max.
5.5.2	Courant de seuil		$I_{(TH)}$	Min.	Max.
5.5.3	Flux énergétique au courant de seuil	$I_F = I_{TH}$	$\phi_{e(TH)}$		Max.
5.5.4	Courant direct au-dessus du seuil (pour module laser sans TEC)	Φ_e spécifié $T = T_{\text{case}} \text{ max.}$ ou $T_{\text{amb}} \text{ max.}$	ΔI_F		Max.
5.5.5	Efficacité différentielle (pour module laser sans TEC)	Φ_e ou ΔI_F spécifié $T = T_{\text{case}} \text{ max.}$ ou $T_{\text{amb}} \text{ max.}$	η_d	Min.	Max.
5.5.6	Caractéristiques spectrales				
5.5.6.1	Caractéristiques spectrales				
5.5.6.1.1	Longueur d'onde d'émission crête	Φ_e ou ΔI_F spécifié fonctionnement continu	λ_p^a	Min.	Max.
5.5.6.1.2	Largeur spectrale à mi-hauteur	Φ_e ou ΔI_F spécifié fonctionnement continu	λ_p^a		Max.
ou 5.5.6.1.3	Espacement modal et nombre de modes longitudinaux	Φ_e ou ΔI_F spécifié fonctionnement continu	η_m		Max.
5.5.6.1.4	Longueur d'onde d'émission crête en modulation	Φ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	λ_p^b	Min.	Max.
5.5.6.1.5	Largeur spectrale à mi-hauteur en modulation	Φ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	λ_p^b		Max.
5.5.6.2	Caractéristiques spectrales complémentaires				
et/ou 5.5.6.2.1	Longueur d'onde centrale	Φ_e ou ΔI_F spécifié fonctionnement continu	λ_{avg}^a	Min.	Max.
5.5.6.2.2	Largeur spectrale quadratique moyenne	Φ_e ou ΔI_F spécifié	$\Delta \lambda_{\text{rms}}^a$		Max.
ou 5.5.6.2.3	Espacement modal et nombre de modes	Φ_e ou ΔI_F spécifié	η_m		Max.

Paragraphes	Caractéristiques	Conditions à $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ pour les lasers avec TEC T_{amb} ou $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ pour les modules lasers sans TEC, sauf indication contraire	Symboles	Exigences	
	longitudinaux				
5.5.6.2.4	Longueur d'onde centrale en modulation	Φ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	λ^b	Min.	Max.
5.5.6.2.5	Largeur spectrale quadratique moyenne en modulation	Φ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	$\Delta\lambda_{\text{rms}}^b$		Max.
5.5.7	Module laser à mode spectral unique, sous modulation directe spécifiée				
5.5.7.1	Largeur de mode spectral	Φ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	$\Delta\lambda_L$		Max.
5.5.7.2	Taux de suppression des modes latéraux	Φ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	SMSR	Min.	
5.5.8	Déviations spectrales				
5.5.8.1	Déviations spectrales des modules avec TEC	$\Delta I_{F1}, \Delta I_{F2}, \phi_{e1}, \phi_{e2}$	$\Delta\lambda_c$		Max.
5.5.8.2	Déviations spectrales des modules laser sans TEC	T_{amb}^a ou T_{case}^a , T_{amb}^b ou T_{case}^b	$\Delta\lambda_c$		Max.
5.5.9	Paramètres transitoires				
5.5.9.1	Temps de montée, temps de descente	Courant de polarisation ΔI_F ou ϕ_e courant impulsionnel en entrée, durée et rapport cyclique spécifiés	t_r , t_f		Max.
et/ou 5.5.9.2	Temps d'établissement, temps de coupure				Max.
5.5.10	Fréquence de coupure	Φ_e ou ΔI_F spécifié	f_c	Min.	Max.
5.5.11	Rapport porteuse sur bruit	ΔI_F ou Φ_e , Δf , f_m , m et f_0 spécifiés	C/N	Min.	
B. Photodiode de contrôle					
5.5.12	Courant dans l'obscurité	$\Phi_e = 0$ V_R spécifié	$I_{r(0)}$		Max.
5.5.13	Courant inverse sous rayonnement optique	Φ_e ou ΔI_F spécifié V_R spécifié	$I_{R(e)}$	Min.	Max.
5.5.14	Capacité de la diode ou temps de montée/temps de descente				
soit 5.5.14.1	Capacité de la diode	V_R et f spécifiés	C_{tot}		Max.
soit 5.5.14.2	Temps de montée, temps de descente	Φ_e ou ΔI_F spécifié V_R spécifié	t_r, t_t		Max.
5.5.15	Erreur de poursuite				
5.5.15.1	Erreur de poursuite	Φ_e ou ΔI_F et V_R spécifiés, Plage de températures: 25 °C jusqu'à $T_{\text{case min.}}$ ou $T_{\text{amb min.}}$	E_{R1}		Max.
et/ou 5.5.15.2	Erreur de poursuite	Φ_e ou ΔI_F et V_R spécifiés, Plage de températures: 25 °C jusqu'à $T_{\text{case min.}}$ ou $T_{\text{amb min.}}$	E_{R2}		Max.
C. Thermistance (s'il y a lieu)					

Paragraphes	Caractéristiques	Conditions à $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ pour les lasers avec TEC T_{amb} ou $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ pour les modules lasers sans TEC, sauf indication contraire	Symboles	Exigences	
5.5.16	Résistance	Courant de la thermistance I_{tc} spécifié	R	Min.	Max.
5.5.17	Pente de la résistance	Courant de thermistance I_{tc} spécifié. Plage de températures: $T_{\text{sub}}^{\text{a}}$, $T_{\text{sub}}^{\text{b}}$	$\Delta R/R$	Min.	Max.
D. Courant du TEC (s'il y a lieu)					
5.5.18	Courant du TEC	Φ_e ou ΔI_F spécifié, Plage de températures: T_{case} , min. ou T_{case} , max.	I_{PE}		Max.
5.5.19	Tension du TEC	Φ_e ou ΔI_F spécifié, Plage de températures: T_{case} ou T_{amb} min. et max.	V_{PE}		Max.
^a En fonctionnement continu. ^b En modulation.					

5.6 Informations supplémentaires

5.6.1 Courant direct continu de la diode laser correspondant à ϕ_{eoo} .

NOTE ϕ_{eoo} : niveau de flux énergétique de la puce laser sur embase, représentatif des performances et de la fiabilité des dispositifs de même technologie et soumis aux mêmes procédures d'assurance de la qualité.

5.6.2 Temps de réponse en température de la thermistance en fonction de la variation du courant de refroidissement (s'il y a lieu).

5.6.3 Résistance thermique entre la jonction de la diode laser et boîtier (sans refroidissement): $R_{\text{thj-c}}$.

5.6.4 Paramètre s_{11} .

5.7 Dangers

Voir la CEI 60825.

6 Photodiodes PIN pour systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques

6.1 Type

Photodiodes PIN à température ambiante ou à température de boîtier spécifiée, avec ou sans amorce de fibre optique pour les systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques.

6.2 Matériaux semiconducteurs

Si, Ge, InGaAs, etc.

6.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation

6.3.1 Numéro CEI et/ou numéro national de référence du dessin d'encombrement.

6.3.2 Méthode d'encapsulation: verre/métal/plastique/autre.

6.3.3 Identification des bornes et indication d'une connexion électrique éventuelle entre une borne et le boîtier.

6.3.4 Caractéristiques du port optique: orientation relative par rapport à l'axe mécanique, position relative par rapport à l'axe mécanique, surface, ouverture numérique.

6.3.5 Pour les dispositifs avec fibre amorce: informations concernant la fibre amorce, le type de fibre, le type de protection, le connecteur et la longueur.

6.3.6 Informations concernant la dissipation thermique du boîtier.

6.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire

Tableau 4 – Valeurs limitatives des photodiodes PIN

Paragraphes	Caractéristiques	Symboles	Exigences	
			Min.	Max.
6.4.1	Température de stockage	T_{stg}	x	x
6.4.2	Température			
soit 6.4.2.1	Température ambiante	T_{amb}	x	x
soit 6.4.2.2	Température du boîtier	T_{case}	x	x
6.4.3	Température de soudage à la durée maximale de soudage et distance minimale par rapport au boîtier spécifié	T_{sld}		x
6.4.4	Tension inverse	V_R		x
6.4.5	Dissipation de puissance	P_{tot}		x
6.4.6	Flux énergétique dans la zone sensible	Φ_e		x
6.4.7	Pour les dispositifs avec fibre amorce: Rayon de courbure de la fibre amorce (à la distance spécifiée par rapport au boîtier)	r	x	
6.4.8	Chocs			x
6.4.9	Vibrations			x
6.4.10	Force de traction pour les dispositifs avec fibre amorce:			
6.4.10.1	Structure lâche: – Force de traction sur la fibre le long de son axe – Force de traction sur la gaine de protection le long de son axe	F F		x x
6.4.10.2	Structure serrée: – Force de traction sur l'amorce le long de son axe	F		x

6.5 Caractéristiques électriques et optiques

Tableau 5 – Caractéristiques électriques et optiques des photodiodes PIN

Paragraphes	Caractéristiques	Conditions à T_{amb} ou $T_{case} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	Symboles	Exigences	
				Min.	Max.
6.5.1	Courant dans l'obscurité				
6.5.1.1	Courant dans l'obscurité	V_R spécifié, $\Phi_e = 0$	$I_{R(D)}^a$		x
6.5.1.2	Courant dans l'obscurité à température élevée	V_R spécifié, $\Phi_e = 0$ T_{amb} ou T_{case} spécifié	$I_{R(D)}^b$		x
6.5.2	Capacité totale	V_R, f spécifiés, $\Phi_e = 0$	C_{tot}		x
6.5.3	Courant de bruit	$V_R, I_{R(e)}, f_0, \Delta f_N, R_L, \lambda_p, \Delta\lambda$ spécifiés	I_n		x
6.5.4	Pour les dispositifs sans fibre amorce:				
6.5.4.1	Sensibilité sur l'axe mécanique spécifié	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e$ spécifiés	S_{FD}, S	x	x ^a
6.5.4.2	Uniformité spatiale de la sensibilité (s'il y a lieu)	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda$ ou Φ_e spécifiés	ΔS		x
6.5.5	Pour les dispositifs avec fibre amorce: Sensibilité	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e$ spécifiés	S_{FD}, S	x	x ^a
6.5.6	Largeur de bande				
soit 6.5.6.1	Temps de commutation: – Temps de montée – Temps de descente – Temps de retard (s'il y a lieu) – Temps de stockage	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda$, base de l'impulsion Φ_{e1} , crête de l'impulsion Φ_{e2}, R_L spécifiés	t_r t_t $t_{d(on)}/$ $t_{d(off)}$ t_s		x x x x
soit 6.5.6.2	Fréquence de coupure	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e, R_L$ spécifiés	f_c	x	
NOTE La tension V_R spécifiée est identique pour toutes les caractéristiques, sauf indication contraire.					
^a S'il y a lieu.					
^b Terme et/ou symbole littéral à l'étude.					

6.6 Informations supplémentaires

6.6.1 Courbe typique du courant dans l'obscurité en fonction de la tension, à différentes températures.

6.6.2 Courbe typique de la capacité totale en fonction de la tension inverse.

6.6.3 Sensibilité relative en fonction de la longueur d'onde.

6.6.4 Sensibilité relative en fonction de la température.

6.6.5 Courbe ou facteur de fiabilisation de la dissipation de puissance maximale.

7 Photodiodes à avalanche (APD) avec ou sans fibre amorce

7.1 Type

Photodiode à avalanche à température ambiante ou de boîtier spécifiée pour systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques.

7.2 Semiconducteur

7.2.1 Matériaux

Si, Ge, InGaAs, etc.

7.2.2 Structure

7.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation

7.3.1 Numéro CEI et/ou numéro national de référence du dessin d'encombrement.

7.3.2 Méthode d'encapsulation: verre/métal/plastique/autre.

7.3.3 Identification des bornes et indications d'une connexion électrique éventuelle entre une borne et le boîtier.

7.3.4 Caractéristiques du port optique: orientation relative par rapport aux axes mécaniques, position relative par rapport aux axes mécaniques, à la surface, à l'ouverture numérique.

7.3.5 Information sur la fibre amorce (s'il y a lieu): type de fibre, genre de protection, de connecteur, longueur.

7.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire

7.4.1 Rayon de courbure minimal de la fibre amorce, s'il y a lieu.

7.4.2 Températures de stockage minimale et maximale (T_{stg}).

7.4.3 Températures ambiante ou boîtier minimale et maximale en fonctionnement (T_{amb} ou T_{case}).

7.4.4 Température maximale de soudage (T_{sld}) (temps de soudage et distance minimale par rapport au boîtier à spécifier).

7.4.5 Dissipation de puissance maximale à une température ambiante ou de boîtier de 25 °C (P_{tot}) et courbe ou facteur de fiabilisation.

7.4.6 Force de traction maximale sur l'amorce (fibre ou câble), s'il y a lieu, dans la direction de l'axe de l'entrée de l'amorce (fibre ou câble).

7.4.7 Courant inverse maximal (I_R).

7.4.8 Courant direct maximal (I_F).

7.5 Caractéristiques électriques et optiques

V_R doit être le même pour toutes les caractéristiques: il doit être égal à 0,9 fois la valeur de $V_{(BR)}$ mesurée individuellement, sauf spécification contraire.

Tableau 6 – Caractéristiques électriques et optiques des photodiodes à avalanche (APD), avec ou sans fibres amorfes

Paragraphes	Caractéristiques	Conditions à T_{amb} ou $T_{case} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	Symboles	Exigences	
7.5.1	Tension de claquage	E_e ou $\phi_e = 0$, I_R spécifié	$V_{(BR)}$	Min.	Max.
7.5.2	Courant inverse dans l'obscurité	E_e ou $\phi_e = 0$, V_R spécifié E_e ou $\phi_e = 0$, V_R spécifié $T = T_{amb} \text{ max. ou } T_{case} \text{ max.}$	I_R^a I_R^b	Max.	
7.5.2.1	Courant inverse dans l'obscurité (NOTE 1)				
7.5.2.2	Courant inverse dans l'obscurité (NOTE 2)				
7.5.3	Sensibilité	V_{R1} (NOTE 2), ϕ_e , λ_p , $\Delta\lambda$ spécifiés V_R , ϕ_e , λ_p , $\Delta\lambda$ spécifiés	S^a S^b	Min.	Max. (NOTE 1)
7.5.3.1	Sensibilité (NOTE 1)			Min.	Max. (NOTE 2)
7.5.3.2	Sensibilité (NOTE 2)			Min.	Max. (NOTE 2)
7.5.4	Facteur de multiplication	V_{R1} (NOTE 2), λ_p , $\Delta\lambda$, ϕ_e , spécifiés	M	Min.	
7.5.5	Capacité totale	E_e ou $\phi_e = 0$; V_R , f spécifiés	C_{tot}		Max.
7.5.6	Paramètres petits signaux	V_R , $\Delta\lambda$, R_L , ϕ_{e1} : flux énergétique de crête ϕ_{e2} : flux énergétique résiduel V_R , λ_p , $\Delta\lambda$, ϕ_e et R_L spécifiés	t_{on} t_{off} f_c	Max. Max. Min.	
7.5.6.1	Temps d'établissement et temps de coupure				
7.5.6.2	Fréquence de coupure en faibles signaux				
7.5.7	Facteur de bruit en excès	V_{R1} (NOTE 2), V_R , I_{PO} , λ_p , $\Delta\lambda$, M , f_0 , Δf_N , spécifiés	F_e		Max.
7.5.8	Courant de bruit (s'il y a lieu)	V_R , λ_p , $\Delta\lambda$, f , Δf_N spécifiés	I_n		Max.
NOTE 1 S'il y a lieu.					
NOTE 2 Il convient que V_{R1} soit une valeur faible afin que l'effet de multiplication soit négligeable, ou que la tension à laquelle le dispositif ait sa jonction complètement en déplétion et ait atteint sa vitesse nominale.					
^a S'il y a lieu.					
^b Terme et/ou symbole littéral à l'étude.					

7.6 Informations supplémentaires

7.6.1 Courbe de la tension de claquage en fonction de la température.

7.6.2 Courbe de sensibilité en fonction de la longueur d'onde.

7.6.3 Courbe de capacité en fonction de la tension inverse.

7.6.4 Courbe du facteur de multiplication en fonction de la tension inverse à différentes températures.

7.6.5 Courbe du courant inverse dans l'obscurité en fonction de la tension inverse à différentes températures.

7.6.6 Position de la surface sensible par référence au boîtier (sans fibre amorce).

7.6.7 Courbe du facteur de bruit en excès en fonction de la tension inverse (s'il y a lieu).

7.6.8 Courbe du courant de bruit en fonction de la tension inverse (s'il y a lieu).

8 Modules PIN-TIA pour les systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques

8.1 Type

Modules PIN-TIA caractérisés à température ambiante ou à la température du boîtier pour les systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques.

Les éléments de base du module PIN-TIA sont les suivants.

- une photodiode PIN;
- des circuits TIA;
- une fibre amorce, des connecteurs de fibre amorce, des réceptacles (boîtier connectorisé).

8.2 Matériaux semiconducteurs

Les matériaux semiconducteurs d'un module PIN-TIA sont les suivants:

- photodiode PIN: Si, Ge, InGaAs, etc;
- circuits TIA: GaAs, Si, etc.

8.3 Structure

La structure des modules PIN-TIA est la suivante:

- photodiode PIN: Mesa, planaire, etc;
- circuits TIA: CMOS, Bi-CMOS, HBT, Bi-polar etc;
- informations concernant le couplage des fibres: de type conique, à couplage de lentilles, etc;
- informations concernant le circuit: impédance élevée, transimpédance, largeur de bande, etc;
- informations concernant le boîtier: fibre amorce, réceptacle (boîtier connectorisé), etc.

8.4 Détails d'encombrement et d'encapsulation

- Numéro CEI et/ou numéro national de référence du dessin d'encombrement.
- Méthode d'encapsulation: verre/métal/plastique/autre.
- Identification des bornes et indication d'une connexion électrique éventuelle entre une borne et le boîtier.
- Caractéristiques du port optique: orientation par rapport à l'axe mécanique, position par rapport à l'axe mécanique, la surface active, l'ouverture numérique.

- Informations concernant la fibre amorce: type de fibre, type de protection, de connecteur, longueur.
- Informations concernant le connecteur/le réceptacle.

8.5 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire

Tableau 7 – Valeurs limitatives des modules PIN-TIA

Paragraphes	Caractéristiques	Symboles	Exigences		Unités
			Min.	Max.	
8.5.1	Température de stockage	T_{stg}	x	x	°C
8.5.2	Température en fonctionnement				
soit 8.5.2.1	Température ambiante en fonctionnement	T_{amb}	x	x	°C
soit 8.5.2.2	Température du boîtier en fonctionnement	T_{case}	x	x	°C
8.5.3	Température de soudage à la durée maximale de soudage et distance minimale par rapport au boîtier spécifié	T_{sld}		x	°C
8.5.4	Tensions d'alimentation aux bornes spécifiées	V_{supp}	x	x	V
8.5.5	Flux énergétique au niveau du port optique	Φ_e		x	mW(W)
8.5.6	Rayon de courbure de la fibre amorce (à la distance spécifiée par rapport au boîtier)	r	x		mm(cm)
8.5.7	Chocs			x	m/s ² , s
8.5.8	Vibrations			x	m/s ² , Hz
8.5.9	Force de traction le long de l'axe du câble				
8.5.9.1	Structure lâche				
	– Force de traction sur la fibre	F		x	N
	– Force de traction sur le câble	F		x	N
8.5.9.2	Structure serrée				
	– Force de traction sur le câble	F		x	N

8.6 Conditions de fonctionnement à $T_{amb} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire

Tableau 8 – Conditions de fonctionnement des modules PIN-TIA

Paragraphes	Caractéristiques	Symboles	Exigences		Unités
			Min.	Max.	
8.6.1	Tensions d'alimentation spécifiées par numéro de borne	V_{supp}	x	x	V
8.6.2	Courant d'alimentation (à $T_{amb. max.}$) spécifié par numéro de borne	I_{supp}		x	mA
8.6.3	Résistance de charge	R_L	x		Ω

8.7 Caractéristiques électriques et optiques

Tableau 9 – Caractéristiques électriques et optiques des photodiodes PIN-TIA

Paragraphes	Caractéristiques	Conditions à T_{amb} ou $T_{case} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	Symboles	Exigences		Unités
				Min.	Max.	
8.7.1	Puissance minimale détectable	a) λ_p , $\Delta\lambda$, f_{mB} , B et C/N spécifiés ou b) λ_p , $\Delta\lambda$, débit binaire, forme du signal et taux d'erreurs spécifiés	Φ_{eD}	x		dBm
8.7.2	Densité de puissance du bruit en sortie	R_L , f_m , B , Φ_e spécifiés λ_p , $\Delta\lambda$ spécifiés	P_{n0} , λ		x	W/Hz
8.7.3	Fréquence					
8.7.3.1	Densité de puissance du bruit basse fréquence en sortie	R_L , f_m , B , λ_p et $\Delta\lambda$ spécifiés, $\Phi_e = 0$	P_{n0} , λ		x	W/Hz
et 8.7.3.2	Fréquence de remontée	R_L , f_m , B , λ_p et $\Delta\lambda$ spécifiés, $\Phi_e = 0$	L_F f_{cer}		x	Hz
8.7.4	Réponse					
8.7.4.1	Réponse (pour le module)	λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_e , R_L spécifiés	R_D	x		V/W
et 8.7.4.2	Réponse (pour la photodiode PIN seulement) (s'il y a lieu)	I_R , λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_e spécifiés	R_D	x		A/W
8.7.5	Monotonie de la réponse en fréquence	λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_e , R_L spécifiés f_1 et f_2 spécifiés	$\Delta R_D/R_D$		x	
8.7.6	Largeur de bande					
soit 8.7.6.1	Temps de commutation: – Temps de montée – Temps de descente	λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_e , Φ_{e2} , R_L spécifiés	t_r t_f		x x	ns ns
soit 8.7.6.2	Fréquence de coupure	λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_e , R_L spécifiés	f_c	x		MHz (GHz)
8.7.7	Tension résiduelle (s'il y a lieu)	λ_p , $\Delta\lambda$, Φ_e , R_L spécifiés	V_{off}	x	x	V
8.7.8	Courant dans l'obscurité (pour photodiode PIN seulement) (s'il y a lieu)	I_R spécifié, $\Phi_e = 0$	I_R		x	nA

8.8 Informations supplémentaires

- Réponse relative en fonction de la longueur d'onde
- Variation thermique typique de la tension résiduelle
- Informations concernant l'égalisation

9 Modules à diodes laser destinés au pompage d'un amplificateur à fibres optiques

9.1 Type

Le module laser se compose des éléments de base suivants:

- diode laser;

- fibre amorce (s'il y a lieu);
- lentilles (s'il y a lieu);
- photodiode (s'il y a lieu);
- capteur de température (s'il y a lieu);
- élément TEC (s'il y a lieu);
- isolateur (s'il y a lieu).

9.2 Matériaux semiconducteurs

Les matériaux semiconducteurs d'un module à diodes laser destiné au pompage d'un amplificateur à fibres optiques sont les suivants:

- | | |
|-----------------------------|--|
| – diode laser: | GaAs, GaAlAs, InGaAs, InGaAsP, InP, etc. |
| – photodiode: | Ge, Si, InGaAs, etc. |
| – capteur de température: } | s'il y a lieu |
| – élément TEC: | |

9.3 Structure

Diode laser: guidage par gain, guidage par indice, réseau à contre-réaction distribuée, guide d'ondes à nervure, BH, etc.

9.4 Détails d'encombrement et d'encapsulation

- Numéro CEI et/ou numéro national de référence du dessin d'encombrement.
- Méthode d'encapsulation: verre/métal/plastique/autre.
- Identification des bornes et indication d'une connexion électrique éventuelle entre une borne et le boîtier.
- Caractéristiques du port optique: orientation par rapport à l'axe mécanique, position par rapport à l'axe mécanique, la surface active, l'ouverture numérique.
- Informations concernant la fibre amorce: type de fibre, type de protection, de connecteur, et longueur.
- Informations concernant la dissipation thermique du boîtier.