

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
essentiels**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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



IEC 62007-1

Edition 3.0 2015-03

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

ICS: 31.080.01; 31.260; 33.180.01

ISBN 978-2-83222-589-9

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	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	10
4.6 Supplementary information	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	13
5.4.1 General conditions	13
5.4.2 Laser diode.....	13
5.4.3 Photodiode	13
5.4.4 Thermal sensor (where appropriate)	13
5.4.5 Thermoelectric cooler (where appropriate).....	14
5.5 Electric and optical characteristics.....	14
5.6 Supplementary information	15
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	19
7.1 Type	19
7.2 Semiconductor	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	APD-TIA modules for fibre optic systems or subsystems	24
9.1	Type	24
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	24
9.6	Electrical and optical characteristics	25
10	Laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier	26
10.1	Type	26
10.2	Semiconductor materials	26
10.3	Structure	26
10.4	Details of outline and encapsulation	26
10.5	Limiting values (absolute maximum ratings) over the operating temperature range, unless otherwise stated	27
10.6	Electrical and optical characteristics	27
10.7	Supplementary information	29
10.8	Hazards	29
11	Optical modulators for digital fibre optic applications	29
11.1	Type	29
11.2	Materials	29
11.3	Structure	29
11.4	Details of outline and encapsulation	30
11.5	Limiting values (absolute maximum ratings)	30
11.6	Electrical and optical characteristics	31
11.7	Supplementary information	32
11.8	Hazards	32
	Bibliography	33
	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 APD-TIA modules	25
Table 11 – Electrical and optical characteristics for APD-TIA modules	25
Table 12 – Limiting values for laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier	27
Table 13 – Electrical and optical characteristics for laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier.....	28
Table 14 – Limiting values for optical modulators for digital fibre optic applications	30
Table 15 – Electrical and optical characteristics for optical modulators for digital fibre optic applications	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62007-1 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2008. This edition constitutes a technical revision.

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

- 1) The definitions of some symbols and terms are revised in order to harmonize them with those in other SC 86C documents.
- 2) A clause on APD-TIA has been added.

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

CDV	Report on voting
86C/1256/CDV	86C/1283/RVC

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

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

A list of all parts in the IEC 62007 series, published under the general title *Semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications*, can be found on the IEC website.

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

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

SEMICONDUCTOR OPTOELECTRONIC DEVICES FOR FIBRE OPTIC SYSTEM APPLICATIONS –

Part 1: Specification template for essential ratings and characteristics

1 Scope

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.

This part of IEC 62007 provides a frame for the preparation of detail specifications for the essential ratings and characteristics.

In using this part of IEC 62007, detail specification writers add but do not delete specification parameters and/or groups of specification parameters for particular applications.

2 Normative references

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

IEC 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

3.1 Terms and definitions

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

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

[SOURCE: IEC 60050-731-06-29, modified — The note has been deleted.]

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 1 to entry: This note applies to the French language only.

[SOURCE: IEC 60050-731-06-30, modified — The note has been deleted.]

3.1.3

RIN

relative intensity noise

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 1 to entry: *RIN* is usually expressed in dB/Hz.

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

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.4

$\Delta \lambda_c$

spectral shift

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 1 to entry: The specific reference temperature is typically 25 °C.

3.1.5

s_{11}

input reflection coefficient

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

3.1.6

E_{tr}

tracking error

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

Note 1 to entry: The specific reference temperature is typically 25 °C.

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

Note 3 to entry: The tracking error is usually expressed as a percentage of the radiant power at the reference case temperature.

3.1.7

R_D

R

diode responsivity

responsivity

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

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

Note 2 to entry: Photodiode means a complete device such as:

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

3.1.8

F_e

excess noise factor

noise resulting from the spatial and timing fluctuations of the avalanche carrier multiplication, 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 1 to entry: 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.

3.1.9

P_o

overload

maximum received power of a photodiode for obtaining a given bit error rate

3.2 Abbreviations

APD	avalanche photodiode
BH	buried heterostructure
CMOS	complementary metal-oxide semiconductor
CW	continuous wave
FWHM	full width at half maximum
HBT	heterojunction bipolar transistor
LD	laser diode
LED	light emitting diode
MQW	multi-quantum well
RIN	relative intensity noise
TEC	thermo-electric cooler
TIA	transimpedance amplifier

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 a fibre 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

See Table 1.

Table 1 – Limiting values for LEDs

Characteristics	Symbol	Requirements ^a		Unit
		Min.	Max.	
Storage temperature	T_{stg}	x	x	°C
Temperature: either ambient temperature or case temperature	T_{amb} T_{case}	x x	x x	°C °C
Soldering temperature at maximum soldering time and minimum distance to case specified	T_{sld}		x	°C
Reverse voltage	V_{R}		x	V
Continuous forward current Derating curve or derating factor	I_{F}		x	mA
Repetitive peak forward current at specified pulse conditions (where appropriate) Derating curve or derating factor (where appropriate)	I_{FRM}		x	mA
Power dissipation Derating curve or derating factor (where appropriate)	P_{tot}		x	W
For case-rated devices: Virtual junction temperature (where appropriate)	T_{vj}		x	°C
For devices with pigtail: Bend radius of pigtail (at specified distance from the case)	r	x		mm(cm)
Shock			x	m/s ² , s
Vibration			x	m/s ² , Hz
Tensile force on devices with pigtail: Untight structure: – Tensile force on fibre along its axis – Tensile force on cladding along its axis Tight structure: – Tensile force on pigtail along its axis	F F F		x x x	N N N
^a x represents the value to be specified.				

4.5 Electrical and optical characteristics

See Table 2.

Table 2 – Electrical and optical characteristics for LEDs

Characteristics	Conditions at T_{amb} or $T_{case} = 25\text{ °C}$ unless otherwise stated	Symbol	Requirements ^b		Unit
			Min.	Max.	
Forward voltage	I_F or Φ_e specified	V_F		x	V
Reverse current	V_R specified	I_R		x	mA
Differential resistance	I_F or Φ_e specified	r_d		x	Ω
Total capacitance	V_R, f specified	C_{tot}		x	μF
Noise parameter either relative intensity noise ^a or carrier-to-noise ratio ^a	I_F or $\Phi_e, f_o, \Delta f_N$ specified I_F or $\Phi_e, f_c, \Delta f_N, f_m, m$ specified	RIN C/N		x x	 dB/Hz dB
Output parameter either radiant output power or forward current	I_F specified (d.c. or pulse, or both) Φ_e specified	Φ_e I_F	x x^a	x^a x	 mW mA
For devices without pigtail: Half-intensity angle ^a	I_F or Φ_e , angle ϕ specified	$\theta_{1/2}$		x	°
For devices without pigtail: Misalignment angle ^a	I_F or Φ_e , angle ϕ specified	$\Delta\theta$		x	°
Spectral radiation bandwidth	I_F or Φ_e specified	$\Delta\lambda$		x	nm
Bandwidth either switching times: – rise time – fall time – delay times ^a – peak emission wavelengths or cut-off frequency	d.c. current input pulse current pulse width and duty cycle specified I_F or Φ_e specified	 t_r t_f $t_{d(on)},$ $t_{d(off)}$ f_c	 x	 x x x x	 s s s s nm Hz
^a Where appropriate.					
^b x represents the value to be specified.					

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 (e.g. GaAs, GaAlAs, InGaAsP, InP)
 - photodiode (e.g. Ge, Si, GaInAs)
 - thermal sensor
 - TEC element
- } where appropriate

5.2.2 Structure

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

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

5.4.1 General conditions

- 5.4.1.1 Minimum and maximum storage temperatures (T_{stg})
- 5.4.1.2 Minimum and maximum operating case temperatures (T_{case})
- 5.4.1.3 Minimum and maximum operating submount temperature (T_{sub})
- 5.4.1.4 Maximum soldering temperature (soldering time and minimum distance to case) (T_{sld})
- 5.4.1.5 Minimum bend radius of pigtail (at specified distance from the case) (r)
- 5.4.1.6 Shock (maximum acceleration and pulse duration)
- 5.4.1.7 Vibration (maximum acceleration and frequency range)
- 5.4.1.8 Tensile force along cable axis

5.4.1.8.1 Untight structure

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

5.4.1.8.2 Tight structure

- Maximum tensile force on cable (F)

5.4.2 Laser diode

For laser module without TEC, derating curve or derating factor shall be given for one of the parameters 5.4.2.2 to 5.4.2.5. For laser module with TEC, $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$.

- 5.4.2.1 Maximum reverse voltage (V_{R})
- 5.4.2.2 Maximum continuous forward current (I_{F})
- 5.4.2.3 Maximum continuous radiant power (ϕ_{e})
- 5.4.2.4 Maximum pulsed forward current at stated frequency and pulse duration (I_{FP})
- 5.4.2.5 Maximum pulsed radiant power at stated frequency and pulse duration (ϕ_{ep})

5.4.3 Photodiode

- 5.4.3.1 Maximum reverse voltage (V_{R})
- 5.4.3.2 Maximum forward current (I_{F})

5.4.4 Thermal sensor (where appropriate)

5.4.4.1 Maximum ratings

- 5.4.4.1.1 Maximum power dissipation (P)

or

- 5.4.4.1.2 Maximum voltage supply (V)

5.4.5 Thermoelectric cooler (where appropriate)

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

5.5 Electric and optical characteristics

See Table 3.

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

Characteristics	Conditions at $T_{sub} = 25\text{ °C}$ for laser with TEC, T_{amb} or $T_{case} = 25\text{ °C}$ for laser module without TEC unless otherwise stated	Symbol	Requirements ^c		Unit
			Min.	Max.	
A. Laser diode					
Forward voltage	I_F or ϕ_e specified	V_F		x	V
Threshold current		$I_{(TH)}$	x	x	mA
Radiant power at threshold	$I_F = I_{TH}$	$\phi_{e(TH)}$		x	μW
Forward current above threshold (for laser module without TEC)	ϕ_e specified $T = T_{case}$ max. or T_{amb} max.	ΔI_F		x	mA
Differential efficacy (for laser module without TEC)	ϕ_e or ΔI_F specified $T = T_{case}$ max. or T_{amb} max.	η_d	x	x	
Spectral characteristics					
Peak emission wavelength	ϕ_e or ΔI_F specified CW-operation	λ_p^a	x	x	nm
Either spectral radiation bandwidth FWHM	ϕ_e or ΔI_F specified CW-operation	λ_p^a		x	nm
or mode spacing and number of longitudinal modes	ϕ_e or ΔI_F specified CW-operation	η_m		x	
Peak emission wavelength under modulation	ϕ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	λ_p^b	x	x	nm
Spectral radiation bandwidth under modulation	ϕ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	λ_p^b		x	
Additional spectral characteristics					
and/or centroidal wavelength	ϕ_e or ΔI_F specified CW-operation	λ_{avg}^a	x	x	nm
and/or spectral radiation r.m.s. bandwidth	ϕ_e or ΔI_F specified	$\Delta\lambda_{rms}^a$		x	nm
or mode spacing and number of longitudinal modes	ϕ_e or ΔI_F specified	η_m		x	
or central wavelength under modulation	ϕ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	λ^b	x	x	nm
or spectral radiation r.m.s. bandwidth under modulation	ϕ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	$\Delta\lambda_{rms}^b$		x	nm
Single spectral mode laser module under specified direct modulation					
Spectral mode width	ϕ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	$\Delta\lambda_L$		x	nm
Side-mode suppression ratio	ϕ_e or ΔI_F specified modulation condition specified	$SMSR$	x		dB
Spectral shift					
Spectral shift for module with TEC	$\Delta I_{F1}, \Delta I_{F2}, \phi_{e1}, \phi_{e2}$	$\Delta\lambda_c$		x	nm
Spectral shift for laser module without TEC	T_{amb}^a or T_{case}^a , T_{amb}^b or T_{case}^b	$\Delta\lambda_c$		x	nm
Transient parameters					

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	Symbol	Requirements ^c		Unit
			Min.	Max.	
Rise time, fall time	Bias current ΔI_F or ϕ_e input pulse current width and duty cycle specified	t_r , t_f		x x	s s
and/or Turn-on time, turn-off time	Bias current ΔI_F or ϕ_e input pulse current width and duty cycle specified	t_{on} , t_{off}		x x	s s
Cut-off frequency	ϕ_e or ΔI_F specified	f_c	x	x	Hz
Carrier-to-noise ratio	ΔI_F or ϕ_e , Δf , f_m , m and f_0 specified	C/N	x		dB
B. Monitor photodiode					
Dark current	$\phi_e = 0$ V_R specified	$I_{r(0)}$		x	μA
Reverse current under optical radiation	ϕ_e or ΔI_F specified V_R specified	$I_{R(e)}$	x	x	μA
Diode capacitance or rise/fall time	V_R and f specified ϕ_e or ΔI_F specified V_R specified	C_{tot}		x	pF
Either diode capacitance or rise time, fall time		t_r , t_f		x	s
Tracking error	Either ϕ_e or ΔI_F and V_R specified, Temperature range: 25 °C to $T_{\text{case min.}}$ or $T_{\text{amb min.}}$ or ϕ_e or ΔI_F and V_R specified, Temperature range: 25 °C to $T_{\text{case min.}}$ or $T_{\text{amb min.}}$	E_{R1} E_{R2}		x x	
C. Thermistor (where appropriate)					
Resistance	Thermistor current I_{tc} specified	R	x	x	Ω
Slope of resistance	Thermistor current I_{tc} specified. Temperature range: $T_{\text{sub}}^{\text{a}}$, $T_{\text{sub}}^{\text{b}}$	$\Delta R/R$	x	x	
D. TEC current (where appropriate)					
TEC current	ϕ_e or ΔI_F specified, Temperature range: $T_{\text{case min.}}$ or $T_{\text{case max.}}$	I_{PE}		x	A
TEC voltage	ϕ_e or ΔI_F specified, Temperature range: T_{case} or $T_{\text{amb min.}}$ and max.	V_{PE}		x	V
^a CW-operation. ^b In modulation. ^c x represents the value to be specified.					

5.6 Supplementary information

5.6.1 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.

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

See Table 4.

Table 4 – Limiting values for PIN photodiodes

Characteristics	Symbol	Requirements ^a		Unit
		Min.	Max.	
Storage temperature	T_{stg}	x	x	°C
Temperature				
either ambient temperature	T_{amb}	x	x	°C
or case temperature	T_{case}	x	x	°C
Soldering temperature at maximum soldering time and minimum distance to case specified	T_{sld}		x	°C
Reverse voltage	V_{R}		x	V
Power dissipation	P_{tot}		x	W
Radiant power on the sensitive area	Φ_{e}		x	W
For devices with pigtail: Bend radius of pigtail (at specified distance from the case)	r	x		mm(cm)
Shock			x	m/s ² , s
Vibration			x	m/s ² , Hz
Tensile force on devices with pigtail:				
Untight structure:				
– Tensile force on fibre along its axis	F		x	N
– Tensile force on cladding along its axis	F		x	N
Tight structure:				
– Tensile force on pigtail along its axis	F		x	N

^a x represents the value to be specified.

6.5 Electrical and optical characteristics

See Table 5.

Table 5 – Electrical and optical characteristics for PIN photodiodes

Characteristics	Conditions at T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ unless otherwise stated	Symbol	Requirements ^c		Unit
			Min.	Max.	
Dark current					
Dark current	V_R specified, $\phi_e = 0$	$I_{R(D)}^a$		x	μA
Dark current at high temperature	V_R specified, $\phi_e = 0$ T_{amb} or T_{case} specified	$I_{R(D)}^b$		x	μA
Total capacitance	V_R, f specified, $\phi_e = 0$	C_{tot}		x	pF
Noise current	$V_R, I_{R(e)}, f_0, \Delta f_N, R_L, \lambda_p, \Delta\lambda$ specified	I_n		x	μA
For devices without pigtail:					
Sensitivity along the specified mechanical axis	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \phi_e$ specified	S_{FD}, S	x	x^a	A/W
Spatial uniformity of sensitivity (where appropriate)	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda$ or ϕ_e specified	ΔS		x	
For devices with pigtail:					
Sensitivity	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \phi_e$ specified	S_{FD}, S	x	x^a	
Bandwidth					GHz
either					
Switching time:	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda$, pulse base ϕ_{e1} , pulse top ϕ_{e2}, R_L specified				
– Rise time		t_r		x	s
– Fall time		t_f		x	s
– Delay times (where appropriate)		$t_{d(\text{on})}, t_{d(\text{off})}$		x	s
– Storage time		t_s		x	s
or					
Cut-off frequency	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \phi_e, R_L$ specified	f_c	x		Hz
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.					
^c x represents the value to be specified.					

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 APD 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 axis, relative position to mechanical axis, 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 times the individually measured value of $V_{(BR)}$, unless otherwise specified.

See Table 6.

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

Characteristics	Conditions at T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ unless otherwise stated	Symbol	Requirements ^c		Unit
			Min.	Max.	
Breakdown voltage	E_{e} or $\phi_{\text{e}} = 0$, I_{R} specified	$V_{(\text{BR})}$	x	x	
Reverse dark current	E_{e} or $\phi_{\text{e}} = 0$, V_{R} specified E_{e} or $\phi_{\text{e}} = 0$, V_{R} specified $T = T_{\text{amb}}$ max. or T_{case} max.	I_{R}^{a}		x	µA
Reverse dark current (NOTE 1)		I_{R}^{b}		x	µA
Reverse dark current (NOTE 2)					
Sensitivity	V_{R1} (NOTE 2), ϕ_{e} , λ_{pp} , $\Delta\lambda$ specified V_{R} , ϕ_{e} , λ_{p} , $\Delta\lambda$ specified	S^{a}	x	x (NOTE 1)	A/W
Sensitivity (NOTE 1)		S^{b}	x	x (NOTE 2)	A/W
Sensitivity (NOTE 2)					
Multiplication factor	V_{R1} (NOTE 2), λ_{p} , $\Delta\lambda$, ϕ_{e} specified	M	x		
Total capacitance	E_{e} or $\phi_{\text{e}} = 0$; V_{R} , f specified	C_{tot}		x	pF
Small signal parameters	V_{R} , $\Delta\lambda$, R_{L} , ϕ_{e1} : peak radiant power ϕ_{e2} : offset radiant power V_{R} , λ_{p} , $\Delta\lambda$, ϕ_{e} and R_{L} specified	t_{on}		x	s
Turn-on time and turn-off time		t_{off}		x	s
Small signal cut-off frequency		f_{c}	x		Hz
Excess noise factor	V_{R1} (NOTE 2), V_{R} , I_{PO} , λ_{p} , $\Delta\lambda$, M , f_0 , Δf_{N} specified	F_{e}		x	
Noise current ^a	V_{R} , λ_{p} , $\Delta\lambda$, f , Δf_{N} specified	I_{n}		x	µA
NOTE 1 Where appropriate.					
NOTE 2 Typically, V_{R1} is 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.					
^c x represents the value to be specified.					

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 circuits: GaAs, Si, etc.

8.3 Structure

The structure of the PIN-TIA module is as follows:

- PIN photodiode: Mesa, planar, etc.;
- TIA circuits: 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

See Table 7.

Table 7 – Limiting values for PIN-TIA modules

Characteristics	Symbol	Requirements ^a		Unit
		Min.	Max.	
Storage temperature	T_{stg}	x	x	°C
Operating temperature				
either operating ambient temperature	T_{amb}	x	x	°C
or operating case temperature	T_{case}	x	x	°C
Soldering temperature at maximum soldering time and minimum distance to case specified	T_{sld}		x	°C
Supply voltages at specified terminals	V_{supp}	x	x	V
Radiant power at optical port	Φ_{e}		x	mW(W)
Bend radius of pigtail (at specified distance from the case)	r	x		mm(cm)
Shock			x	m/s ² , s
Vibration			x	m/s ² , Hz
Tensile force along cable axis:				
Untight structure				
– Tensile force on fibre	F		x	N
– Tensile force on cable	F		x	N
Tight structure				
– Tensile force on cable	F		x	N
^a x represents the value to be specified.				

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

See Table 8.

Table 8 – Operating conditions for PIN-TIA modules

Characteristics	Symbol	Requirements		Unit
		Min.	Max.	
Supply voltages specified by terminal number	V_{supp}	x	x	V
Supply current (at T_{amb} max.) specified by terminal number	I_{supp}		x	mA
Load resistance	R_{L}	x		Ω

8.7 Electrical and optical characteristics

See Table 9.

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

Characteristics	Conditions at T_{amb} or $T_{case} = 25\text{ °C}$, unless otherwise stated	Symbol	Requirements ^a		Unit
			Min.	Max.	
Minimum detectable power	a) $\lambda_p, \Delta\lambda, f_{mB}, B$ and C/N specified or b) $\lambda_p, \Delta\lambda$, bit rate, signal pattern and bit error rate specified	Φ_{eD}	x		dBm
Output noise power density	R_L, f_m, B, Φ_e specified $\lambda_p, \Delta\lambda$ specified	P_{n0}, λ		x	W/Hz
Frequency					
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 Corner frequency	R_L, f_m, B, λ_p and $\Delta\lambda$ specified, $\Phi_e = 0$	L_F f_{cor}		x	Hz
Responsivity					
Responsivity (for module)	$\lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e, R_L$ specified	R_D	x		V/W
and Responsivity (for PIN photodiode only) (where appropriate)	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e$ specified	R_D	x		A/W
Frequency response flatness	$\lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e, R_L$ specified f_1 and f_2 specified	$\Delta R_D/R_D$		x	
Bandwidth					
either					
Switching time:	$\lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_{e1}, \Phi_{e2}, R_L$ specified				
– Rise time		t_r		x	ns
– Fall time		t_f		x	ns
or					
Cut-off frequency	$\lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e, R_L$ specified	f_c	x		MHz (GHz)
Offset voltage (where appropriate)	$\lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e, R_L$ specified	V_{off}	x	x	V
Dark current (PIN photodiode only) (where appropriate)	V_R specified, $\Phi_e = 0$	I_R		x	nA
^a x represents the value to be specified.					

8.8 Supplementary information

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

9 APD-TIA modules for fibre optic systems or subsystems

9.1 Type

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

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

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

9.2 Semiconductor materials

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

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

9.3 Structure

The structure of the APD-TIA module is

- APD: Mesa, planar, etc.;
- TIA circuits: 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.

9.4 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

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

See Table 10.

Table 10 – Limiting values for APD-TIA modules

Characteristics	Symbol	Requirements ^a		Unit
		Min.	Max.	
Storage temperature	T_{stg}	x	x	°C
Operating temperature				
Either operating ambient temperature	T_{amb}	x	x	°C
or operating case temperature	T_{case}	x	x	°C
Soldering temperature at maximum soldering time and minimum distance to case specified	T_{sld}		x	°C
Supply voltages at specified terminals	V_{supp}	x	x	V
APD reverse voltage	V_{br}		x	V
APD forward current	I_{f}		x	mA
and APD reverse current	I_{r}		x	mA
Optical input power	P_{in}		x	dBm
^a x represents the value to be specified.				

9.6 Electrical and optical characteristics

See Table 11.

Table 11 – Electrical and optical characteristics for APD-TIA modules

Characteristics	Conditions at T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$, unless otherwise stated	Symbol	Requirements ^a		Unit
			Min.	Max.	
Responsivity (for APD chip)	P_{in} , M , and λ_{p} specified	R_{D}	x		A/W
Breakdown voltage	I_{r} specified	V_{br}	x	x	V
Temperature coefficient of V_{br}	Minimum and maximum T_{case} specified	γ	x	x	V/°C
TIA supply voltage		V_{cc}	x	x	V
TIA supply current	V_{cc} specified	I_{cc}	x	x	A
Sensitivity	λ_{p} , extinction ratio, bit rate, signal pattern, and bit error rate specified	P_{r}		x	dBm
Overload	λ_{p} , extinction ratio, bit rate, signal pattern, and bit error rate specified	P_{o}	x		dBm
Bandwidth	λ_{p} and P_{in} specified		x		GHz
Output voltage	λ_{p} , P_{in} , and M specified				mV _{pp}
Output impedance		Z_0	x	x	Ω
Transimpedance	P_{in} , and M specified	Z_{t}	x	x	Ω
Optical return loss	λ_{p} specified	P_{r}			dBm
^a x represents the value to be specified.					

10 Laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier

10.1 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).

10.2 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: }

10.3 Structure

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

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

See Table 12.

Table 12 – Limiting values for laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier

Characteristics	Symbol	Requirements ^b		Unit
		Min.	Max.	
A. General conditions				
Storage temperature	T_{stg}	x	x	°C
Operating case temperature	T_{case}	x	x	°C
Operating submount temperature (where appropriate)	T_{sub}	x	x	°C
Soldering temperature at maximum soldering time and at specified minimum distance to case	T_{sld}		x	°C
Bend radius of pigtail (at specified distance from the case)	r	x		mm (cm)
Shock			x	m/s ² , s
Vibration			x	m/s ² , Hz
Tensile force along cable axis				
Untight structure				
– Tensile force on fibre	F		x	N
– Tensile force on cable	F		x	N
Tight structure				
– Tensile force on cable	F		x	N
B. Laser diode ^a				
Reverse voltage	V_{R}		x	V
Continuous forward current	I_{F}		x	mA
Continuous radiant power	ϕ_{e}		x	mW
C. Photodiode (where appropriate)				
Reverse voltage	V_{R}		x	V
Forward current	I_{F}		x	mA
D. Thermal sensor (where appropriate)				
Thermal sensor				
either				
Dissipation	P		x	W
or				
Supply voltage	V_{supp}		x	V
E. Thermoelectric cooler (where appropriate)				
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 10.5.10 to 10.5.13. For laser module with TEC, $T_{\text{sub}} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.				
^b x represents the value to be specified.				

10.6 Electrical and optical characteristics

See Table 13.

Table 13 – Electrical and optical characteristics for laser diode modules for pumping an optical fibre amplifier

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	Symbol	Requirements ^c		Unit
			Min.	Max.	
A. Laser diode					
Forward voltage	Φ_e or I_F specified	V_F		x	V
Forward current					
Forward current	Φ_e specified	I_F^a		x	mA
Forward current at high temperature	Φ_e specified $T_{\text{case}} = T_{\text{case}}, \text{ max.}$	I_F^b		x	mA
Threshold current		$I_{(\text{TH})}$	x	x	mA
Differential efficiency	Φ_e or ΔI_F specified ($\Delta I_F = I_F - I_{(\text{TH})}$)	η_d	x	x	m
Spectral characteristics					
Peak emission wavelength	Φ_e or ΔI_F specified, CW condition	λ_p	x	x	nm
either					
Spectral radiation r.m.s. bandwidth	Φ_e or ΔI_F specified, CW condition	$\Delta\lambda_{\text{rms}}$		x	nm
or					
Spectral radiation bandwidth (FWHM)	Φ_e or ΔI_F specified, CW condition	$\Delta\lambda$		x	nm
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
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/ $^{\circ}\text{C}$
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)					
Dark current	$\Phi_e = 0$, V_R specified	$I_{R(D)}$		x	μA
Monitor current	Φ_e or ΔI_F specified, V_R specified	$I_{R(M)}$	x	x	mA
Tracking error					
Tracking error ^a	Φ_e or ΔI_F , V_R specified, Temperature range: 25 $^{\circ}\text{C}$ to $T_{\text{case}}, \text{ min.}$ or $T_{\text{amb}}, \text{ min.}$	E_{R1}		x	
Tracking error ^b	Φ_e or ΔI_F , and V_R specified Temperature range: 25 $^{\circ}\text{C}$ to $T_{\text{case}}, \text{ max.}$ or $T_{\text{amb}}, \text{ max.}$	E_{R2}		x	
C. Thermistor (where appropriate)					
Resistance	Thermistor current I_{tc} specified	R	x	x	Ω
Slope of resistance	Thermistor current I_{tc} specified Temperature range: T_{sub}^a , T_{sub}^b	$\Delta R/R$	x	x	
D. TEC element (where appropriate)					
TEC current	Φ_e or ΔI_F , specified Temperature range: $T_{\text{case}} \text{ min.}$ or $T_{\text{case}} \text{ max.}$	I_{PE}		x	A

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	Symbol	Requirements ^c		Unit
			Min.	Max.	
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. ^c x represents the value to be specified.					

10.7 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)

10.8 Hazards

See IEC 60825.

11 Optical modulators for digital fibre optic applications

11.1 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).

11.2 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.

11.3 Structure

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

11.4 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

11.5 Limiting values (absolute maximum ratings)

Limiting values as shown in Table 14 are over the operating temperature range, unless otherwise stated. Relative humidity and air pressure should be specified for all devices in non-hermetically sealed packages.

Table 14 – Limiting values for optical modulators for digital fibre optic applications

Characteristics	Symbol	Requirements ^b		Unit
		Min.	Max.	
A. General conditions				
Storage temperature	T_{stg}	x	x	°C
Operating case temperature	T_{case}	x	x	°C
Operating submount temperature (where appropriate)	T_{sub}	x	x	°C
Soldering temperature at maximum soldering time and minimum distance to case specified	T_{sld}		x	°C
Bend radius of pigtail (at specified distance from the case)	r	x		mm(cm)
Shock			x	m/s ² , s
Vibration			x	m/s ² , Hz
Acceleration (where appropriate)			x	m/s ²
Tensile force along cable axis:				
Untight structure				
– Tensile force on fibre	F		x	N
– Tensile force on cable	F		x	N
Tight structure				
– Tensile force on cable	F		x	N
Change of temperature when operational (where appropriate)	$\Delta T/t$		x	°C/min.
B. Modulator ^a				
Reverse voltage	V_{R}		x	V
Forward current	I_{F}		x	mA
Continuous input power	$\Phi_{\text{e(in,cw)}}$		x	mW
C. Thermal sensor (where appropriate)				
Thermal sensor				
either				
Dissipation power	P_{tot}		x	W
or				
Supply voltage	V_{supp}		x	V
D. Thermo-electric cooler (where appropriate)				
TEC current under cooling and heating	I_{p}		x	A

Characteristics	Symbol	Requirements ^b		Unit
		Min.	Max.	
E. Photodiode (where appropriate)				
Reverse voltage	V_R		x	V
Forward current	I_F		x	mA
^a For modulator module without TEC, the derating curve or derating factor shall be given for one of the parameters of 11.5.9 to 11.5.11. For modulator module with TEC, $T_{sub} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.				
^b x represents the value to be specified.				

11.6 Electrical and optical characteristics

See Table 15.

Table 15 – Electrical and optical characteristics for optical modulators for digital fibre optic applications

Characteristics	Conditions at $T_{\text{sub}} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ for modulators with TEC, T_{amb} or $T_{\text{case}} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ for modulators without TEC, unless otherwise stated	Symbol	Requirements ^c		Unit
			Min.	Max.	
A. Modulator					
Operating voltage	Extinction ratio specified, d.c. bias specified	V_{π}	x	x	V
Operating wavelength	Polarization, wavelength and input power specified	λ_{op}	x	x	nm (μm)
Insertion loss	Polarization, wavelength and input power specified	L_{in}		x	dB
Return loss	Polarization, wavelength and d.c. bias specified	R_{L}	x	x	dB
Extinction ratio	Polarization, wavelength and input power specified, d.c. bias specified	$E \times R$	x	x	dB
Frequency response	Polarization, wavelength and input power specified, d.c. bias specified	f_{c}		x	MHz (GHz)
Frequency response flatness	Polarization, wavelength and input power specified, d.c. bias specified	$\Delta R_{\text{D}}/R_{\text{D}}$		x	MHz/mV
Wavelength chirp	Polarization, wavelength and input power specified, d.c. bias specified	α		x	MHz/mV
B. Thermistor (where appropriate)					
Resistance	Thermistor current I_{tc} specified	R	x	x	Ω
Slope of resistance	Thermistor current I_{tc} specified Temperature range: $T_{\text{sub}}^{\text{a}}, T_{\text{sub}}^{\text{b}}$	$\Delta R/R$	x	x	

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	Symbol	Requirements ^c		Unit
			Min.	Max.	
C. Thermo-electric cooler element (where appropriate)					
TEC current	V_{π} specified Temperature range: T_{case} min. or T_{case} max.	I_{PE}		x	A
TEC voltage	V_{π} specified Temperature range: T_{case} min. or T_{case} max.	V_{PE}		x	V
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)					
Dark current	$\Phi_e = 0$, V_R specified	$I_{\text{R(D)}}$		x	nA
Monitor current	Φ_e specified V_R specified	$I_{\text{R(M)}}$	x	x	mA
^a CW-operation. ^b In modulation. ^c x represents the value to be specified.					

11.7 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)

11.8 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*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	37
1 Domaine d'application.....	39
2 Références normatives	39
3 Termes, définitions et abréviations.....	39
3.1 Termes et définitions	39
3.2 Abréviations.....	41
4 LED pour systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques	41
4.1 Type	41
4.2 Matériaux semiconducteurs	42
4.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation	42
4.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	42
4.5 Caractéristiques électriques et optiques.....	43
4.6 Informations supplémentaires	44
5 Module laser avec fibres amorfes	44
5.1 Type	44
5.2 Semiconducteur	44
5.2.1 Matériaux.....	44
5.2.2 Structure.....	44
5.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation	44
5.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	45
5.4.1 Conditions générales	45
5.4.2 Diode laser	45
5.4.3 Photodiode	46
5.4.4 Capteur de température (s'il y a lieu).....	46
5.4.5 Refroidisseur thermoélectrique (s'il y a lieu)	46
5.5 Caractéristiques électriques et optiques.....	46
5.6 Informations supplémentaires	48
5.7 Dangers	48
6 Photodiodes PIN pour systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques	49
6.1 Type	49
6.2 Matériaux semiconducteurs	49
6.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation	49
6.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	50
6.5 Caractéristiques électriques et optiques.....	51
6.6 Informations supplémentaires	51
7 Photodiodes à avalanche (APD) avec ou sans fibres amorfes	52
7.1 Type	52
7.2 Semiconducteur	52
7.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation	52
7.4 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	52
7.5 Caractéristiques électriques et optiques.....	52
7.6 Informations supplémentaires	53
8 Modules PIN-TIA pour les systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques	54

8.1	Type	54
8.2	Matériaux semiconducteurs	54
8.3	Structure	54
8.4	Détails d'encombrement et d'encapsulation	54
8.5	Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	55
8.6	Conditions de fonctionnement à $T_{amb} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	55
8.7	Caractéristiques électriques et optiques.....	56
8.8	Informations supplémentaires	56
9	Modules APD-TIA pour les systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques	57
9.1	Type	57
9.2	Matériaux semiconducteurs	57
9.3	Structure	57
9.4	Détails d'encombrement et d'encapsulation	57
9.5	Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	57
9.6	Caractéristiques électriques et optiques.....	58
10	Modules à diodes laser destinés au pompage d'un amplificateur à fibres optiques.....	59
10.1	Type	59
10.2	Matériaux semiconducteurs	59
10.3	Structure	59
10.4	Détails d'encombrement et d'encapsulation	59
10.5	Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues) dans la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire	60
10.6	Caractéristiques électriques et optiques.....	60
10.7	Informations supplémentaires	62
10.8	Dangers	62
11	Modulateurs optiques destinés aux applications numériques sur fibre optique	62
11.1	Type	62
11.2	Matériaux.....	62
11.3	Structure	62
11.4	Détails d'encombrement et d'encapsulation	63
11.5	Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues).....	63
11.6	Caractéristiques électriques et optiques.....	64
11.7	Informations supplémentaires	65
11.8	Dangers	65
	Bibliographie	66
	Tableau 1 – Valeurs limitatives des LED.....	42
	Tableau 2 – Caractéristiques électriques et optiques des LED	43
	Tableau 3 – Caractéristiques électriques et optiques des modules laser avec fibres amorces	46
	Tableau 4 – Valeurs limitatives des photodiodes PIN	50
	Tableau 5 – Caractéristiques électriques et optiques des photodiodes PIN.....	51
	Tableau 6 – Caractéristiques électriques et optiques des photodiodes à avalanche (APD), avec ou sans fibres amorces.....	53
	Tableau 7 – Valeurs limitatives des modules PIN-TIA	55
	Tableau 8 – Conditions de fonctionnement des modules PIN-TIA.....	55

Tableau 9 – Caractéristiques électriques et optiques des photodiodes PIN-TIA	56
Tableau 10 – Valeurs limitatives des modules APD-TIA	58
Tableau 11 – Caractéristiques électriques et optiques des modules APD-TIA.....	58
Tableau 12 – Valeurs limitatives des modules à diode laser destinés au pompage d'amplificateurs à fibres optiques	60
Tableau 13 – Caractéristiques électriques et optiques des modules à diode laser destinés au pompage d'amplificateurs à fibres optiques.....	61
Tableau 14 – Valeurs limitatives des modulateurs optiques destinés aux applications numériques à fibres optiques	63
Tableau 15 – Caractéristiques électriques et optiques des modulateurs optiques destinés aux applications numériques à fibres optiques	64

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

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

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2008. Cette édition constitue une révision technique.

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

- 1) Les définitions de certains symboles et termes ont été revues afin de les harmoniser avec celles des autres documents du SC 86C.

2) Un article traitant des APD-TIA a été ajouté.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
86C/1256/CDV	86C/1283/RVC

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

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

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

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

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

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

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

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

La présente partie de l'IEC 62007 fournit une trame pour la préparation des spécifications détaillées des valeurs et caractéristiques essentielles.

En utilisant la présente partie de l'IEC 62007, les rédacteurs de spécifications particulières ajoutent, mais ne suppriment pas de paramètres et/ou des groupes de paramètres pour des applications particulières.

2 Références normatives

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

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

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

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

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

3.1.1

photodiode PIN

photodiode dans laquelle une large région de semiconducteur intrinsèque est disposée entre les régions semiconductrices de types P et N

[SOURCE: IEC 60050-731-06-29, modifiée — La note a été supprimée.]

3.1.2

photodiode à avalanche

APD

photodiode fonctionnant avec une tension de polarisation, de telle sorte que le courant photoélectrique primaire subit une amplification par formation cumulative de porteurs de charge

Note 1 à l'article: L'abréviation «APD» est dérivée du terme anglais développé correspondant «avalanche photodiode».

[SOURCE: IEC 60050-731-06-30, modifiée – La note a été supprimée.]

3.1.3

RIN

intensité relative du bruit

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 1 à l'article: RIN est habituellement exprimée en dB/Hz.

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

Note 2 à l'article: L'abréviation « RIN » est dérivée du terme anglais développé correspondant «relative intensity noise».

3.1.4

$\Delta \lambda_c$

déviati on spectrale

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

Note 1 à l'article: La température de référence spécifique est généralement de 25 °C.

3.1.5

s_{11}

coefficient de réflexion en entrée

quotient de la tension réfléchi e à haute fréquence par la tension incidente à haute fréquence

3.1.6

E_{tr}

erreur de poursuite

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

Note 1 à l'article: La température de référence spécifique est généralement de 25 °C.

Note 2 à l'article: 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 à l'article: L'erreur de poursuite est habituellement exprimée en pourcentage du flux énergétique à la température du boîtier de référence.

3.1.7 R_D R **sensibilité de la réponse de la diode**

sensibilité de la réponse

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

Note 1 à l'article: S'il n'existe pas de risque d'ambiguïté, le terme abrégé et le symbole littéral abrégés peuvent être utilisés.

Note 2 à l'article: Le terme «photodiode» fait référence 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 F_e **facteur de bruit en excès**

bruit résultant des fluctuations spatiales et temporelles de la multiplication de porteurs de charge par effet d'avalanche, 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 1 à l'article: 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.

3.1.9 P_o **surcharge**

puissance reçue maximale par une photodiode afin d'obtenir un taux d'erreur binaire donné

3.2 Abréviations

Abréviation	Français	Anglais
APD	photodiode à avalanche	avalanche photodiode
BH	structure hétérogène enfouie	buried heterostructure
CMOS	semiconducteur métal-oxyde complémenté	complementary metal-oxide semiconductor
CW	onde continue	continuous wave
FWHM	pleine largeur à mi-hauteur	full width at half maximum
HBT	transistor bipolaire à jonction hétérogène	heterojunction bipolar transistor
LD	diode laser	laser diode
LED	diode électroluminescente	light emitting diode
MQW	puit multi quantique	multi-quantum well
RIN	bruit d'intensité relative	relative intensity noise
TEC	refroidisseur thermoélectrique	thermo-electric cooler
TIA	amplificateur transimpédance	transimpedance amplifier

4 LED pour systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques**4.1 Type**

LED 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 IEC 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, emplacement, ouverture numérique

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

Voir Tableau 1.

Tableau 1 – Valeurs limitatives des LED

Caractéristiques	Symbole	Exigences ^a		Unité
		Min.	Max.	
Température de stockage	T_{stg}	x	x	°C
Température:				
soit température ambiante,	T_{amb}	x	x	°C
soit température du boîtier	T_{case}	x	x	°C
Température de soudage à la durée maximale de soudage et distance minimale par rapport au boîtier spécifié	T_{sld}		x	°C
Tension inverse	V_R		x	V
Courant direct continu Courbe ou facteur de fiabilisation	I_F		x	mA
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	mA
Dissipation de puissance Courbe ou facteur de fiabilisation (s'il y a lieu)	P_{tot}		x	W
Pour les dispositifs à température de boîtier spécifiée: Température de jonction virtuelle (s'il y a lieu)	T_{vj}		x	°C
Pour les dispositifs avec fibre amorce: Rayon de courbure de la fibre amorce (à la distance spécifiée par rapport au boîtier)	r	x		mm (cm)
Chocs			x	m/s ² , s
Vibrations			x	m/s ² , Hz
Force de traction pour les dispositifs avec fibre amorce:				

Caractéristiques	Symbole	Exigences ^a		Unité
		Min.	Max.	
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	N N
Structure serrée: – Force de traction sur la fibre amorce le long de son axe	F		x	N
^a x représente la valeur à spécifier.				

4.5 Caractéristiques électriques et optiques

Voir Tableau 2.

Tableau 2 – Caractéristiques électriques et optiques des LED

Caractéristiques	Conditions à T_{amb} ou $T_{case} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	Symbole	Exigences ^b		Unité
			Min.	Max.	
Tension directe	I_F ou Φ_e spécifié	V_F		x	V
Courant inverse	V_R spécifié	I_R		x	mA
Résistance différentielle	I_F ou Φ_e spécifié	r_d		x	Ω
Capacité totale	V_R, f spécifiés	C_{tot}		x	μF
Paramètre de bruit soit intensité relative du bruit ^a , soit rapport porteuse/bruit ^a	I_F ou $\Phi_e, f_o, \Delta f_N$ spécifiés I_F ou $\Phi_e, f_c, \Delta f_N, f_m, m$ spécifiés	RIN C/N		x x	dB/Hz dB
Paramètre de sortie soit flux énergétique en sortie, soit courant direct	I_F spécifié (en continu ou en impulsionnel, ou les deux) Φ_e spécifié	Φ_e I_F	x x^a	x^a x	mW mA
Pour les dispositifs sans fibre amorce: Angle à mi-intensité ^a	I_F ou Φ_e , angle ϕ spécifiés	$\theta_{1/2}$		x	°
Pour les dispositifs sans fibre amorce: Angle de désalignement ^a	I_F ou Φ_e , angle ϕ spécifiés	$\Delta\theta$		x	°
Largeur de bande du rayonnement spectral	I_F ou Φ_e spécifié	$\Delta\lambda$		x	nm
Largeur de bande soit temps de commutation: – temps de montée – temps de descente – temps de retard ^a – longueurs d'ondes d'émission crête soit fréquence de coupure	courant continu courant pulsé en entrée largeur d'impulsion et rapport cyclique spécifiés I_F ou Φ_e spécifié	t_r t_f $t_{d(on)}, t_{d(off)}$ f_c		x x x x	s s s s nm Hz
^a S'il y a lieu					
^b x représente la valeur à spécifier.					

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'ondes d'émission crête en fonction de la température

4.6.3 Diagramme de rayonnement typique

4.6.4 Résistance thermique, à température ambiante spécifiée ou à température de boîtier spécifiée

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

5.2.2 Structure

Diode laser, par exemple: guidage par gain, guidage par indice, contre-réaction distribuée.

5.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation

5.3.1 Numéro IEC 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 Informations concernant la fibre amorce, par exemple: type de fibre, type 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

5.4.1 Conditions générales

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

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

5.4.1.3 Températures de fonctionnement minimale et maximale du substrat (T_{sub})

5.4.1.4 Température de soudage maximale (temps de soudage et distance minimale par rapport au boîtier) (T_{sid})

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

5.4.1.6 Chocs (accélération maximale et durée de l'impulsion)

5.4.1.7 Vibrations (accélération maximale et plage de fréquences)

5.4.1.8 Force de traction le long de l'axe du câble

5.4.1.8.1 Structure lâche

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

5.4.1.8.2 Structure serrée

- Force de traction maximale sur le câble (F)

5.4.2 Diode laser

Pour les modules laser sans TEC, la courbe ou le facteur de fiabilisation doit être donné(e) pour l'un des paramètres suivants: 5.4.2.2 à 5.4.2.5. Pour les modules laser avec TEC, $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$.

5.4.2.1 Tension inverse maximale (V_R)

5.4.2.2 Courant direct continu maximal (I_F)

5.4.2.3 Flux énergétique continu maximal (ϕ_e)

5.4.2.4 Courant pulsé direct maximal, pour une fréquence et une durée d'impulsion définies (I_{FP})

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

5.4.3 Photodiode

5.4.3.1 Tension inverse maximale (V_R)

5.4.3.2 Courant direct maximal (I_F)

5.4.4 Capteur de température (s'il y a lieu)

5.4.4.1 Caractéristiques assignées maximales

5.4.4.1.1 Puissance dissipée maximale (P)

ou

5.4.4.1.2 Tension d'alimentation maximale (V)

5.4.5 Refroidisseur thermoélectrique (s'il y a lieu)

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

5.5 Caractéristiques électriques et optiques

Voir Tableau 3.

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

Caractéristiques	Conditions à $T_{sub} = 25\text{ °C}$ pour module laser avec TEC, T_{amb} ou $T_{case} = 25\text{ °C}$ pour module laser sans TEC, sauf indication contraire	Symbole	Exigences ^c		Unité
			Min.	Max.	
A. Diode laser					
Tension directe	I_F ou ϕ_e spécifié	V_F		x	V
Courant de seuil		$I_{(TH)}$	x	x	mA
Flux énergétique au niveau du seuil	$I_F = I_{TH}$	$\phi_{e(TH)}$		x	μW
Courant direct au-dessus du seuil (pour module laser sans TEC)	ϕ_e spécifié $T = T_{case}$ max. ou T_{amb} max.	ΔI_F		x	mA
Efficacité différentielle (pour module laser sans TEC)	ϕ_e ou ΔI_F spécifié $T = T_{case}$ max. ou T_{amb} max.	η_d	x	x	
Caractéristiques spectrales					
Longueur d'onde d'émission crête	ϕ_e ou ΔI_F spécifié fonctionnement continu	λ_p^a	x	x	nm

Caractéristiques	Conditions à $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ pour module laser avec TEC, T_{amb} ou $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$	Symbole	Exigences ^c		Unité
Soit largeur de bande de la radiation spectrale à mi-hauteur	ϕ_e ou ΔI_F spécifié fonctionnement continu	λ_p^a		x	nm
soit espacement modal et nombre de modes longitudinaux	ϕ_e ou ΔI_F spécifié fonctionnement continu	η_m		x	
Longueur d'onde d'émission crête en modulation	ϕ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	λ_p^b	x	x	nm
Largeur de bande de la radiation spectrale à mi-hauteur en modulation	ϕ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	λ_p^b		x	
Caractéristiques spectrales supplémentaires					
et/ou longueur d'onde centrale	ϕ_e ou ΔI_F spécifié fonctionnement continu	λ_{avg}^a	x	x	nm
et/ou largeur de bande spectrale quadratique moyenne	ϕ_e ou ΔI_F spécifié	$\Delta\lambda_{\text{rms}}^a$		x	nm
ou espacement modal et nombre de modes longitudinaux	ϕ_e ou ΔI_F spécifié	η_m		x	
ou longueur d'onde centrale en modulation	ϕ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	λ^b	x	x	nm
ou largeur de bande spectrale quadratique moyenne en modulation	ϕ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	$\Delta\lambda_{\text{rms}}^b$		x	nm
Module laser à mode spectral unique, sous modulation directe spécifiée					
Largeur de mode spectral	ϕ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	$\Delta\lambda_L$		x	nm
Taux de suppression des modes latéraux	ϕ_e ou ΔI_F spécifié condition de modulation spécifiée	$SMSR$	x		dB
Déviations spectrales					
Déviations spectrales des modules avec TEC	$\Delta I_{F1}, \Delta I_{F2}, \phi_{e1}, \phi_{e2}$	$\Delta\lambda_c$		x	nm
Déviations spectrales des modules laser sans TEC	T_{amb}^a ou T_{case}^a , T_{amb}^b ou T_{case}^b	$\Delta\lambda_c$		x	nm
Paramètres transitoires					
Temps de montée, temps de descente	Courant de polarisation ΔI_F ou ϕ_e courant pulsé en entrée, largeur d'impulsion et rapport cyclique spécifiés	t_r , t_f		x x	s s
et/ou Temps d'établissement, temps de coupure	Courant de polarisation ΔI_F ou ϕ_e courant pulsé en entrée, largeur d'impulsion et rapport cyclique spécifiés	t_{on} , t_{off}		x x	s s
Fréquence de coupure	ϕ_e ou ΔI_F spécifié	f_c	x	x	Hz
Rapport porteur sur bruit	ΔI_F ou ϕ_e , Δf , f_m , m et f_0 spécifiés	C/N	x		dB
B. Photodiode de contrôle					
Courant dans l'obscurité	$\phi_e = 0$ V_R spécifié	$I_{r(0)}$		x	μA

Caractéristiques	Conditions à $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ pour module laser avec TEC, T_{amb} ou $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$	Symbole	Exigences ^c		Unité
Courant inverse sous rayonnement optique	ϕ_e ou ΔI_F spécifié V_R spécifié	$I_{R(e)}$	x	x	μA
Capacité de la diode ou temps de montée/temps de descente soit capacité de la diode soit temps de montée, temps de descente	V_R et f spécifiés ϕ_e ou ΔI_F spécifié V_R spécifié	C_{tot} t_r t_f		x x	pF s
Erreur de poursuite	soit ϕ_e ou ΔI_F et V_R spécifiés, Plage de températures: 25 °C jusqu'à T_{case} min. ou T_{amb} min. soit ϕ_e ou ΔI_F et V_R spécifiés, Plage de températures: 25 °C jusqu'à T_{case} min. ou T_{amb} min.	E_{R1} E_{R2}		x x	
C. Thermistance (s'il y a lieu) Résistance	Courant de la thermistance I_{tc} spécifié	R	x	x	Ω
Pente de la résistance	Courant de la thermistance I_{tc} spécifié. Plage de températures: T_{sub}^a , T_{sub}^b	$\Delta R/R$	x	x	
D. Courant du TEC (s'il y a lieu) Courant du TEC	ϕ_e ou ΔI_F spécifié, Plage de températures: T_{case} min. ou T_{case} max.	I_{PE}		x	A
Tension du TEC	ϕ_e ou ΔI_F spécifié, Plage de températures: T_{case} ou T_{amb} min. et max.	V_{PE}		x	V
^a Fonctionnement en continu ^b En modulation ^c x représente la valeur à spécifier.					

5.6 Informations supplémentaires

5.6.1 Courant direct continu de la diode laser correspondant à ϕ_{e00}

NOTE ϕ_{e00} est la valeur de flux énergétique de la puce laser sur le substrat. Elle est représentative de la performance et de la fiabilité des appareils utilisant la même technologie, et soumise 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 le boîtier (sans refroidissement): R_{thj-c}

5.6.4 Paramètre s_{11}

5.7 Dangers

Voir l'IEC 60825.

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

6.1 Type

Photodiodes PIN 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

6.2 Matériaux semiconducteurs

Si, Ge, InGaAs, etc.

6.3 Détails d'encombrement et d'encapsulation

6.3.1 Numéro IEC 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, emplacement, 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

Voir Tableau 4.

Tableau 4 – Valeurs limitatives des photodiodes PIN

Caractéristiques	Symbole	Exigences ^a		Unités
		Min.	Max.	
Température de stockage	T_{stg}	x	x	°C
Température				
soit température ambiante	T_{amb}	x	x	°C
soit température du boîtier	T_{case}	x	x	°C
Température de soudage à la durée maximale de soudage et distance minimale par rapport au boîtier spécifié	T_{sld}		x	°C
Tension inverse	V_{R}		x	V
Dissipation de puissance	P_{tot}		x	W
Flux énergétique dans la zone sensible	Φ_{e}		x	W
Pour les dispositifs avec fibre amorce: Rayon de courbure de la fibre amorce (à la distance spécifiée par rapport au boîtier)	r	x		mm (cm)
Chocs			x	m/s ² , s
Vibrations			x	m/s ² , Hz
Force de traction pour les dispositifs avec fibre amorce:				
Structure lâche:				
– Force de traction sur la fibre le long de son axe	F		x	N
– Force de traction sur la gaine de protection le long de son axe	F		x	N
Structure serrée:				
– Force de traction sur la fibre amorce le long de son axe	F		x	N
^a x représente la valeur à spécifier.				

6.5 Caractéristiques électriques et optiques

Voir Tableau 5.

Tableau 5 – Caractéristiques électriques et optiques des photodiodes PIN

Caractéristiques	Conditions à T_{amb} ou $T_{case} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	Symbole	Exigences ^c		Unités
			Min.	Max.	
Courant dans l'obscurité					
Courant dans l'obscurité	V_R spécifié, $\Phi_e = 0$	$I_{R(D)}^a$		x	μA
Courant dans l'obscurité à température élevée	V_R spécifié, $\Phi_e = 0$ T_{amb} ou T_{case} spécifié	$I_{R(D)}^b$		x	μA
Capacité totale	V_R, f spécifiés, $\Phi_e = 0$	C_{tot}		x	pF
Courant de bruit	$V_R, I_{R(e)}, f_0, \Delta f_N, R_L, \lambda_p, \Delta\lambda$ spécifiés	I_n		x	μA
Pour les dispositifs sans fibre amorce:					
Sensibilité sur l'axe mécanique spécifié	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e$ spécifiés	S_{FD}, S	x	x^a	A/W
Uniformité spatiale de la sensibilité (s'il y a lieu)	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda$ ou Φ_e spécifiés	ΔS		x	
Pour les dispositifs avec fibre amorce:					
Sensibilité	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e$ spécifiés	S_{FD}, S	x	x^a	
Largeur de bande					GHz
soit					
Temps de commutation:	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda$, base de l'impulsion Φ_{e1} , crête de l'impulsion Φ_{e2}, R_L spécifiés	t_r		x	s
– Temps de montée		t_f		x	s
– Temps de descente		$t_{d(on)}, t_{d(off)}$		x	s
– Temps de retard (s'il y a lieu)		t_s		x	s
– Temps de stockage					
soit					
Fréquence de coupure	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e, R_L$ spécifiés	f_c	x		Hz
NOTE La tension V_R spécifiée est la même pour toutes les caractéristiques, sauf indication contraire.					
^a Si approprié.					
^b Terme et/ou symbole en cours d'étude.					
^c x représente la valeur à spécifier.					

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 fibres amorce

7.1 Type

Photodiode à avalanche (APD) à température ambiante spécifiée ou à température 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 IEC 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 indication d'une connexion électrique éventuelle entre une borne et le boîtier

7.3.4 Caractéristiques du port optique: orientation relative par rapport à l'axe mécanique, position relative par rapport à l'axe mécanique, emplacement, ouverture numérique

7.3.5 Informations concernant la fibre amorce (s'il y a lieu): type de fibre, type de protection, 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 de 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.

Voir Tableau 6.

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

Caractéristiques	Conditions à T_{amb} ou $T_{case} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	Symbole	Exigences ^c		Unités
			Min.	Max.	
Tension de claquage	E_e ou $\phi_e = 0$, I_R spécifié	$V_{(BR)}$	x	x	
Courant inverse dans l'obscurité					
Courant inverse dans l'obscurité (NOTE 1)	E_e ou $\phi_e = 0$, V_R spécifié	I_R^a		x	μA
Courant inverse dans l'obscurité (NOTE 2)	E_e ou $\phi_e = 0$, V_R spécifié $T = T_{amb} \text{ max. ou } T_{case} \text{ max.}$	I_R^b		x	μA
Sensibilité					
Sensibilité (NOTE 1)	V_{R1} (NOTE 2), ϕ_e , λ_{pp} , $\Delta\lambda$ spécifiés	S^a	x	x (NOTE 1)	A/W
Sensibilité (NOTE 2)	V_R , ϕ_e , λ_p , $\Delta\lambda$ spécifiés	S^b	x	x (NOTE 2)	A/W
Facteur de multiplication	V_{R1} (NOTE 2), λ_p , $\Delta\lambda$, ϕ_e , spécifiés	M	x		
Capacité totale	E_e ou $\phi_e = 0$; V_R , f spécifiés	C_{tot}		x	pF
Paramètres en petits signaux					
Temps d'établissement et temps de coupure	V_R , $\Delta\lambda$, R_L , ϕ_{e1} : flux énergétique de crête ϕ_{e2} : flux énergétique résiduel	t_{on} t_{off}		x x	s s
Fréquence de coupure en petits signaux	V_R , λ_p , $\Delta\lambda$, ϕ_e et R_L spécifiés	f_c	x		Hz
Facteur de bruit en excès	V_{R1} (NOTE 2), V_R , I_{PO} , λ_p , $\Delta\lambda$, M , f_0 , Δf_N spécifié	F_e		x	
Courant de bruit ^a	V_R , λ_p , $\Delta\lambda$, f , Δf_N spécifiés	I_n		x	μA
NOTE 1 S'il y a lieu.					
NOTE 2 V_{R1} est généralement une valeur faible à laquelle une multiplication de porteurs de charge négligeable a lieu, ou représente la tension à laquelle le dispositif est entièrement en déplétion et a atteint sa vitesse assignée.					
^a S'il y a lieu.					
^b Terme et/ou symbole littéral à l'étude.					
^c x représente la valeur à spécifier.					

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 à température ambiante spécifiée ou à température du boîtier spécifiée pour les systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques

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

- photodiode PIN;
- circuits TIA;
- fibre amorce, connecteurs de fibre amorce, embases (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, embase (boîtier connectorisé), etc.

8.4 Détails d'encombrement et d'encapsulation

- Numéro IEC 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, emplacement, ouverture numérique
- Informations concernant la fibre amorce: type de fibre, type de protection, le connecteur, la longueur
- Informations concernant le connecteur/l'embase

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

Voir Tableau 7.

Tableau 7 – Valeurs limitatives des modules PIN-TIA

Caractéristiques	Symbole	Exigences ^a		Unité
		Min.	Max.	
Température de stockage	T_{stg}	x	x	°C
Température en fonctionnement				
soit température ambiante en fonctionnement	T_{amb}	x	x	°C
soit température du boîtier en fonctionnement	T_{case}	x	x	°C
Température de soudage à la durée maximale de soudage et distance minimale par rapport au boîtier spécifié	T_{sld}		x	°C
Tensions d'alimentation aux bornes spécifiées	V_{supp}	x	x	V
Flux énergétique au niveau du port optique	Φ_e		x	mW(W)
Rayon de courbure de la fibre amorce (à la distance spécifiée par rapport au boîtier)	r	x		mm(cm)
Chocs			x	m/s ² , s
Vibrations			x	m/s ² , Hz
Force de traction le long de l'axe du câble:				
Structure lâche				
– Force de traction sur la fibre	F		x	N
– Force de traction sur le câble	F		x	N
Structure serrée				
– Force de traction sur le câble	F		x	N

^a x représente la valeur à spécifier.

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

Voir Tableau 8.

Tableau 8 – Conditions de fonctionnement des modules PIN-TIA

Caractéristiques	Symbole	Exigences		Unité
		Min.	Max.	
Tensions d'alimentation spécifiées par numéro de borne	V_{supp}	x	x	V
Courant d'alimentation (à T_{amb} max.) spécifié par numéro de borne	I_{supp}		x	mA
Résistance de charge	R_L	x		Ω

8.7 Caractéristiques électriques et optiques

Voir Tableau 9.

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

Caractéristiques	Conditions à T_{amb} ou $T_{case} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	Symbole	Exigences ^a		Unité
			Min.	Max.	
Puissance minimale détectable	a) $\lambda_p, \Delta\lambda, f_{mB}, B$ et C/N spécifiés ou b) $\lambda_p, \Delta\lambda$, débit binaire, forme du signal et taux d'erreur binaire spécifiés	Φ_{eD}	x		dBm
Densité de puissance du bruit en sortie	R_L, f_m, B, Φ_e spécifiés $\lambda_p, \Delta\lambda$ spécifiés	P_{n0}, λ		x	W/Hz
Fréquence					
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 L_F		x	W/Hz
et Fréquence pivot	R_L, f_m, B, λ_p et $\Delta\lambda$ spécifiés, $\Phi_e = 0$	f_{cor}		x	Hz
Sensibilité de la réponse					
Sensibilité de la réponse (pour le module)	$\lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e, R_L$ spécifiés	R_D	x		V/W
et Sensibilité de la réponse (pour la photodiode PIN seulement) (s'il y a lieu)	$V_R, \lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e$ spécifiés	R_D	x		A/W
Monotonie de la réponse en fréquence	$\lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e, R_L$ spécifiés f_1 et f_2 spécifiés	$\Delta R_D/R_D$		x	
Largeur de bande					
soit					
Temps de commutation:	$\lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_{e1}, \Phi_{e2}, R_L$ spécifiés	t_r t_f		x x	ns ns
– Temps de montée					
– Temps de descente					
soit					
fréquence de coupure	$\lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e, R_L$ spécifiés	f_c	x		MHz (GHz)
Tension résiduelle (s'il y a lieu)	$\lambda_p, \Delta\lambda, \Phi_e, R_L$ spécifiés	V_{off}	x	x	V
Courant dans l'obscurité (pour photodiode PIN seulement) (s'il y a lieu)	V_R spécifié, $\Phi_e = 0$	I_R		x	nA

^a x représente la valeur à spécifier.

8.8 Informations supplémentaires

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

9 Modules APD-TIA pour les systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques

9.1 Type

Modules APD-TIA à température ambiante spécifiée ou à température du boîtier spécifiée pour les systèmes ou sous-systèmes à fibres optiques

Les éléments de base du module APD-TIA sont les suivants:

- APD;
- circuits TIA;
- fibre amorce, connecteurs de fibre amorce, embases (boîtier connectorisé).

9.2 Matériaux semiconducteurs

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

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

9.3 Structure

La structure des modules APD-TIA est la suivante:

- APD: 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, embase (boîtier connectorisé), etc.

9.4 Détails d'encombrement et d'encapsulation

- Numéro IEC 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, emplacement, ouverture numérique
- Informations concernant la fibre amorce: type de fibre, type de protection, le connecteur, la longueur
- Informations concernant le connecteur/l'embase

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

Voir Tableau 10.

Tableau 10 – Valeurs limitatives des modules APD-TIA

Caractéristiques	Symbole	Exigences ^a		Unité
		Min.	Max.	
Température de stockage	T_{stg}	x	x	°C
Température en fonctionnement				
soit température ambiante en fonctionnement	T_{amb}	x	x	°C
ou température du boîtier en fonctionnement	T_{case}	x	x	°C
Température de soudage à la durée maximale de soudage et distance minimale par rapport au boîtier spécifié	T_{sld}		x	°C
Tensions d'alimentation aux bornes spécifiées	V_{supp}	x	x	V
Tension inverse de l'APD	V_{br}		x	V
Courant direct de l'APD	I_{f}		x	mA
et Courant inverse de l'APD	I_{r}		x	mA
Puissance optique d'entrée	P_{in}		x	dBm
^a x représente la valeur à spécifier.				

9.6 Caractéristiques électriques et optiques

Voir Tableau 11.

Tableau 11 – Caractéristiques électriques et optiques des modules APD-TIA

Caractéristiques	Conditions à T_{amb} ou $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	Symbole	Exigences ^a		Unité
			Min.	Max.	
Sensibilité de la réponse (pour la puce APD)	P_{in} , M , et λ_{p} spécifiés	R_{D}	x		A/W
Tension de claquage	I_{r} spécifié	V_{br}	x	x	V
Coefficient de température de V_{br}	Valeurs minimales et maximales de T_{case} spécifiées	γ	x	x	V/°C
Tension d'alimentation du TIA		V_{cc}	x	x	V
Courant d'alimentation du TIA	V_{cc} spécifié	I_{cc}	x	x	A
Sensibilité	λ_{p} , taux d'extinction, débit binaire, forme du signal et taux d'erreur binaire spécifiés	P_{r}		x	dBm
Surcharge	λ_{p} , taux d'extinction, débit binaire, forme du signal et taux d'erreur binaire spécifiés	P_{o}	x		dBm
Largeur de bande	λ_{p} et P_{in} spécifiés		x		GHz
Tension de sortie	λ_{p} , P_{in} , et M spécifiés				mV _{pp}
Impédance de sortie		Z_{o}	x	x	Ω
Transimpédance	P_{in} , et M spécifiés	Z_{t}	x	x	Ω
Affaiblissement de réflexion optique	λ_{p} spécifié	P_{r}			dBm
^a x représente la valeur à spécifier.					

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

10.1 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).

10.2 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: | |

10.3 Structure

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

10.4 Détails d'encombrement et d'encapsulation

- Numéro IEC 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, emplacement, ouverture numérique
- Informations concernant la fibre amorce: type de fibre, type de protection, le connecteur, la longueur
- Informations concernant la dissipation thermique du boîtier

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

Voir Tableau 12.

Tableau 12 – Valeurs limitatives des modules à diode laser destinés au pompage d’amplificateurs à fibres optiques

Caractéristiques	Symbole	Exigences ^b		Unité
		Min.	Max.	
A. Conditions générales				
Température de stockage	T_{stg}	x	x	°C
Température du boîtier en fonctionnement	T_{case}	x	x	°C
Température de fonctionnement du substrat (s'il y a lieu)	T_{sub}	x	x	°C
Température de soudage à la durée maximale de soudage et distance minimale par rapport au boîtier spécifié	T_{sld}		x	°C
Rayon de courbure de la fibre amorce (à la distance spécifiée par rapport au boîtier)	r	x		mm (cm)
Chocs			x	m/s ² , s
Vibrations			x	m/s ² , Hz
Force de traction le long de l'axe du câble				
Structure lâche				
– Force de traction sur la fibre	F		x	N
– Force de traction sur le câble	F		x	N
Structure serrée				
– Force de traction sur le câble	F		x	N
B. Diode laser^a				
Tension inverse	V_{R}		x	V
Courant direct continu	I_{F}		x	mA
Flux énergétique continu	Φ_{e}		x	mW
C. Photodiode (s'il y a lieu)				
Tension inverse	V_{R}		x	V
Courant direct	I_{F}		x	mA
D. Capteur de température (s'il y a lieu)				
Capteur de température				
soit dissipation	P		x	W
soit tension d'alimentation	V_{supp}		x	V
E. Refroidisseur thermoélectrique (s'il y a lieu)				
Courant du TEC en refroidissement et en chauffage	I_{p}		x	A
^a Pour les modules laser sans TEC, la courbe ou le facteur de fiabilisation doit être donné(e) pour l'un des paramètres de 10.5.10 à 10.5.13. Pour les modules laser avec TEC, $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$.				
^b x représente la valeur à spécifier.				

10.6 Caractéristiques électriques et optiques

Voir Tableau 13.

Tableau 13 – Caractéristiques électriques et optiques des modules à diode laser destinés au pompage d’amplificateurs à fibres optiques

Caractéristiques	Conditions à $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ pour module laser avec TEC, T_{amb} ou $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ pour module laser sans TEC, sauf indication contraire	Symbole	Exigences ^c		Unité
			Min.	Max.	
A. Diode laser					
Tension directe	ϕ_e ou I_F spécifié	V_F		x	V
Courant direct					
Courant direct	ϕ_e spécifié	I_F^a		x	mA
Courant direct à haute température	ϕ_e spécifié $T_{\text{case}} = T_{\text{case}}$, max.	I_F^b		x	mA
Courant de seuil		$I_{(\text{TH})}$	x	x	mA
Rendement différentiel	ϕ_e ou ΔI_F spécifié ($\Delta I_F = I_F - I_{(\text{TH})}$)	η_d	x	x	m
Caractéristiques spectrales					
Longueur d'onde d'émission crête	ϕ_e ou ΔI_F spécifié fonctionnement continu	λ_p	x	x	nm
soit largeur spectrale quadratique moyenne	ϕ_e ou ΔI_F spécifié, fonctionnement continu	$\Delta \lambda_{\text{rms}}$		x	nm
soit largeur spectrale à mi-hauteur	ϕ_e ou ΔI_F spécifié, fonctionnement continu	$\Delta \lambda$		x	nm
Déviations spectrales en fonction du courant ou du flux énergétique	ΔI_F^a , ΔI_F^b ou ϕ_e^a , ϕ_e^b spécifiés	$\Delta \lambda_c$ ou $\Delta \lambda_p$		x x	nm/mA nm/mW
Déviations spectrales en fonction de la température (pour module laser avec TEC)	T_{case}^a , T_{case}^b spécifiés ϕ_e ou ΔI_F spécifié	$\Delta \lambda_T$		x	nm/°C
Déviations spectrales en fonction de la température (pour module laser avec TEC)	T_{amb}^a , T_{amb}^b spécifiés ϕ_e ou ΔI_F spécifié	$\Delta \lambda_T$		x	nm/°C
B. Photodiode de contrôle (s'il y a lieu)					
Courant dans l'obscurité	$\phi_e = 0$, V_R spécifiés	$I_{R(D)}$		x	μA
Courant de contrôle	ϕ_e ou ΔI_F spécifié, V_R spécifié	$I_{R(M)}$	x	x	mA
Erreur de poursuite					
Erreur de poursuite ^a	ϕ_e ou ΔI_F , V_R spécifiés, Plage de températures: 25 °C jusqu'à T_{case} , min. ou T_{amb} , min.	E_{R1}		x	
Erreur de poursuite ^b	ϕ_e ou ΔI_F , et V_R spécifiés Plage de températures: 25 °C jusqu'à T_{case} , max. ou T_{amb} , max.	E_{R2}		x	
C. Thermistance (s'il y a lieu)					
Résistance	Courant de la thermistance I_{tc} spécifié	R	x	x	Ω
Pente de la résistance	Courant de la thermistance I_{tc} spécifié Plage de températures: T_{sub}^a , T_{sub}^b	$\Delta R/R$	x	x	
D. Élément TEC (s'il y a lieu)					
Courant du TEC	ϕ_e ou ΔI_F , spécifié Plage de températures: T_{case} min. ou T_{case} max.	I_{PE}		x	A

Caractéristiques	Conditions à $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ pour module laser avec TEC, T_{amb} ou $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ pour module laser sans TEC, sauf indication contraire	Symbole	Exigences ^c		Unité
			Min.	Max.	
Tension du TEC	ϕ_e ou ΔI_F , spécifié Plage de températures: $T_{\text{case min.}}$ ou $T_{\text{case max.}}$	V_{PE}		x	V
^a En fonctionnement continu. ^b En modulation. ^c x représente la valeur à spécifier.					

10.7 Informations supplémentaires

- Durée de vie moyenne à la température de boîtier spécifiée et à la puissance de sortie spécifiée
- Courant direct continu de la diode laser correspondant à ϕ_{e00}

NOTE ϕ_{e00} est la valeur de flux énergétique de la puce laser sur le substrat. Elle est représentative de la performance et de la fiabilité des appareils utilisant la même technologie, et soumise aux mêmes procédures d'assurance de la qualité.

- Temps de réponse de la température de la thermistance en fonction du changement de courant de refroidissement (s'il y a lieu)
- Résistance thermique entre la jonction de la diode laser et le boîtier (pour le module laser sans refroidisseur)

10.8 Dangers

Voir l'IEC 60825.

11 Modulateurs optiques destinés aux applications numériques sur fibre optique

11.1 Type

Les éléments de base du modulateur optique sont les suivants:

- modulateur (de type Mach-Zehnder, à électro-absorption, etc.);
- fibre amorce en entrée et en sortie (s'il y a lieu);
- capteur de température (s'il y a lieu);
- élément TEC (s'il y a lieu);
- photodiode (s'il y a lieu).

11.2 Matériaux

Les matériaux des modulateurs optiques destinés aux applications numériques sur fibre optique sont les suivants:

- modulateur: InP, GaAs, InGaAs, InAlAs, InGaAsP, LiNbO₃, etc.;
- capteur de température;
- élément TEC;
- photodiode: Ge, Si, InGaAs, etc.

11.3 Structure

- Modulateur: de type localisé (Mach-Zehnder), à onde progressive (Mach-Zehnder), à branche en étoile, MQW, etc.

- Isolateur optique, photodiode, demi-miroir, etc.

11.4 Détails d'encombrement et d'encapsulation

- Numéro IEC 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 relative par rapport à l'axe mécanique, position relative par rapport à l'axe mécanique, emplacement, ouverture numérique
- Informations concernant la fibre amorce: type de fibre, type de protection, la longueur, le type de connecteur, l'orientation angulaire du connecteur par rapport à l'axe de polarisation de la fibre (s'il y a lieu)
- Informations concernant la dissipation thermique du boîtier

11.5 Valeurs limitatives (caractéristiques maximales absolues)

Les valeurs limitatives indiquées dans le Tableau 14 se situent au dessus de la plage de températures de fonctionnement, sauf indication contraire. Il convient que l'humidité relative et la pression atmosphérique soient spécifiées pour tous les dispositifs contenus dans des boîtiers non hermétiquement clos.

Tableau 14 – Valeurs limitatives des modulateurs optiques destinés aux applications numériques à fibres optiques

Caractéristiques	Symbole	Exigences ^b		Unité
		Min.	Max.	
A. Conditions générales				
Température de stockage	T_{stg}	x	x	°C
Température du boîtier en fonctionnement	T_{case}	x	x	°C
Température de fonctionnement du substrat (s'il y a lieu)	T_{sub}	x	x	°C
Température de soudage à la durée maximale de soudage et distance minimale par rapport au boîtier spécifié	T_{sld}		x	°C
Rayon de courbure de la fibre amorce (à la distance spécifiée par rapport au boîtier)	r	x		mm(cm)
Chocs			x	m/s ² , s
Vibrations			x	m/s ² , Hz
Accélération (s'il y a lieu)			x	m/s ²
Force de traction le long de l'axe du câble:				
Structure lâche				
– Force de traction sur la fibre	F		x	N
– Force de traction sur le câble	F		x	N
Structure serrée				
– Force de traction sur le câble	F		x	N
Variation de température en fonctionnement (s'il y a lieu)	$\Delta T/t$		x	°C/min.
B. Modulateur^a				
Tension inverse	V_{R}		x	V
Courant direct	I_{F}		x	mA
Puissance en entrée continue	$\Phi_{\text{e(in,cw)}}$		x	mW

Caractéristiques	Symbole	Exigences ^b		Unité
		Min.	Max.	
C. Capteur de température (s'il y a lieu)				
Capteur de température				
soit puissance dissipée	P_{tot}		x	W
soit tension d'alimentation	V_{supp}		x	V
D. Élément de refroidissement thermoélectrique (s'il y a lieu)				
Courant du TEC en refroidissement et en chauffage	I_p		x	A
E. Photodiode (s'il y a lieu)				
Tension inverse	V_R		x	V
Courant direct	I_F		x	mA
^a Pour les modulateurs sans TEC, la courbe ou le facteur de fiabilisation doit être donné(e) pour l'un des paramètres de 11.5.9 à 11.5.1. Pour les modulateurs avec TEC, $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$.				
^b x représente la valeur à spécifier.				

11.6 Caractéristiques électriques et optiques

Voir Tableau 15.

Tableau 15 – Caractéristiques électriques et optiques des modulateurs optiques destinés aux applications numériques à fibres optiques

Caractéristiques	Conditions à $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ pour modulateurs avec TEC, T_{amb} ou $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ pour modulateurs sans TEC, sauf indication contraire	Symbole	Exigences ^c		Unité
			Min.	Max.	
A. Modulateur					
Tension de fonctionnement	Rapport d'extinction spécifié, courant de polarisation continu spécifié	V_{π}	x	x	V
Longueur d'onde de fonctionnement	Polarisation, longueur d'onde et puissance en entrée spécifiées	λ_{op}	x	x	nm (μm)
Perte d'insertion	Polarisation, longueur d'onde et puissance en entrée spécifiées	L_{in}		x	dB
Affaiblissement de réflexion	Polarisation, longueur d'onde et courant de polarisation continu spécifiés	R_L	x	x	dB
Taux d'extinction	Polarisation, longueur d'onde et puissance en entrée spécifiées, courant de polarisation continu spécifié	$E \times R$	x	x	dB
Réponse en fréquence	Polarisation, longueur d'onde et puissance en entrée spécifiées, courant de polarisation continu spécifié	f_c		x	MHz (GHz)
Monotonie de la réponse en fréquence	Polarisation, longueur d'onde et puissance en entrée spécifiées, courant de polarisation continu spécifié	$\Delta R_D / R_D$		x	MHz/mV

Caractéristiques	Conditions à $T_{\text{sub}} = 25\text{ °C}$ pour modulateurs avec TEC, T_{amb} ou $T_{\text{case}} = 25\text{ °C}$ pour modulateurs sans TEC, sauf indication contraire	Symbole	Exigences ^c		Unité
			Min.	Max.	
Fluctuation de longueur d'onde	Polarisation, longueur d'onde et puissance en entrée spécifiées, courant de polarisation continu spécifié	α		x	MHz/mV
B. Thermistance (s'il y a lieu)					
Résistance	Courant de la thermistance I_{tc} spécifié	R	x	x	Ω
Pente de la résistance	Courant de la thermistance I_{tc} spécifié Plage de températures: $T_{\text{sub}}^{\text{a}}, T_{\text{sub}}^{\text{b}}$	$\Delta R/R$	x	x	
C. Élément de refroidissement thermoélectrique (s'il y a lieu)					
Courant du TEC	V_{π} spécifié Plage de températures: T_{case} min. ou T_{case} max.	I_{PE}		x	A
Tension du TEC	V_{π} spécifié Plage de températures: T_{case} min. ou T_{case} max.	V_{PE}		x	V
Différence de température entre T_{case} et T_{sub}	Courant du TEC, tension et condition de fonctionnement du modulateur spécifiés	ΔT_{PE}		x	°C
D. Photodiode de contrôle (s'il y a lieu)					
Courant dans l'obscurité	$\phi_{\text{e}} = 0$, V_{R} spécifié	$I_{\text{R(D)}}$		x	nA
Courant de contrôle	ϕ_{e} spécifié V_{R} spécifié	$I_{\text{R(M)}}$	x	x	mA
^a En fonctionnement continu. ^b En modulation. ^c x représente la valeur à spécifier.					

11.7 Informations supplémentaires

- Taux d'extinction (ou puissance de sortie) en fonction de la tension inverse
- Temps de réponse du capteur de température par rapport au changement de courant du refroidisseur (s'il y a lieu)
- Stabilité de la polarisation (s'il y a lieu)
- Coefficient de température de polarisation, en V/°C ou %/°C (s'il y a lieu)

11.8 Dangers

Voir l'IEC 60825.

Bibliographie

IEC 60050-731, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 731: Télécommunications par fibres optiques*

IEC 60050-845, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 845: Eclairage*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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