

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic active components and devices – Performance standards –
Part 7: 1 310-nm discrete vertical cavity surface emitting laser devices**

**Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Norme de performance –
Partie 7: Dispositifs discrets à laser 1 310 nm émettant en surface**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

IEC Central Office
3, rue de Varembé
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.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 on-line 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 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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 la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. 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 au monde 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 les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

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 62149-7

Edition 1.0 2012-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic active components and devices – Performance standards –
Part 7: 1 310-nm discrete vertical cavity surface emitting laser devices**

**Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Norme de performance –
Partie 7: Dispositifs discrets à laser 1 310 nm émettant en surface**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 33.180.20

ISBN 978-2-88912-034-5

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	8
3.1 Terms and definitions	8
3.2 Symbols and abbreviated terms.....	9
4 Product parameters	9
4.1 Absolute limiting ratings	9
4.2 Operating environment	9
4.3 Functional specification	10
4.4 Diagrams.....	10
5 Testing	10
5.1 General.....	10
5.2 Characterization testing.....	10
5.3 Performance testing	10
6 Environmental specifications	10
6.1 General safety.....	10
6.2 Laser safety	10
6.3 Electromagnetic compatibility (EMC) requirements	11
Annex A (normative) Specifications for multimode 1 310-nm VCSEL device without a monitor photodiode (Case a).....	12
Annex B (normative) Specifications for multimode 1 310-nm VCSEL device with a monitor photodiode (Case b).....	16
Annex C (normative) Specifications for single-mode 1 310-nm VCSEL device without a monitor photodiode (Case c).....	21
Annex D (normative) Specifications for single-mode 1 310-nm VCSEL device with a monitor photodiode (Case d).....	27
Bibliography.....	33
Table 1 – Subcategorized specifications of the 1 310-nm discrete VCSEL	7
Table 2 – Operating environment	10
Table A.1 – Absolute limiting ratings	12
Table A.2 – Operating conditions for functional specification.....	12
Table A.3 – Functional specification.....	13
Table A.4 – Performance test plan	14
Table A.5 – Recommended performance test failure criteria	15
Table B.1 – Absolute limiting ratings	16
Table B.2 – Operating conditions for functional specification.....	16
Table B.3 – Functional specification.....	17
Table B.4 – Performance test plan	19
Table B.5 – Recommended performance test failure criteria	20

Table C.1 – Absolute limiting ratings.....	21
Table C.2 – Operating conditions for functional specification	21
Table C.3 – Functional specification	22
Table C.4 – Performance test plan.....	25
Table C.5 – Recommended performance test failure criteria	26
Table D.1 – Absolute limiting ratings.....	27
Table D.2 – Operating conditions for functional specification	27
Table D.3 – Functional specification	28
Table D.4 – Performance test plan.....	31
Table D.5 – Recommended performance test failure criteria	32

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC ACTIVE COMPONENTS AND DEVICES –
PERFORMANCE STANDARDS –****Part 7: 1 310-nm discrete vertical cavity
surface emitting laser devices**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62149-7 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

CDV	Report on voting
86C/1021/CDV	86C/1047/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 the parts in the IEC 62149 series, published under the general title *Fibre optic active components and devices – Performance standards*, can be found on the IEC website.

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

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

INTRODUCTION

Fibre optic laser devices are used to convert electrical signals into optical signals. This part of IEC 62149 covers the performance specification for 1 310 nm discrete vertical cavity surface emitting laser devices in fibre optic telecommunication and optical data transmission applications.

FIBRE OPTIC ACTIVE COMPONENTS AND DEVICES – PERFORMANCE STANDARDS –

Part 7: 1 310-nm discrete vertical cavity surface emitting laser devices

1 Scope

This part of IEC 62149 covers the performance specification for 1 310-nm discrete vertical cavity surface emitting laser (VCSEL) devices of transverse single-mode and multimode types used for the fibre optic telecommunication and optical data transmission application in a form of the VCSEL chips mounted on a substrate with wire bonding to their chips' anode and cathode terminals without any fibre pigtails. The performance standard contains a definition of the product performance requirements together with a series of sets of tests and measurements with clearly defined conditions, severities, and pass/fail criteria. The tests are intended to be run on a "one-off" basis to prove any product's ability to satisfy the performance standard's requirements.

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

Depending on the signalling speed and application areas, subcategorized specifications of the 1 310-nm discrete VCSEL are defined as shown in Table 1.

Table 1 – Subcategorized specifications of the 1 310-nm discrete VCSEL

	1,0625 GBd	1,25 GBd	2,125 GBd	3,125 GBd	4,25 GBd	8,5 GBd	10 GBd ^a	16 GBd	25,78125 GBd
Fibre Channel	FC1GB		FC2GB		FC4GB	FC8GB		FC16GB _b	
Ethernet		E1A1a E1A1b E1B		E3A1a E3A1b E10BLX4			E10BLR E10BLW E40BLR4		E25B ^c
NOTE Bd is baud rate; A1a is 50 µm core multimode fibre; A1b is 62, 5 µm core multimode fibre; B is single-mode fibre; LR is 10 G LAN; LW is 10 G WAN; LR4 is 40 G WDM. (Refer to IEC 60793-2, IEEE 802.3-2002, INCITS 450-2009, INCITS/Project 2118-D/Rev1.00-2008.09.25, IEEE 802.3-2005, and IEEE P802.3ba-2009.)									
^a Nominal signal rate of 10 G Ethernet is 10,312 5 GBd for E10BLR and E40BLR4 and 9,953 28 GBd for E10BLW.									
^{b, c} VCSEL specifications for signalling rates of 16 GBd, 25,781 25 GBd and above are left for future works.									

Each subcategorized specification is also defined by separate details depending on the device types, such as specifications for a VCSEL device without a monitor photodiode (Case a) and for a VCSEL device with a monitor photodiode (Case b).

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

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

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

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

IEC 61300-2-19, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-19: Tests – Damp heat (steady state)*

IEC 61300-2-48, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-48: Tests – Temperature-humidity cycling*

IEC 62148-15, *Fibre optic active components and devices – Package and interface standards – Part 15: Discrete vertical cavity surface emitting laser packages*

IEC Guide 107: 1998, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms

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

3.1 Terms and definitions

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

NOTE The following terms are defined for the specific characteristics of vertical cavity surface emitting laser devices.

3.1.1

modulation speed

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

3.1.2

multimode

cross-section transverse mode of the laser beam profile with mode number greater than one

Note 1 to entry: This means that the intensity profile has more than one spot, compared to the single-mode which corresponds to the cross-section transverse mode of the laser beam profile with mode number of one having the intensity profile of one circular spot.

3.1.3

laser wavelength

peak central laser wavelength of the vertical cavity surface emitting laser device when it is operated at the normal operating conditions which is specified in the sectional specification of the VCSEL

3.1.4

submount

substrate upon which a laser is mounted for assembly into the further packaging

3.1.5**transverse mode**

cross-sectional profile of the optical beam intensity at the laser output of the VCSEL

Note 1 to entry: Depending on the mode status between multimode and single-mode, the package type of the VCSEL devices is also defined.

3.1.6**VCSEL device with a monitor photodiode**

VCSEL packaged device with a monitor photodiode

3.1.7**VCSEL device without a monitor photodiode**

VCSEL packaged device without a monitor photodiode

3.2 Symbols and abbreviated terms

λ_p	peak laser wavelength
I_{th}	threshold current
V_{th}	threshold voltage
I_{op}	operating current
V_f	forward voltage at operating current
R_s	series resistance
η	slope efficiency
P_o	continuous laser output power (at connector output or pigtailed fibre output for packaged types)
$\Delta\lambda_T/\Delta T$	wavelength change over temperature
θ	beam divergence at $1/e^2$ intensity
t_r/t_f	rise and fall time from 20 % to 80 % of the peak intensity
C	capacitance of the VCSEL chip
$\Delta\lambda$	spectral width, RMS (at static condition) for multimode VCSELS, -20 dB for single-mode VCSELS
RIN	relative intensity noise
$\Delta R_s/\Delta T$	series resistance temperature coefficient

4 Product parameters**4.1 Absolute limiting ratings**

Absolute limiting (maximum and/or minimum) ratings imply that no catastrophic damage will occur if the product is subject to these ratings for short periods, provided each limiting parameter is in isolation and all other parameters have values within the normal performance parameters. It should not be assumed that limiting value of more than one parameter can be applied at any one time. The absolute maximum ratings of the subcategorized types, E1, E3, E10, E40 BLR4, FC1GB, FC2GB, FC4GB and FC8GB for signalling speeds are listed in Annexes A through D, depending on the transverse mode of the VCSELS between multimode and single-mode and on the monitor photodiode packaged together or unpackaged.

4.2 Operating environment

The operating environment of all the subcategorized types of the 1 310 nm VCSEL is specified in Table 2.

Table 2 – Operating environment

Parameter	Symbol	Value		Unit
		Minimum	Maximum	
Operating temperature	T_{op}	-40	+85	°C

4.3 Functional specification

Functional specifications of all the subcategorized types, E1, E3, E10, E40BLR4, FC1GB, FC2GB, FC4GB, and FC8GB, for signalling speeds and application areas are listed in Annexes A through D depending on the transverse mode of the VCSELs between multimode and single-mode and on the monitor photodiode packaged together or unpackaged.

4.4 Diagrams

Diagrams of all the VCSEL device types are included in Annexes A through D.

5 Testing

5.1 General

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

5.2 Characterization testing

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

5.3 Performance testing

Performance testing is undertaken when characterization testing is complete. The performance test plan and recommended performance test failure criteria are specified in Annexes A through D, depending on the device types.

6 Environmental specifications

6.1 General safety

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

6.2 Laser safety

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

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

6.3 Electromagnetic compatibility (EMC) requirements

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

Annex A (normative)

Specifications for multimode 1 310-nm VCSEL device without a monitor photodiode (Case a)

A.1 Absolute limiting ratings

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

Table A.1 – Absolute limiting ratings

Parameter	Symbol	Value		Unit
		Minimum	Maximum	
Storage temperature	T_{stg}	–40	+85	°C
Soldering condition	T_{sol}		260 °C, 10 s	
Laser diode				
Reverse bias voltage	V_{RB}		5	V
Continuous forward current	I_{FLD}		15	mA

A.2 Operating environment

The requirements of 4.2 shall be met.

A.3 Functional specification

Tables A.2 and A.3 contain the operating conditions for functional specifications and the functional specifications of multimode 1 310-nm VCSEL devices of signalling speeds of 1,25 GBd and 3,125 GBd without a monitor photodiode at the operating conditions.

Table A.2 – Operating conditions for functional specification

Parameter	Symbol	Value		Unit	Note
		Minimum	Maximum		
Operating forward current	I_{op}		12	mA	
Operating forward bias voltage	V_{f}		2,5	V	

Table A.3 – Functional specification

Parameter	Symbol	Value		Unit	Note
		Minimum	Maximum		
Laser diode					
Laser wavelength (for single channel uses)	λ_p	1 270	1 355	nm	CW, E1A1a, E1A1b
Laser wavelength (for four WDM channel uses)	λ_{p_C0}	1 269,0	1 282,4	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C1}	1 293,5	1 306,9	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C2}	1 318,0	1 331,4	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C3}	1 342,5	1 355,9	nm	CW, E3A1a, E3A1b
Spectral width, RMS (for single channel uses)	$\Delta\lambda$		4	nm	CW
Spectral width, RMS (for four WDM channel uses)	$\Delta\lambda$		0,62	nm	CW, E3A1a, E3A1b
Threshold current	I_{th}	0,5	5,0	mA	$T_0=20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Threshold voltage	V_{th}	1,1	2,0	V	
Slope efficiency (at I_{op} in a TO package)	η	0,05	0,3	mW/mA	
Slope efficiency (at I_{op} in a TOSA or pigtailed package)	η	0,03	0,2	mW/mA	
Continuous laser output power (at I_{op} in a TO package)	P_o	-7	5	dBm	E1A1a, E1A1b
		-7	5	dBm	E3A1a, E3A1b
Continuous laser output power (at I_{op} in a TOSA or pigtailed package)	P_o	-11,5	-3,5	dBm	E1A1a, E1A1b
			-0,5	dBm	E3A1a, E3A1b
Wavelength change over temperature	$\Delta\lambda/\Delta T$		0,2	nm/ $^{\circ}\text{C}$	
Rise and fall time (20 % – 80 %)	t_r/t_f		260/260	ps	E1A1a, E1A1b
			120/120	ps	E3A1a, E3A1b
Capacitance (VCSEL chip)	C		5	pF	E1A1a, E1A1b $V_{rev} = 0\text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	E3A1a, E3A1b $V_{rev} = 0\text{ V}$, 1 MHz
Relative intensity noise	RIN		-120	dB/Hz	^a
Series resistance temperature coefficient	$\Delta R_S/\Delta T$		-4 000	ppm/ $^{\circ}\text{C}$	^b
^a For 1 GHz bandwidth and optical power specified (typically a negative value)					
^b Series resistance of laser diodes decreases as temperature increases and thus its thermal dependent parameter is typically a negative value.					

A.4 Diagrams

Refer to IEC 62148-15.

A.5 Testing

A.5.1 Characterization testing

The requirements of 5.1 shall be met.

A.5.2 Performance testing

Performance testing is undertaken when characterization testing is complete. A performance test plan is shown in Table A.4 and recommended performance test failure criteria in Table A.5.

Table A.4 – Performance test plan

No.	Test	Reference	Conditions	n ^c
1	Endurance test of:			
1.1	Package			
1.1.1	High temperature storage	IEC 60749-6	Temperature: $T = T_{\text{stg max}}$ Duration: 1 000 h	11
1.1.2	Low temperature storage		Temperature: $T = T_{\text{stg min}}$ Duration: > 2 000 h	11
1.1.3	Temperature cycling	IEC 60749-25	Temperature: $T_A = T_{\text{stg min}}$ $T_B = T_{\text{stg max}}$ Number of cycles = 100	11
1.1.4	Damp heat	IEC 61300-2-19	$T = +40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ RH: $93\% \pm 2\%$ 96 h duration	11
1.1.5	Temperature-humidity cycling	IEC 61300-2-48, method A	$-40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ to $+85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ $85 \pm 5\%$ RH at the maximum temperature 1 hour minimum duration at extremes $\geq 1\text{ °C/min}$ rate of change 42 cycles	11
1.1.6	Fibre pull ^a	IEC 61300-2-4	$5\text{ N} \pm 0,5\text{ N}$ at $0,5\text{ N/s}$ 60 s duration for buffered fibres	11
1.2	Laser diode (submount)		Temperature: at least two test temperatures: Φ_e specified, constant power	^b
1.2.1			$T_{s1} = T_s \text{ max}$	^b
1.2.2			$T_{s2} = (T_{s1} - 20\text{ °C})$ Duration: > 5 000 h	
2	Mechanical shock	IEC 60749-10	1 500 G, 0,5 ms 5 times/axis	11
3	Vibration	IEC 60749-12	20 G, 20 Hz – 2 000 Hz, 4 min/cycle, 4cycle/axis	11

No.	Test	Reference	Conditions	n ^c
4	Rapid change of temperature	IEC 60749-11	$\Delta T=100\text{ }^{\circ}\text{C}$, Temperature change time < 10 s, dwell time > 2 min temperature reach time < 5 min 15 cycles	11
5	ESD	IEC 60749-26	Human body model, positive and negative voltage pulses with a pulse interval of 300 ms	3
6	Internal moisture	IEC 60749-7	$\leq 5\,000 \times 10^{-6}$ water vapour	11
^a Applied to fibre pigtailed packages. ^b These parameters can be determined from negotiation between manufacturer and user. ^c Number of samples				

Table A.5 – Recommended performance test failure criteria

Devices	Parameter	Failure criterion	Measurement condition
Laser diode	Operating current	50 % increase ^a	25 °C or life test temperature
	Slope efficiency	10 % change ^a	25 °C or life test temperature
	Forward voltage	10 % change ^a	25 °C or life test temperature
	Kinks in L/I curve	Kink-free within $1,2 \times P_{\text{ngm}}$ (linearity change $\leq 10\%$) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
Laser package	Operating current	50 % increase ^a	25 °C or life test temperature
	Fibre or connector output power	10 % change ^a	Life test temperature I_{mon} set to initial value
	Kinks in L/I curve	Kink-free within $1,2 \times P_{\text{nom}}$ (linearity change $\leq 10\%$) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
	Tracking ratio ($I_{\text{mon}} / P_{\text{fibre}}$)	< LSL $\geq$ USL	T_{op} min ~ T_{op} max At rated power level
^a Change of pre- and post-test values in the DS			

Annex B (normative)

Specifications for multimode 1 310-nm VCSEL device with a monitor photodiode (Case b)

B.1 Absolute limiting ratings

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

Table B.1 – Absolute limiting ratings

Parameter	Symbol	Value		Unit
		Minimum	Maximum	
Storage temperature	T_{stg}	–40	+85	°C
Soldering condition	T_{sol}		260 °C, 10 sec	
Laser diode				
Reverse bias voltage	V_{RB}		5	V
Continuous forward current	I_{FLD}		15	mA
Monitor photodiode				
Maximum reverse voltage	V_{mR}		5,0	V
Maximum forward current	I_{mF}		2	mA

B.2 Operating environment

The requirements of 4.2 shall be met.

B.3 Functional specification

Tables B.2 and B.3 contain the operating conditions for functional specifications and the functional specifications of multimode 1 310 nm VCSEL devices of signalling speeds of 1,25 GBd and 3,125 GBd with a monitor photodiode at the operating conditions.

Table B.2 – Operating conditions for functional specification

Parameter	Symbol	Value		Unit	Note
		Minimum	Maximum		
Operating forward current	I_{op}		12	mA	
Operating forward bias voltage	V_{f}		2,5	V	

Table B.3 – Functional specification

Parameter	Symbol	Value		Unit	Note
		Minimum	Maximum		
Laser diode					
Laser wavelength (for single channel uses)	λ_p	1 270	1 355	nm	CW, E1A1a, E1A1b
Laser wavelength (for four WDM channel uses)	λ_{p_C0}	1 269,0	1 282,4	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C1}	1 293,5	1 306,9	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C2}	1 318,0	1 331,4	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C3}	1 342,5	1 355,9	nm	CW, E3A1a, E3A1b
Spectral width, RMS (for single channel uses)	$\Delta\lambda$		4	nm	CW
Spectral width, RMS (for four WDM channel uses)	$\Delta\lambda$		0,62	nm	CW, E3A1a, E3A1b
Threshold current	I_{th}	0,5	5,0	mA	$T_0=20\text{ °C}$
Threshold voltage	V_{th}	1,1	2,0	V	
Slope efficiency (at I_{op} in a TO package)	η	0,05	0,3	mW/mA	
Slope efficiency (at I_{op} in a TOSA or pigtailed package)	η	0,03	0,2	mW/mA	
Continuous laser output power (at I_{op} in a TO package)	P_o	-8,5	5	dBm	E1A1a, E1A1b
		-8,5	5	dBm	E3A1a, E3A1b
Continuous laser output power (at I_{op} in a TOSA or pigtailed package)	P_o	-11,5	-3,5	dBm	E1A1a, E1A1b
			-0,5	dBm	E3A1a, E3A1b
Wavelength change over temperature	$\Delta\lambda/\Delta T$		0,2	nm/°C	
Rise and fall time	t_r/t_f		260/260	ps	E1A1a, E1A1b
			120/120	ps	E3A1a, E3A1b
Capacitance (VCSEL chip)	C		5	pF	E1A1a, E1A1b $V_{rev} = 0\text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	E3A1a, E3A1b $V_{rev} = 0\text{ V}$, 1 MHz
Relative intensity noise	RIN		-120	dB/Hz	a
Series resistance temperature coefficient	$\Delta R_S/\Delta T$		-4 000	ppm/°C	b
Monitor photodiode					c
Monitor current	I_m	0,1		mA	
Dark current	I_{mR0}		100	nA	$P_{op} = 0\text{ mW}$, $V_{rev} = 3\text{ V}$
Capacitance ^d	C_{tot}		100	pF	$V_{rev} = 0\text{ V}$, 1 MHz

^a	For 1 GHz bandwidth and optical power specified (typically a negative value).
^b	Series resistance of laser diodes decreases as temperature increases and thus its thermal dependent parameter is typically a negative value.
^c	This part applies only to the VCSELs with monitor photodiode at a room temperature condition of 25 °C.
^d	This indicates total capacitance between the anode and cathode terminals of the monitor photodiode subassembly.

B.4 Diagrams

Refer to IEC 62148-15.

B.5 Testing

B.5.1 Characterization testing

The requirements of 5.1 shall be met.

B.5.2 Performance testing

Performance testing is undertaken when characterization testing is complete. A performance test plan is shown in Table B.4 and recommended performance test failure criteria in Table B.5.

Table B.4 – Performance test plan

No.	Test	Reference	Conditions	n ^c
1	Endurance test of:			
1.1	Package			
1.1.1	High temperature storage	IEC 60749-6	Temperature: $T = T_{\text{stg max}}$ Duration: 1 000 h	11
1.1.2	Low temperature storage		Temperature: $T = T_{\text{stg min}}$ Duration: > 2 000 h	11
1.1.3	Temperature cycling	IEC 60749-25	Temperature: $T_A = T_{\text{stg min}}$ $T_B = T_{\text{stg max}}$ Number of cycles = 100	11
1.1.4	Damp heat	IEC 61300-2-19	$T = +40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ RH: $93\% \pm 2\%$ 96 h duration	11
1.1.5	Temperature-humidity cycling	IEC 61300-2-48, method A	$-40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ to $+85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ $85 \pm 5\%$ RH at the maximum temperature 1 hour minimum duration at extremes $\geq 1\text{ °C/min}$ rate of change 42 cycles	11
1.1.6	Fibre pull ^a	IEC 61300-2-4	$5\text{ N} \pm 0,5\text{ N}$ at $0,5\text{ N/s}$ 60 s duration for buffered fibres	11
1.2	Laser diode (submount)		Temperature: at least two test temperatures: φ_a specified, constant power $T_{s1} = T_s \text{ max}$	b
12.1				b
1.2.2			$T_{s2} = < (T_{s1} - 20\text{ °C})$ Duration: >5 000 h	
1.3	Photodiode (in representative package)		Temperature: at least two test temperatures: V_r or I_r specified	b
1.3.1			$T_{s1} = 125\text{ °C min.}$	b
1.3.2			$T_{s2} = < (T_{s1} - 30\text{ °C})$ Duration: > 1 000 h	11
2	Mechanical shock	IEC 60749-10	1 500 G, 0,5 ms 5 times/axis	11
3	Vibration	IEC 60749-12	20 G, 20 Hz – 2 000 Hz, 4 min./cycle, 4cycle/axis	11
4	Rapid change of temperature	IEC 60749-11	$\Delta T = 100\text{ °C}$, Temperature change time < 10 s, dwell time > 2 min. temperature reach time < 5min. 15 cycles	11
5	ESD	IEC 60749-26	Human body model, positive and negative voltage pulses with a pulse interval of 300 ms	3
6	Internal moisture	IEC 60749-7	$\leq 5\,000 \times 10^{-6}$ water vapor	11
^a Applied to fibre pigtailed packages. ^b These parameters can be determined from negotiation between manufacturer and user. ^c Number of samples.				

Table B.5 – Recommended performance test failure criteria

Devices	Parameter	Failure criterion	Measurement condition
Laser diode	Operating current	50 % increase ^a	25 °C or life test temperature
	Slope efficiency	10 % change ^a	25 °C or life test temperature
	Forward voltage	10 % change ^a	25 °C or life test temperature
	Kinks in L/I curve	Kink-free within $1,2 \times P_{nom}$ (linearity change $\leq 10\%$) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
Photodiode	Dark current	USL or 10 nA increase	25 °C
Laser package	Operating current	50 % increase ^a	25 °C or life test temperature
	Fibre or connector output power	10 % change ^a	Life test temperature I_{mon} set to initial value
	Kinks in L/I curve	Kink-free within $1,2 \times P_{nom}$ (linearity change $\leq 10\%$) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
	Tracking ratio (I_{mon} / P_{fibre})	$< LSL \geq USL$	T_{op} min ~ T_{op} max At rated power level
	Photodiode dark current	USL or 10 nA increase ^a	25 °C
^a Change of pre- and post-test values in the DS.			

Annex C (normative)

Specifications for single-mode 1 310-nm VCSEL device without a monitor photodiode (Case c)

C.1 Absolute limiting ratings

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

Table C.1 – Absolute limiting ratings

Parameter	Symbol	Value		Unit
		Minimum	Maximum	
Storage temperature	T_{stg}	–40	+85	°C
Soldering condition	T_{sol}		260 °C, 10 s	
Laser diode				
Reverse bias voltage	V_{RB}		5	V
Continuous forward current	I_{FLD}		12	mA

C.2 Operating environment

The requirements of 4.2 shall be met.

C.3 Functional specification

Tables C.2 and C.3 contain the operating conditions for functional specifications and the functional specifications of single-mode 1 310 nm VCSEL devices of signalling speeds of 1,0625 GBd, 1,25 GBd, 3,125 GBd, 4,25 GBd, 8,5 GBd and 10 GBd without a monitor photodiode at the operating conditions.

Table C.2 – Operating conditions for functional specification

Parameter	Symbol	Value		Unit	Note
		Minimum	Maximum		
Operating forward current	I_{op}		12	mA	
Operating forward bias voltage	V_{f}		2,5	V	

Table C.3 – Functional specification

Parameter	Symbol	Value		Unit	Note
		Minimum	Maximum		
Laser diode					
Laser wavelength (for single channel uses)	λ_p	1 270	1 355	nm	CW, E1B
		1 260	1 370	nm	CW, FC1, FC2, FC4
		1 260	1 360	nm	CW, FC8
		1 260	1 355	nm	CW, E10BLR, E10BLW
Laser wavelength (for four WDM channel uses with 3.125 GBd/each)	λ_{p_C0}	1 269,0	1 282,4	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C1}	1 293,5	1 306,9	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C2}	1 318,0	1 331,4	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C3}	1 342,5	1 355,9	nm	CW, E10BLX4
Laser wavelength (for four WDM channel uses with 10.3125 GBd/each)	λ_{p_L0}	1 264,5	1 277,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L1}	1284,5	1297,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L2}	1 304,5	1 317,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L3}	1 324,5	1 337,5	nm	CW, E40BLR4
Spectral width at -20 dB (for single channel uses)	$\Delta\lambda$		1	nm	CW
Spectral width at -20 dB (for four WDM channel uses)	$\Delta\lambda$		0,62	nm	CW, E10BLX4, E40BLR4
Threshold current	I_{th}	0,5	5,0	mA	$T_0=20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Threshold voltage	V_{th}	1,1	2,0	V	
Slope efficiency (at I_{op} in a TO package)	η	0,05	0,3	mW/mA	
Slope efficiency (at I_{op} in a TOSA or pigtailed package)	η	0,03	0,2	mW/mA	
Continuous laser output power (at I_{op} in a TO package)	P_O	-8,5	5	dBm	
Continuous laser output power (at I_{op} in a TOSA or pigtailed package)	P_O	-11,0	-3,0	dBm	FC2GB, E1B
		-9,5	-3,0	dBm	FC1GB
			-0,5	dBm	E10BLX4
		-8,4	-1	dBm	FC4GB
		-8,2	0,5	dBm	FC8GB, E10BLR, E10BLW
		-7	2,3	dBm	E40BLR4
Wavelength change over temperature	$\Delta\lambda/\Delta T$		0,1	nm/°C	

Parameter	Symbol	Value		Unit	Note
		Minimum	Maximum		
Rise and fall time (20% to 80%)	t_r/t_f		320/320	ps	FC1GB
			260/260	ps	E1B
			160/160	ps	FC2GB
			120/120	ps	E10BLX4
			90/90	ps	FC4GB
			50/50	ps	E10BLR, E10BLW, E40BLR4 ^a
Capacitance (VCSEL chip)	C		5	pF	FC1GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			5	pF	E1B $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	FC2GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	E10BLX4 $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			1	pF	FC4GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			0.5	pF	E10BLR, E10BLW, E40BLR4 ^a $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
Relative intensity noise ^b	RIN		-117	dB/Hz	FC1GB, FC2GB
			-120	dB/Hz	FC4GB, E1B, E3B
			-128	dB/Hz	FC8GB E10BLR, E10BLW, E40BLR4
Side mode suppression ratio	SMSR	30		dB	at T_0 and I_{op} > $2 \times I_{th}$
Series resistance temperature coefficient	$\Delta R_S/\Delta T$		-4 000	ppm/°C	^c
^a Informative only. Eye diagram masks and transmitter and dispersion penalty (TDP) should be considered more accurate guidelines. ^b For 1 GHz bandwidth and optical power specified (typically a negative value) ^c Series resistance of laser diodes decreases as temperature increases and thus its thermal dependent parameter is typically a negative value.					

C.4 Diagrams

Refer to IEC 62148-15.

C.5 Testing

C.5.1 Characterization testing

The requirements of 5.1 shall be met.

C.5.2 Performance testing

Performance testing is undertaken when characterization testing is complete. A performance test plan is shown in Table C.4 and recommended performance test failure criteria in Table C.5.

Table C.4 – Performance test plan

No.	Test	Reference	Conditions	n ^c
1	Endurance test of:			
1.1	Package			
1.1.1	High temperature storage	IEC 60749-6	Temperature: $T = T_{stg} \text{ max}$ Duration: 1 000 h	11
1.1.2	Low temperature storage		Temperature: $T = T_{stg} \text{ min}$ Duration: > 2 000 h	11
1.1.3	Temperature cycling	IEC 60749-25	Temperature: $T_A = T_{stg} \text{ min}$ $T_B = T_{stg} \text{ max}$ Number of cycles = 100	11
1.1.4	Damp heat	IEC 61300-2-19	$T = +40 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ RH: $93 \% \pm 2 \%$ 96 h duration	11
1.1.5	Temperature-humidity cycling	IEC 61300-2-48, method A	$-40 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+85 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $85 \pm 5 \% \text{ RH}$ at the maximum temperature 1 hour minimum duration at extremes $\geq 1 \text{ }^{\circ}\text{C/min}$ rate of change 42 cycles	11
1.1.6	Fibre pull ^a	IEC 61300-2-4	$5 \text{ N} \pm 0,5 \text{ N}$ at $0,5 \text{ N/s}$ 60 s duration for buffered fibres	11
1.2	Laser diode (submount)		Temperature: at least two test temperatures: Φ_e specified, constant power	b
1.2.1				b
1.2.2			$T_{s1} = T_s \text{ m} \square x$ $T_{s2} = (T_{s1} - 20 \text{ }^{\circ}\text{C})$ Duration: > 5 000 h	
2	Mechanical shock	IEC 60749-10	1 500 G, 0,5 ms 5 times/axis	11
3	Vibration	IEC 60749-12	20G, 20 Hz – 2000 Hz, 4 min/cycle, 4cycle/axis	11
4	Rapid change of temperature	IEC 60749-11	$\Delta T = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$, Temperature change time < 10 s, dwell time > 2 min. temperature reach time < 5 min 15 cycles	11
5	ESD	IEC 60749-26	Human body model, positive and negative voltage pulses with a pulse interval of 300 ms	3
6	Internal moisture	IEC 60749-7	$\leq 5\,000 \times 10^{-6}$ water vapor	11
^a Applied to fibre pigtailed packages.				
^b These parameters can be determined from negotiation between manufacturer and user.				
^c Number of samples				

Table C.5 – Recommended performance test failure criteria

Devices	Parameter	Failure criterion	Measurement condition
Laser diode	Operating current	50 % increase ^a	25 °C or life test temperature
	Slope efficiency	10 % change ^a	25 °C or life test temperature
	Forward voltage	10 % change ^a	25 °C or life test temperature
	Kinks in L/I curve	Kink-free within $1,2 \times P_{nom}$ (linearity change ≤ 10 %) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
Laser package	Operating current	50 % increase ^a	25 °C or life test temperature
	Fibre or connector output power	10 % change ^a	Life test temperature I_{mon} set to initial value
	Kinks in L/I curve	Kink-free within $1,2 \times P_{nom}$ (linearity change ≤ 10 %) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
	Tracking ratio (I_{mon} / P_{fibre})	$< LSL \geq USL$	T_{op} min ~ T_{op} max At rated power level
^a Change of pre- and post-test values in the DS			

Annex D (normative)

Specifications for single-mode 1 310-nm VCSEL device with a monitor photodiode (Case d)

D.1 Absolute limiting ratings

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

Table D.1 – Absolute limiting ratings

Parameter	Symbol	Value		Unit
		Minimum	Maximum	
Storage temperature	T_{stg}	–40	+85	°C
Soldering condition	T_{sol}		260 °C, 10 sec	
Laser diode				
Reverse bias voltage	V_{RB}		5	V
Continuous forward current	I_{FLD}		12	mA
Monitor photodiode				
Maximum reverse voltage	V_{mR}		5,0	V
Maximum forward current	I_{mF}			mA

D.2 Operating environment

The requirements of 4.2 shall be met.

D.3 Functional specification

Tables D.2 and D.3 contain the operating conditions for functional specifications and the functional specifications of single-mode 1 310 nm VCSEL devices of signalling speeds of 1,0625 GBd, 1,25 GBd, 3,125 GBd, 4,25 GBd, 8,5 GBd and 10 GBd with a monitor photodiode at the operating conditions.

Table D.2 – Operating conditions for functional specification

Parameter	Symbol	Value		Unit	Note
		Minimum	Maximum		
Operating forward current	I_{op}		12	mA	
Operating forward bias voltage	V_{f}		2,5	V	

Table D.3 – Functional specification

Parameter	Symbol	Value		Unit	Note
		Minimum	Maximum		
Laser diode					
Laser wavelength (for single channel uses)	λ_p	1 270	1 355	nm	CW, E1B
		1 260	1 370	nm	CW, FC1, FC2, FC4
		1 260	1 360	nm	CW, FC8
		1 260	1 355	nm	CW, E10BLR, E10BLW
Laser wavelength (for four WDM channel uses with 3,125 GBd/each)	λ_{p_C0}	1 269,0	1 282,4	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C1}	1 293,5	1 306,9	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C2}	1 318,0	1 331,4	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C3}	1 342,5	1 355,9	nm	CW, E10BLX4
Laser wavelength (for four WDM channel uses with 10,3125 GBd/each)	λ_{p_L0}	1 264,5	1 277,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L1}	1 284,5	1 297,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L2}	1 304,5	1 317,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L3}	1 324,5	1 337,5	nm	CW, E40BLR4
Spectral width at -20 dB (for single channel uses)	$\Delta\lambda$		1	nm	CW
Spectral width at -20 dB (for four WDM channel uses)	$\Delta\lambda$		0,62	nm	CW, E10BLX4, E40BLR4
Threshold current	I_{th}	0,5	5,0	mA	$T_0=20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Threshold voltage	V_{th}	1,1	2,0	V	
Slope efficiency (at I_{op} in a TO package)	η	0,05	0,3	mW/mA	
Slope efficiency (at I_{op} in a TOSA or pigtailed package)	η	0,03	0,2	mW/mA	
Continuous laser output power (at I_{op} in a TO package)	P_O	-8,5	5	dBm	
Continuous laser output power (at I_{op} in a TOSA or pigtailed package)	P_O	-11,0	-3,0	dBm	FC2GB, E1B
		-9,5	-3,0	dBm	FC1GB
			-0,5	dBm	E10BLX4
		-8,4	-1	dBm	FC4GB
		-8,2	0,5	dBm	FC8GB, E10BLR, E10BLW
		-7	2,3	dBm	E40BLR4
Wavelength change over temperature	$\Delta\lambda/\Delta T$		0,1	nm/°C	

Parameter	Symbol	Value		Unit	Note
		Minimum	Maximum		
Rise and fall time (20 % – 80 %)	t_r/t_f		320/320	ps	FC1GB
			260/260	ps	E1B
			160/160	ps	FC2GB
			120/120	ps	E10BLX4
			90/90	ps	FC4GB
			50/50	ps	E10BLR, E10BLW, E40BLR4 ^a
Capacitance (VCSEL chip)	C		5	pF	FC1GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			5	pF	E1B $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	FC2GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	E10BLX4 $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			1	pF	FC4GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			0,5	pF	E10BLR, E10BLW, E40BLR4 ^a $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
Relative intensity noise ^b	RIN		-117	dB/Hz	FC1GB, FC2GB
			-120	dB/Hz	FC4GB, E1B, E3B
			-128	dB/Hz	FC8GB E10BLR, E10BLW, E40BLR4
Side mode suppression ratio	SMSR	30		dB	at T_0 and I_{op} > $2 \times I_{th}$
Series resistance temperature coefficient	$\Delta R_S/\Delta T$		-4 000	ppm/°C	^c
Monitor photodiode					^d
Monitor current	I_m	0,1		mA	
Dark current	I_{mR0}		100	nA	$P_{op} = 0 \text{ mW}$, $V_{rev} = 3 \text{ V}$
Capacitance ^e	C_{tot}		100	pF	$V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz

- a Informative only. Eye diagram masks and transmitter and dispersion penalty (TDP) should be considered more accurate guidelines.
- b For 1 GHz bandwidth and optical power specified (typically a negative value)
- c Series resistance of laser diodes decreases as temperature increases and thus its thermal dependent parameter is typically a negative value.
- d This part applies only to the VCSELs with monitor photodiode at a room temperature condition of 25 °C.
- e This indicates total capacitance between the anode and cathode terminals of the monitor photodiode subassembly.

D.4 Diagrams

Refer to IEC 62148-15.

D.5 Testing

D.5.1 Characterization testing

The requirements of 5.1 shall be met.

D.5.2 Performance testing

Performance testing is undertaken when characterization testing is complete. A performance test plan is shown in Table D.4 and recommended performance test failure criteria in Table D.5.

Table D.4 – Performance test plan

No.	Test	Reference	Conditions	n ^c
1	Endurance test of:			
1.1	Package			
1.1.1	High temperature storage	IEC 60749-6	Temperature: $T = T_{\text{stg max}}$ Duration: 1 000 h	11
1.1.2	Low temperature storage		Temperature: $T = T_{\text{stg min}}$ Duration: > 2 000 h	11
1.1.3	Temperature cycling	IEC 60749-25	Temperature: $T_A = T_{\text{stg min}}$ $T_B = T_{\text{stg max}}$ Number of cycles = 100	11
1.1.4	Damp heat	IEC 61300-2-19	$T = +40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ RH: $93\% \pm 2\%$ 96 h duration	11
1.1.5	Temperature-humidity cycling	IEC 61300-2-48, method A	$-40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ to $+85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ $85 \pm 5\%$ RH at the maximum temperature 1 hour minimum duration at extremes $\geq 1\text{ °C/min}$ rate of change 42 cycles	11
1.1.6	Fibre pull ^a	IEC 61300-2-4	$5\text{ N} \pm 0,5\text{ N}$ at $0,5\text{ N/s}$ 60 s duration for buffered fibres	11
1.2	Laser diode (submount)		Temperature: at least two test temperatures: ϕ_a specified, constant power $T_{S1} = T_S \text{ max}$	b
12.1				b
1.2.2			$T_{S2} = < (T_{S1} - 20\text{ °C})$ Duration: >5 000 h	
1.3	Photodiode (in representative package)		Temperature: at least two test temperatures: V_f or I_f specified	b
1.3.1				b
1.3.2			$T_{S1} = 125\text{ °C min.}$ $T_{S2} = < (T_{S1} - 30\text{ °C})$ Duration: >1 000h	11
2	Mechanical shock	IEC 60749-10	1 500G, 0,5 ms 5 times/axis	11
3	Vibration	IEC 60749-12	20 G, 20 Hz – 2 000 Hz, 4 min./cycle, 4cycle/axis	11
4	Rapid change of temperature	IEC 60749-11	$\Delta T = 100\text{ °C}$, Temperature change time < 10 s, dwell time > 2 min. temperature reach time < 5 min 15 cycles	11
5	ESD	IEC 60749-26	Human body model, positive and negative voltage pulses with a pulse interval of 300 ms	3
6	Internal moisture	IEC 60749-7	$\leq 5\,000 \times 10^{-6}$ water vapor	11
^a Applied to fibre pigtailed packages. ^b These parameters can be determined from negotiation between manufacturer and user. ^c Number of samples.				

Table D.5 – Recommended performance test failure criteria

Devices	Parameter	Failure criterion	Measurement condition
Laser diode	Operating current	50 % increase ^a	25 °C or life test temperature
	Slope efficiency	10 % change ^a	25 °C or life test temperature
	Forward voltage	10 % change ^a	25 °C or life test temperature
	Kinks in L/I curve	Kink-free within $1,2 \times P_{nom}$ (linearity change ≤ 10 %) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
Photodiode	Dark current	USL or 10 nA increase	25 °C
Laser package	Operating current	50 % increase ^{a *}	25 °C or life test temperature
	Fibre or connector output power	10 % change ^a	Life test temperature I_{mon} set to initial value
	Kinks in L/I curve	Kink-free within $1,2 \times P_{nom}$ (linearity change ≤ 10 %) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
	Tracking ratio (I_{mon} / P_{fibre})	$< LSL \geq USL$	T_{op} min ~ T_{op} max At rated power level
	Photodiode dark current	USL or 10 nA increase ^a	25 °C
^a Change of pre- and post-test values in the DS.			

Bibliography

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

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

IEC 60793-2, *Optical fibre – Part 2: Product specifications*

IEC 60874 (all parts), *Connectors for optical fibres and cables*

IEC 61280-1-3, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 1-3: General communication subsystems – Central wavelength and spectral width measurement*

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

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

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

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

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

IEEE 802.3-2002, *Local and metropolitan area networks – Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and Physical layer specifications: Clause 38. Physical Medium Dependent (PMD) sublayer and baseband medium, type 1000BASE-LX (Long Wavelength Laser) and 1000BASE-SX (Short Wavelength Laser), July 1988*

IEEE 802.3-2005, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications, SECTION FOUR: This section includes Clause 44 through Clause 54 and Annex 44A through Annex 50A*

IEEE P802.3ba-2009, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements, Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications, Amendment: Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for 40 Gb/s and 100 Gb/s Operation*

INCITS 450-2009 *FIBRE CHANNEL-Physical Interface-4 (FC-PI-4)*

INCITS/Project 2118-D/Rev1.00 – 2008.09.25, *FIBRE CHANNEL Physical Interface-5 (FC-PI-5)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
INTRODUCTION	38
1 Domaine d'application	39
2 Références normatives	40
3 Termes, définitions, symboles et abréviations	40
3.1 Termes et définitions	40
3.2 Symboles et abréviations	41
4 Paramètres du produit	41
4.1 Valeurs limites absolues	41
4.2 Environnement de fonctionnement	42
4.3 Spécifications fonctionnelles	42
4.4 Schémas	42
5 Essais	42
5.1 Généralités	42
5.2 Essais de caractérisation	42
5.3 Essais de performance	42
6 Spécifications d'environnement	43
6.1 Sécurité générale	43
6.2 Sécurité liée à l'utilisation de lasers	43
6.3 Exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM)	43
Annexe A (normative) Spécifications relatives aux dispositifs VCSEL 1 310 nm multimodaux sans photodiode de contrôle (Cas a)	44
Annexe B (normative) Spécifications relatives aux dispositifs VCSEL 1 310 nm multimodaux avec photodiode de contrôle (Cas b)	48
Annexe C (normative) Spécifications relatives aux dispositifs VCSEL 1 310 nm unimodaux sans photodiode de contrôle (Cas c)	53
Annexe D (normative) Spécifications relatives aux dispositifs VCSEL 1 310 nm unimodaux avec photodiode de contrôle (Cas d)	59
Bibliographie	65
Tableau 1 – Sous-catégories de spécifications de VCSEL discrets 1 310 nm	39
Tableau 2 – Environnement de fonctionnement	42
Tableau A.1 – Valeurs limites absolues	44
Tableau A.2 – Conditions de fonctionnement pour les spécifications fonctionnelles	44
Tableau A.3 – Spécifications fonctionnelles	45
Tableau A.4 – Plan des essais de performance	46
Tableau A.5 – Critères d'échec des essais de performance recommandés	47
Tableau B.1 – Valeurs limites absolues	48
Tableau B.2 – Conditions de fonctionnement pour les spécifications fonctionnelles	48
Tableau B.3 – Spécifications fonctionnelles	49
Tableau B.4 – Plan des essais de performance	51
Tableau B.5 – Critères d'échec des essais de performance recommandés	52

Tableau C.1 – Valeurs limites absolues	53
Tableau C.2 – Conditions de fonctionnement correspondant aux spécifications fonctionnelles	53
Tableau C.3 – Spécifications fonctionnelles	54
Tableau C.4 – Plan des essais de performance	57
Tableau C.5 – Critères d'échec à prendre en compte concernant les essais de performance	58
Tableau D.1 – Valeurs limites absolues	59
Tableau D.2 – Conditions de fonctionnement correspondant aux spécifications fonctionnelles	59
Tableau D.3 – Spécifications fonctionnelles	60
Tableau D.4 – Plan des essais de performance	63
Tableau D.5 – Critères d'échec à prendre en compte concernant les essais de performance	64

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS À FIBRES OPTIQUES – NORME DE PERFORMANCE –

Partie 7: Dispositifs discrets à laser 1 310 nm émettant en surface

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 62149-7 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
86C/1021/CDV	86C/1047/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/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62149, publiées sous le titre général *Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Normes de performance*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

INTRODUCTION

Les dispositifs laser à fibres optiques sont utilisés pour transformer les signaux électriques en signaux optiques. La présente partie de la CEI 62149 couvre la spécification de performance des dispositifs discrets à laser 1 310 nm émettant en surface dans les applications de télécommunication à fibres optiques et de transmission de données par moyen optique.

COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS À FIBRES OPTIQUES – NORME DE PERFORMANCE –

Partie 7: Dispositifs discrets à laser 1 310 nm émettant en surface

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62149 concerne les spécifications de performance des dispositifs discrets à laser 1 310 nm émettant en surface (VCSEL, *vertical cavity surface emitting laser*) de types unimodaux et multimodaux transverses, utilisés dans les applications de télécommunication à fibres optiques et de transmission de données par moyen optique, sous la forme de chips VCSEL montées sur un substrat et reliées par un fil conducteur à l'anode et à la cathode des chips, et sans aucune fibre amorce. La norme de performance contient une définition des exigences de performance de produit ainsi qu'une série de jeux d'essais et de mesures avec des conditions, sévérités et critères d'acceptation/de refus bien définis. Les essais sont destinés à être effectués une fois seulement, pour prouver la capacité du produit à satisfaire aux exigences des normes de performance.

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

En fonction de la vitesse de transmission des signaux et des domaines d'application, des sous-catégories de spécifications de VCSEL discrets 1 310 nm sont définies, tel que représenté dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Sous-catégories de spécifications de VCSEL discrets 1 310 nm

	1,0625 GBd	1,25 GBd	2,125 GBd	3,125 GBd	4,25 GBd	8,5 GBd	10 GBd ^a	16 GBd	25,78125 GBd
Fibre Channel	FC1GB		FC2GB		FC4GB	FC8GB		FC16GB ^b	
Ethernet		E1A1a E1A1b E1B		E3A1a E3A1b E10BLX4			E10BLR E10BLW E40BLR4		E25B ^c
NOTE Bd est le débit, en baud; A1a est une fibre multimodale à cœur de 50 µm; A1b est une fibre multimodale à cœur de 62,5 µm; B est une fibre unimodale; LR correspond à 1 LAN à 10 G; LW correspond à 1 WAN à 10 G; LR4 correspond à 1 WDM à 40 G. (Se reporter à la CEI 60793-2, à l'IEEE 802.3-2002, à l'INCITS 450-2009, au Projet INCITS 2118-D/Rev1.00-2008.09.25, à l'IEEE 802.3-2005, et à l'IEEE P802.3ba-2009.)									
^a Le débit nominal de transmission des signaux en Ethernet 10 G est de 10,312 5 GBd pour E10BLR et E40BLR4 et de 9,953 28 GBd pour E10BLW.									
^{b, c} Les spécifications VCSEL pour des débits de transmission des signaux de 16 GBd, 25,781 25 GBd et plus feront l'objet de travaux ultérieurs.									

Chaque sous-catégorie de spécification est aussi définie par des détails particuliers en fonction du type de dispositif, comme par exemple les spécifications d'un dispositif VCSEL sans photodiode de contrôle (cas a) et les spécifications d'un dispositif VCSEL avec photodiode de contrôle (cas b).

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).

CEI 60749 (toutes les parties), *Dispositifs à semiconducteurs – Méthodes d'essais mécaniques et climatiques*

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

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

CEI 61300-2-4, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-4: Essais – Rétention de la fibre ou du câble*

CEI 61300-2-19, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-19: Essais – Chaleur humide (essai continu)*

CEI 61300-2-48, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-48: Essais – Cycles d'humidité et de température*

CEI 62148-15, *Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Normes de boîtier et d'interface – Partie 15: Boîtiers discrets à laser émettant par la surface*

Guide CEI 107:1998, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

NOTE La terminologie des concepts physiques, des types de dispositifs, des termes généraux et des valeurs limites et caractéristiques des dispositifs à semiconducteurs peut être consultée dans la CEI 60747-5-1. De plus, la définition des valeurs assignées et caractéristiques essentielles des dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs pour application dans les systèmes à fibres optiques peut être consultée dans la CEI 62007-1.

3.1 Termes et définitions

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

NOTE Les termes suivants sont définis comme caractéristiques spécifiques des dispositifs discrets à laser émettant en surface.

3.1.1

vitesse de modulation

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

3.1.2

multimodal

mode transverse d'une section droite du profil du faisceau laser avec un nombre de modes supérieur à un

Note 1 à l'article: Ceci signifie que le profil d'intensité a plus d'un spot, comparativement à l'unimodal, qui correspond à un mode transverse de section droite du profil du faisceau laser avec un nombre de modes de un, ayant un profil d'intensité d'un spot circulaire.

3.1.3

longueur d'onde du laser

longueur d'onde centrale crête du laser d'un dispositif discret à laser émettant en surface quand il fonctionne dans les conditions normales de fonctionnement, spécifiées dans la spécification intermédiaire des VCSEL

3.1.4

embase

substrat sur lequel un laser est fixé afin d'être assemblé ultérieurement dans son boîtier

3.1.5

mode transverse

profil de la section droite du faisceau optique à la sortie laser du VCSEL

Note 1 à l'article: En fonction du mode entre multimodal et unimodal, le type de boîtier des dispositifs VCSEL est aussi défini.

3.1.6

dispositif VCSEL avec photodiode de contrôle

dispositif VCSEL encapsulé avec photodiode de contrôle

3.1.7

dispositif VCSEL sans photodiode de contrôle

dispositif VCSEL encapsulé sans photodiode de contrôle

3.2 Symboles et abréviations

λ_p	longueur d'onde crête du laser
I_{th}	courant de seuil
V_{th}	tension de seuil
I_{op}	courant de fonctionnement
V_f	tension directe au courant de fonctionnement
R_s	résistance série
η	taux de variation
P_o	puissance de sortie du laser en continu (à la sortie du connecteur ou à la sortie de la fibre amorce pour les types encapsulés)
$\Delta\lambda_T/\Delta T$	variation de longueur d'onde en fonction de la température
θ	divergence du faisceau à $1/e^2$ d'intensité
t_r/t_f	temps de montée et de descente de 20 % à 80 % de l'intensité crête
C	capacité du chip VCSEL
$\Delta\lambda$	largeur spectrale, quadratique (en condition statique) pour les VCSEL en multimodal, -20 dB pour les VCSEL en unimodal
RIN	bruit d'intensité relative (<i>relative intensity noise</i>)
$\Delta R_s/\Delta T$	coefficient de température de la résistance série

4 Paramètres du produit

4.1 Valeurs limites absolues

Les valeurs limites absolues (maximales et/ou minimales) impliquent qu'aucun dommage catastrophique n'aura lieu si le produit est soumis à ces valeurs limites pour de courtes

périodes, à condition que chaque paramètre limite soit isolé et que tous les autres paramètres possèdent des valeurs dans les paramètres de performance normale. Il convient de ne pas présumer que les valeurs limites de plus d'un paramètre peuvent être appliquées en une fois. Les valeurs maximales absolues des sous-catégories de types E1, E3, E10, E40 BLR4, FC1GB, FC2GB, FC4GB et FC8GB pour les vitesses de transmission des signaux sont énumérées dans les Annexes A à D, en fonction du mode transverse des VCSEL entre multimodal et unimodal, et de l'encapsulation ou non de la photodiode de contrôle.

4.2 Environnement de fonctionnement

L'environnement de fonctionnement de toutes les sous-catégories de types du VCSEL 1 310 nm, est spécifié dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Environnement de fonctionnement

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité
		Minimum	Maximum	
Température de fonctionnement	T_{op}	-40	+85	°C

4.3 Spécifications fonctionnelles

Les spécifications fonctionnelles de toutes les sous-catégories de types E1, E3, E10, E40 BLR4, FC1GB, FC2GB, FC4GB, et FC8GB pour les vitesses de transmission des signaux et les domaines d'application sont énumérées dans les Annexes A à D, en fonction du mode transverse des VCSEL entre multimodal et unimodal, et de l'encapsulation ou non de la photodiode de contrôle.

4.4 Schémas

Les schémas de tous les types de dispositifs VCSEL sont inclus dans les Annexes A à D.

5 Essais

5.1 Généralités

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

5.2 Essais de caractérisation

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

5.3 Essais de performance

Les essais de performance sont entrepris lorsque les essais de caractérisation sont achevés. Le plan d'essais de performance et les critères d'échec des essais de performance recommandés sont spécifiés dans les Annexes A à D, en fonction du type de dispositif.

6 Spécifications d'environnement

6.1 Sécurité générale

Tous les produits satisfaisant à la présente norme doivent se conformer à la CEI 60950-1.

6.2 Sécurité liée à l'utilisation de lasers

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

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

6.3 Exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM)

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

Annexe A (normative)

Spécifications relatives aux dispositifs VCSEL 1 310 nm multimodaux sans photodiode de contrôle (Cas a)

A.1 Valeurs limites absolues

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

Tableau A.1 – Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité
		Minimum	Maximum	
Température de stockage	T_{stg}	–40	+85	°C
Conditions de soudure	T_{sol}		260 °C, 10 s	
Diode laser				
Tension de polarisation inverse	V_{RB}		5	V
Courant direct continu	I_{FLD}		15	mA

A.2 Environnement de fonctionnement

Les exigences de 4.2 doivent être satisfaites.

A.3 Spécifications fonctionnelles

Les Tableaux A.2 et A.3 contiennent les conditions de fonctionnement des spécifications fonctionnelles et les spécifications fonctionnelles des dispositifs VCSEL 1 310 nm multimodaux ayant des vitesses de transmission des signaux de 1,25 GBd et 3,125 GBd sans photodiode de contrôle aux conditions de fonctionnement.

Tableau A.2 – Conditions de fonctionnement pour les spécifications fonctionnelles

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité	Note
		Minimum	Maximum		
Courant direct en fonctionnement	I_{op}		12	mA	
Tension de polarisation directe en fonctionnement	V_{f}		2,5	V	

Tableau A.3 – Spécifications fonctionnelles

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité	Note
		Minimum	Maximum		
Diode laser					
Longueur d'onde du laser (pour utilisations sur un seul canal)	λ_p	1 270	1 355	nm	CW, E1A1a, E1A1b
Longueur d'onde du laser (pour utilisations sur quatre canaux WDM)	λ_{p_C0}	1 269,0	1 282,4	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C1}	1 293,5	1 306,9	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C2}	1 318,0	1 331,4	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C3}	1 342,5	1 355,9	nm	CW, E3A1a, E3A1b
Largeur spectrale, quadratique (pour utilisations sur un seul canal)	$\Delta\lambda$		4	nm	CW
Largeur spectrale, quadratique (pour utilisations sur quatre canaux WDM)	$\Delta\lambda$		0,62	nm	CW, E3A1a, E3A1b
Courant de seuil	I_{th}	0,5	5,0	mA	$T_0=20\text{ °C}$
Tension de seuil	V_{th}	1,1	2,0	V	
Taux de variation (à I_{op} dans un boîtier TO)	η	0,05	0,3	mW/mA	
Taux de variation (à I_{op} dans un boîtier TOSA ou muni de fibres amorces)	η	0,03	0,2	mW/mA	
Puissance de sortie du laser en continu (à I_{op} dans un boîtier TO)	P_o	-7	5	dBm	E1A1a, E1A1b
		-7	5	dBm	E3A1a, E3A1b
Puissance de sortie du laser en continu (à I_{op} dans un boîtier TOSA ou muni de fibres amorces)	P_o	-11,5	-3,5	dBm	E1A1a, E1A1b
			-0,5	dBm	E3A1a, E3A1b
Variation de longueur d'onde en fonction de la température	$\Delta\lambda/\Delta T$		0,2	nm/°C	
Temps de montée et de descente (20 % – 80 %)	t_r/t_f		260/260	ps	E1A1a, E1A1b
			120/120	ps	E3A1a, E3A1b
Capacité (chip VCSEL)	C		5	pF	E1A1a, E1A1b $V_{rev} = 0\text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	E3A1a, E3A1b $V_{rev} = 0\text{ V}$, 1 MHz
Bruit d'intensité relative	RIN		-120	dB/Hz	^a
Coefficient de température de la résistance série	$\Delta R_S/\Delta T$		-4 000	ppm/°C	^b
^a Pour une largeur de bande de 1 GHz et une puissance optique spécifiée (généralement une valeur négative).					
^b La résistance série des diodes laser diminue à mesure que la température augmente et, par conséquent, son paramètre de dépendance thermique est généralement une valeur négative.					

A.4 Schémas

Se reporter à la CEI 62148-15.

A.5 Essais

A.5.1 Essais de caractérisation

Les exigences de 5.1 doivent être satisfaites.

A.5.2 Essais de performance

Les essais de performance sont entrepris lorsque les essais de caractérisation sont achevés. Un plan d'essais de performance est présenté Tableau A.4, et les critères d'échec aux test de performance recommandés, Tableau A.5.

Tableau A.4 – Plan des essais de performance

N°	Essai	Référence	Conditions	n ^c
1	Essai d'endurance pour:			
1.1	Boîtier		Température: $T = T_{stg} \text{ max}$ Durée: 1 000 h	11
1.1.1	Stockage à haute température	CEI 60749-6		
1.1.2	Stockage à basse température		Température: $T = T_{stg} \text{ min}$ Durée: > 2 000 h	11
1.1.3	Cycles de température	CEI 60749-25	Température: $T_A = T_{stg} \text{ min}$ $T_B = T_{stg} \text{ max}$ Nombre de cycles = 100	11
1.1.4	Chaleur humide	CEI 61300-2-19	$T = +40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ HR: 93 % $\pm$ 2 % Durée de 96 h	11
1.1.5	Cycles de température et d'humidité	CEI 61300-2-48, méthode A	$-40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ à $+85 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ 85 $\pm$ 5 % HR à la température maximale Durée de 1 heure minimum aux extrêmes Vitesse de variation $\geq 1 \text{ °C/min}$ 42 cycles	11
1.1.6	Traction sur les fibres ^a	CEI 61300-2-4	5 N $\pm$ 0,5 N à 0,5 N/s 60 s pour les fibres protégées	11
1.2	Diode laser (sur embase)		Température: au moins deux températures d'essai: Φ_e spécifiée, puissance constante	^b ^b
1.2.1			$T_{s1} = T_s \text{ max}$	
1.2.2			$T_{s2} = (T_{s1} - 20 \text{ °C})$ Durée: > 5 000 h	
2	Chocs mécaniques	CEI 60749-10	1 500 G, 0,5 ms 5 fois/axe	11

N°	Essai	Référence	Conditions	n ^c
3	Vibrations	CEI 60749-12	20 G, 20 Hz – 2 000 Hz, 4 min/cycle, 4 cycles/axe	11
4	Variations rapides de température	CEI 60749-11	$\Delta T=100$ °C, durée de variation de température < 10 s, temps du palier > 2 min, durée d'atteinte de la température < 5 min 15 cycles	11
5	DES	CEI 60749-26	Modèle du corps humain, impulsions de tension positives et négatives avec un intervalle entre les impulsions de 300 ms	3
6	Humidité interne	CEI 60749-7	Vapeur d'eau $\leq 5\,000 \times 10^{-6}$	11
^a S'applique aux boîtiers munis de fibres amorces. ^b Ces paramètres peuvent être déterminés par négociation entre le fabricant et l'utilisateur. ^c Nombre d'échantillons.				

Tableau A.5 – Critères d'échec des essais de performance recommandés

Dispositifs	Paramètre	Critère d'échec	Condition de mesure
Diode laser	Courant de fonctionnement	Augmentation de 50 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Taux de variation	Variation de 10 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Tension directe	Variation de 10 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Points singuliers de la courbe L/I	Pas de points singuliers dans les $1,2 \times P_{nom}$ (variation de linéarité $\leq 10\%$)	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
Boîtier laser	Courant de fonctionnement	Augmentation de 50 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Puissance en sortie de fibre ou de connecteur	Variation de 10 % ^a	Température de l'essai actif I_{mon} réglé à la valeur initiale
	Points singuliers de la courbe L/I	Pas de points singuliers dans les $1,2 \times P_{nom}$ (variation de linéarité $\leq 10\%$) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
	Taux de poursuite (I_{mon} / P_{fibre})	$< LSL \geq USL$	T_{op} min ~ T_{op} max Au niveau de puissance assigné
^a Modification des valeurs de la spécification particulière d'avant et après essai.			

Annexe B (normative)

Spécifications relatives aux dispositifs VCSEL 1 310 nm multimodaux avec photodiode de contrôle (Cas b)

B.1 Valeurs limites absolues

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

Tableau B.1 – Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité
		Minimum	Maximum	
Température de stockage	T_{stg}	–40	+85	°C
Conditions de soudure	T_{sol}		260 °C, 10 sec	
Diode laser				
Tension de polarisation inverse	V_{RB}		5	V
Courant direct continu	I_{FLD}		15	mA
Photodiode de contrôle				
Tension inverse maximale	V_{mR}		5,0	V
Courant direct maximal	I_{mF}		2	mA

B.2 Environnement de fonctionnement

Les exigences de 4.2 doivent être satisfaites.

B.3 Spécifications fonctionnelles

Les Tableaux B.2 et B.3 contiennent les conditions de fonctionnement des spécifications fonctionnelles et les spécifications fonctionnelles des dispositifs VCSEL 1 310 nm multimodaux ayant des vitesses de transmission des signaux de 1,25 GBd et 3,125 GBd avec photodiode de contrôle aux conditions de fonctionnement.

Tableau B.2 – Conditions de fonctionnement pour les spécifications fonctionnelles

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité	Note
		Minimum	Maximum		
Courant direct en fonctionnement	I_{op}		12	mA	
Tension de polarisation directe en fonctionnement	V_{f}		2,5	V	

Tableau B.3 – Spécifications fonctionnelles

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité	Note
		Minimum	Maximum		
Diode laser					
Longueur d'onde du laser (pour utilisations sur un seul canal)	λ_p	1 270	1 355	nm	CW, E1A1a, E1A1b
Longueur d'onde du laser (pour utilisations sur quatre canaux WDM)	λ_{p_C0}	1 269,0	1 282,4	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C1}	1 293,5	1 306,9	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C2}	1 318,0	1 331,4	nm	CW, E3A1a, E3A1b
	λ_{p_C3}	1 342,5	1 355,9	nm	CW, E3A1a, E3A1b
Largeur spectrale, quadratique (pour utilisations sur un seul canal)	$\Delta\lambda$		4	nm	CW
Largeur spectrale, quadratique (pour utilisations sur quatre canaux WDM)	$\Delta\lambda$		0,62	nm	CW, E3A1a, E3A1b
Courant de seuil	I_{th}	0,5	5,0	mA	$T_0=20\text{ °C}$
Tension de seuil	V_{th}	1,1	2,0	V	
Taux de variation (à I_{op} dans un boîtier TO)	η	0,05	0,3	mW/mA	
Taux de variation (à I_{op} dans un boîtier TOSA ou muni de fibres amorfes)	η	0,03	0,2	mW/mA	
Puissance de sortie du laser en continu (à I_{op} dans un boîtier TO)	P_o	-8,5	5	dBm	E1A1a, E1A1b
		-8,5	5	dBm	E3A1a, E3A1b
Puissance de sortie du laser en continu (à I_{op} dans un boîtier TOSA ou muni de fibres amorfes)	P_o	-11,5	-3,5	dBm	E1A1a, E1A1b
			-0,5	dBm	E3A1a, E3A1b
Variation de longueur d'onde en fonction de la température	$\Delta\lambda/\Delta T$		0,2	nm/°C	
Temps de montée et de descente	t_r/t_f		260/260	ps	E1A1a, E1A1b
			120/120	ps	E3A1a, E3A1b
Capacité (chip VCSEL)	C		5	pF	E1A1a, E1A1b $V_{rev} = 0\text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	E3A1a, E3A1b $V_{rev} = 0\text{ V}$, 1 MHz
Bruit d'intensité relative	RIN		-120	dB/Hz	a
Coefficient de température de la résistance série	$\Delta R_S/\Delta T$		-4 000	ppm/°C	b
Photodiode de contrôle					c
Courant de contrôle	I_m	0,1		mA	
Courant dans l'obscurité	I_{mR0}		100	nA	$P_{op} = 0\text{ mW}$, $V_{rev} = 3\text{ V}$

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité	Note
		Minimum	Maximum		
Capacité ^d	C_{tot}		100	pF	$V_{\text{rev}} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
^a Pour une largeur de bande de 1 GHz et une puissance optique spécifiée (généralement une valeur négative). ^b La résistance série des diodes laser diminue à mesure que la température augmente et, par conséquent, son paramètre de dépendance thermique est généralement une valeur négative. ^c Cette partie ne s'applique qu'aux VCSEL avec photodiode de contrôle à des conditions de température ambiante de 25 °C. ^d Ceci indique la capacité totale entre l'anode et la cathode du sous-ensemble photodiode de contrôle.					

B.4 Schémas

Se reporter à la CEI 62148-15.

B.5 Essais

B.5.1 Essais de caractérisation

Les exigences de 5.1 doivent être satisfaites.

B.5.2 Essais de performance

Les essais de performance sont entrepris lorsque les essais de caractérisation sont achevés. Un plan d'essais de performance est présenté Tableau B.4, et les critères d'échec aux test de performance recommandés, Tableau B.5.

Tableau B.4 – Plan des essais de performance

N°	Essai	Référence	Conditions	n ^c
1	Essai d'endurance pour:			
1.1	Boîtier			
1.1.1	Stockage à haute température	CEI 60749-6	Température: $T = T_{\text{stg max}}$ Durée: 1 000 h	11
1.1.2	Stockage à basse température		Température: $T = T_{\text{stg min}}$ Durée: > 2 000 h	11
1.1.3	Cycles de température	CEI 60749-25	Température: $T_A = T_{\text{stg min}}$ $T_B = T_{\text{stg max}}$ Nombre de cycles = 100	11
1.1.4	Chaleur humide	CEI 61300-2-19	$T = +40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ HR: 93 % $\pm 2\%$ Durée de 96 h	11
1.1.5	Cycles de température et d'humidité	CEI 61300-2-48, méthode A	$-40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ à $+85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ 85 $\pm 5\%$ HR à la température maximale Durée de 1 heure minimum aux extrêmes Vitesse de variation $\geq 1\text{ °C/min}$ 42 cycles	11
1.1.6	Traction sur les fibres ^a	CEI 61300-2-4	5 N $\pm 0,5$ N à 0,5 N/s 60 s pour les fibres protégées	11
1.2	Diode laser (sur embase)		Température: au moins deux températures d'essai: φ_e spécifiée, puissance constante $T_{s1} = T_s \text{ max}$	b
12.1			$T_{s2} = < (T_{s1} - 20\text{ °C})$ Durée: > 5 000 h	b
1.2.2			Température: au moins deux températures d'essai: V_r ou I_r spécifié(e)	b
1.3	Photodiode (dans un boîtier représentatif)		$T_{s1} = 125\text{ °C min.}$	11
1.3.1			$T_{s2} = < (T_{s1} - 30\text{ °C})$ Durée: > 1 000 h	
1.3.2				
2	Chocs mécaniques	CEI 60749-10	1 500 G, 0,5 ms 5 fois/axe	11
3	Vibrations	CEI 60749-12	20 G, 20 Hz – 2 000 Hz, 4 min/cycle, 4 cycles/axe	11
4	Variations rapides de température	CEI 60749-11	$\Delta T = 100\text{ °C}$, durée de variation de température < 10 s, temps du palier > 2 min, durée d'atteinte de la température < 5 min. 15 cycles	11
5	DES	CEI 60749-26	Modèle du corps humain, impulsions de tension positives et négatives avec un intervalle entre les impulsions de 300 ms	3
6	Humidité interne	CEI 60749-7	Vapeur d'eau $\leq 5\,000 \times 10^{-6}$	11
^a S'applique aux boîtiers munis de fibres amorces.				
^b Ces paramètres peuvent être déterminés par négociation entre le fabricant et l'utilisateur.				
^c Nombre d'échantillons.				

Tableau B.5 – Critères d'échec des essais de performance recommandés

Dispositifs	Paramètre	Critère d'échec	Condition de mesure
Diode laser	Courant de fonctionnement	Augmentation de 50 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Taux de variation	Variation de 10 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Tension directe	Variation de 10 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Points singuliers de la courbe L/I	Pas de points singuliers dans les $1,2 \times P_{nom}$ (variation de linéarité $\leq 10\%$) [*]	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
Photodiode	Courant dans l'obscurité	USL ou augmentation de 10 nA	25 °C
Boîtier laser	Courant de fonctionnement	Augmentation de 50 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Puissance en sortie de fibre ou de connecteur	Variation de 10 % ^a	Température de l'essai actif I_{mon} réglé à la valeur initiale
	Points singuliers de la courbe L/I	Pas de points singuliers dans les $1,2 \times P_{nom}$ (variation de linéarité $\leq 10\%$) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
	Taux de poursuite (I_{mon} / P_{fibre})	$< LSL \geq USL$	T_{op} min ~ T_{op} max Au niveau de puissance assigné
	Courant de la photodiode dans l'obscurité	USL ou augmentation de 10 nA ^a	25 °C
^a Modification des valeurs de la spécification particulière d'avant et après essai.			

Annexe C (normative)

Spécifications relatives aux dispositifs VCSEL 1 310 nm unimodaux sans photodiode de contrôle (Cas c)

C.1 Valeurs limites absolues

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

Tableau C.1 – Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité
		Minimum	Maximum	
Température de stockage	T_{stg}	–40	+85	°C
Conditions de soudure	T_{sol}		260 °C, 10 s	
Diode laser				
Tension de polarisation inverse	V_{RB}		5	V
Courant direct continu	I_{FLD}		12	mA

C.2 Environnement de fonctionnement

Les exigences de 4.2 doivent être satisfaites.

C.3 Spécifications fonctionnelles

Les Tableaux C.2 et C.3 contiennent les conditions de fonctionnement correspondant aux spécifications fonctionnelles, et les spécifications fonctionnelles des dispositifs VCSEL 1 310 nm unimodaux ayant des vitesses de transmission des signaux de 1,0625 GBd, 1,25 GBd, 3,125 GBd, 4,25 GBd, 8,5 GBd et 10 GBd sans photodiode de contrôle, en conditions de fonctionnement.

**Tableau C.2 – Conditions de fonctionnement
correspondant aux spécifications fonctionnelles**

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité	Note
		Minimum	Maximum		
Courant direct en fonctionnement	I_{op}		12	mA	
Tension de polarisation directe en fonctionnement	V_{f}		2,5	V	

Tableau C.3 – Spécifications fonctionnelles

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité	Note
		Minimum	Maximum		
Diode laser					
Longueur d'onde du laser (pour utilisations sur un seul canal)	λ_p	1 270	1 355	nm	CW, E1B
		1 260	1 370	nm	CW, FC1, FC2, FC4
		1 260	1 360	nm	CW, FC8
		1 260	1 355	nm	CW, E10BLR, E10BLW
Longueur d'onde du laser (pour utilisations sur quatre canaux WDM avec 3,125 GBd dans chaque canal)	λ_{p_C0}	1 269,0	1 282,4	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C1}	1 293,5	1 306,9	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C2}	1 318,0	1 331,4	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C3}	1 342,5	1 355,9	nm	CW, E10BLX4
Longueur d'onde du laser (pour utilisations sur quatre canaux WDM avec 10,3125 GBd dans chaque canal)	λ_{p_L0}	1 264,5	1 277,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L1}	1284,5	1297,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L2}	1 304,5	1 317,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L3}	1 324,5	1 337,5	nm	CW, E40BLR4
Largeur spectrale à -20 dB (pour utilisations sur un seul canal)	$\Delta\lambda$		1	nm	CW
Largeur spectrale à -20 dB (pour utilisations sur quatre canaux WDM)	$\Delta\lambda$		0,62	nm	CW, E10BLX4, E40BLR4
Courant de seuil	I_{th}	0,5	5,0	mA	$T_0=20\text{ °C}$
Tension de seuil	V_{th}	1,1	2,0	V	
Taux de variation (à I_{op} dans un boîtier TO)	η	0,05	0,3	mW/mA	
Taux de variation (à I_{op} dans un boîtier TOSA ou muni de fibres amorces)	η	0,03	0,2	mW/mA	
Puissance de sortie du laser en continu (à I_{op} dans un boîtier TO)	P_o	-8,5	5	dBm	
Puissance de sortie du laser en continu (à I_{op} dans un boîtier TOSA ou muni de fibres amorces)	P_o	-11,0	-3,0	dBm	FC2GB, E1B
		-9,5	-3,0	dBm	FC1GB
			-0,5	dBm	E10BLX4
		-8,4	-1	dBm	FC4GB
		-8,2	0,5	dBm	FC8GB, E10BLR, E10BLW
		-7	2,3	dBm	E40BLR4
Variation de longueur d'onde en fonction de la température	$\Delta\lambda/\Delta T$		0,1	nm/°C	

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité	Note
		Minimum	Maximum		
Temps de montée et de descente (20% à 80 %)	t_r/t_f		320/320	ps	FC1GB
			260/260	ps	E1B
			160/160	ps	FC2GB
			120/120	ps	E10BLX4
			90/90	ps	FC4GB
			50/50	ps	E10BLR, E10BLW, E40BLR4 ^a
Capacité (chip VCSEL)	C		5	pF	FC1GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			5	pF	E1B $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	FC2GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	E10BLX4 $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			1	pF	FC4GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			0,5	pF	E10BLR, E10BLW, E40BLR4 ^a $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
Bruit d'intensité relative ^b	RIN		-117	dB/Hz	FC1GB, FC2GB
			-120	dB/Hz	FC4GB, E1B, E3B
			-128	dB/Hz	FC8GB E10BLR, E10BLW, E40BLR4
Rapport de suppression des modes proches	SMSR (<i>Side mode suppression ratio</i>)	30		dB	à T_0 et $I_{op} > 2x I_{th}$
Coefficient de température de la résistance série	$\Delta R_S/\Delta T$		-4 000	ppm/°C	^c
^a Pour information seulement. Il convient que les masques des diagrammes de l'œil et la pénalisation liée à l'émission et à la dispersion (TDP, <i>transmitter and dispersion penalty</i>) soient considérés comme des lignes directrices plus précises. ^b Pour une largeur de bande de 1 GHz et une puissance optique spécifiée (généralement une valeur négative). ^c La résistance série des diodes laser diminue à mesure que la température augmente et, par conséquent, son paramètre de dépendance thermique est généralement une valeur négative.					

C.4 Schémas

Se reporter à la CEI 62148-15.

C.5 Essais

C.5.1 Essais de caractérisation

Les exigences de 5.1 doivent être satisfaites.

C.5.2 Essais de performance

Les essais de performance sont entrepris lorsque les essais de caractérisation sont achevés. Un plan d'essais de performance est présenté Tableau C.4, et les critères d'échec aux test de performance recommandés, Tableau C.5.

Tableau C.4 – Plan des essais de performance

N°	Essai	Référence	Conditions	n ^c
1	Essai d'endurance pour:			
1.1	Boîtier			
1.1.1	Stockage à haute température	CEI 60749-6	Température: $T = T_{stg} \text{ max}$ Durée: 1 000 h	11
1.1.2	Stockage à basse température		Température: $T = T_{stg} \text{ min}$ Durée: > 2 000 h	11
1.1.3	Cycles de température	CEI 60749-25	Température: $T_A = T_{stg} \text{ min}$ $T_B = T_{stg} \text{ max}$ Nombre de cycles = 100	11
1.1.4	Chaleur humide	CEI 61300-2-19	$T = +40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ HR: $93 \text{ \%} \pm 2 \text{ \%}$ Durée de 96 h	11
1.1.5	Cycles de température et d'humidité	CEI 61300-2-48, méthode A	$-40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ à $+85 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ $85 \pm 5 \text{ \%}$ HR à la température maximale Durée de 1 heure minimum aux extrêmes Vitesse de variation $\geq 1 \text{ °C/min}$ 42 cycles	11
1.1.6	Traction sur les fibres ^a	CEI 61300-2-4	$5 \text{ N} \pm 0,5 \text{ N}$ à $0,5 \text{ N/s}$ 60 s pour les fibres protégées	11
1.2	Diode laser (sur embase)		Température: au moins deux températures d'essai: Φ_e spécifiée, puissance constante	^b
1.2.1				^b
1.2.2			$T_{s1} = T_s \text{ max}$ $T_{s2} \leq (T_{s1} - 20 \text{ °C})$ Durée: > 5 000 h	
2	Chocs mécaniques	CEI 60749-10	1 500 G, 0,5 ms 5 fois/axe	11
3	Vibrations	CEI 60749-12	20G, 20 Hz – 2000 Hz, 4 min/cycle, 4 cycles/axe	11
4	Variations rapides de température	CEI 60749-11	$\Delta T = 100 \text{ °C}$, durée de variation de température < 10 s, temps du palier > 2 min, durée d'atteinte de la température < 5 min 15 cycles	11
5	DES	CEI 60749-26	Modèle du corps humain, impulsions de tension positives et négatives avec un intervalle entre les impulsions de 300 ms	3
6	Humidité interne	CEI 60749-7	Vapeur d'eau $\leq 5\,000 \times 10^{-6}$	11
^a S'applique aux boîtiers munis de fibres amorce.				
^b Ces paramètres peuvent être déterminés par négociation entre le fabricant et l'utilisateur.				
^c Nombre d'échantillons.				

Tableau C.5 – Critères d'échec à prendre en compte concernant les essais de performance

Dispositifs	Paramètre	Critère d'échec	Condition de mesure
Diode laser	Courant de fonctionnement	Augmentation de 50 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Taux de variation	Variation de 10 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Tension directe	Variation de 10 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Points singuliers de la courbe L/I	Pas de points singuliers dans les $1,2 \times P_{nom}$ (variation de linéarité $\leq 10\%$) [*]	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
Boîtier laser	Courant de fonctionnement	Augmentation de 50 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Puissance en sortie de fibre ou de connecteur	Variation de 10 % ^a	Température de l'essai actif I_{mon} réglé à la valeur initiale
	Points singuliers de la courbe L/I	Pas de points singuliers dans les $1,2 \times P_{nom}$ (variation de linéarité $\leq 10\%$) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
	Taux de poursuite (I_{mon} / P_{fibre})	$< LSL \geq USL$	T_{op} min ~ T_{op} max Au niveau de puissance assigné
^a Modification des valeurs de la spécification particulière d'avant et après essai.			

Annexe D (normative)

Spécifications relatives aux dispositifs VCSEL 1 310 nm unimodaux avec photodiode de contrôle (Cas d)

D.1 Valeurs limites absolues

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

Tableau D.1 – Valeurs limites absolues

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité
		Minimum	Maximum	
Température de stockage	T_{stg}	–40	+85	°C
Conditions de soudure	T_{sol}		260 °C, 10 sec	
Diode laser				
Tension de polarisation inverse	V_{RB}		5	V
Courant direct continu	I_{FLD}		12	mA
Photodiode de contrôle				
Tension inverse maximale	V_{mR}		5,0	V
Courant direct maximal	I_{mF}			mA

D.2 Environnement de fonctionnement

Les exigences de 4.2 doivent être satisfaites.

D.3 Spécifications fonctionnelles

Les Tableaux D.2 et D.3 contiennent les conditions de fonctionnement correspondant aux spécifications fonctionnelles et les spécifications fonctionnelles des dispositifs VCSEL 1 310 nm unimodaux ayant des vitesses de transmission des signaux de 1,0625 GBd, 1,25 GBd, 3,125 GBd, 4,25 GBd, 8,5 GBd et 10 GBd avec photodiode de contrôle, en conditions de fonctionnement.

Tableau D.2 – Conditions de fonctionnement correspondant aux spécifications fonctionnelles

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité	Note
		Minimum	Maximum		
Courant direct en fonctionnement	I_{op}		12	mA	
Tension de polarisation directe en fonctionnement	V_{f}		2,5	V	

Tableau D.3 – Spécifications fonctionnelles

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité	Note
		Minimum	Maximum		
Diode laser					
Longueur d'onde du laser (pour utilisations sur un seul canal)	λ_p	1 270	1 355	nm	CW, E1B
		1 260	1 370	nm	CW, FC1, FC2, FC4
		1 260	1 360	nm	CW, FC8
		1 260	1 355	nm	CW, E10BLR, E10BLW
Longueur d'onde du laser (pour utilisations sur quatre canaux WDM avec 3,125 GBd dans chaque canal)	λ_{p_C0}	1 269,0	1 282,4	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C1}	1 293,5	1 306,9	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C2}	1 318,0	1 331,4	nm	CW, E10BLX4
	λ_{p_C3}	1 342,5	1 355,9	nm	CW, E10BLX4
Longueur d'onde du laser (pour utilisations sur quatre canaux WDM avec 10,3125 GBd dans chaque canal)	λ_{p_L0}	1 264,5	1 277,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L1}	1 284,5	1 297,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L2}	1 304,5	1 317,5	nm	CW, E40BLR4
	λ_{p_L3}	1 324,5	1 337,5	nm	CW, E40BLR4
Largeur spectrale à -20 dB (pour utilisations sur un seul canal)	$\Delta\lambda$		1	nm	CW
Largeur spectrale à -20 dB (pour utilisations sur quatre canaux WDM)	$\Delta\lambda$		0,62	nm	CW, E10BLX4, E40BLR4
Courant de seuil	I_{th}	0,5	5,0	mA	$T_0=20\text{ °C}$
Tension de seuil	V_{th}	1,1	2,0	V	
Taux de variation (à I_{op} dans un boîtier TO)	η	0,05	0,3	mW/mA	
Taux de variation (à I_{op} dans un boîtier TOSA ou muni de fibres amorces)	η	0,03	0,2	mW/mA	
Puissance de sortie du laser en continu (à I_{op} dans un boîtier TO)	P_O	-8,5	5	dBm	
Puissance de sortie du laser en continu (à I_{op} dans un boîtier TOSA ou muni de fibres amorces)	P_O	-11,0	-3,0	dBm	FC2GB, E1B
		-9,5	-3,0	dBm	FC1GB
			-0,5	dBm	E10BLX4
		-8,4	-1	dBm	FC4GB
		-8,2	0,5	dBm	FC8GB, E10BLR, E10BLW
		-7	2,3	dBm	E40BLR4
Variation de longueur d'onde en fonction de la température	$\Delta\lambda/\Delta T$		0,1	nm/°C	

Paramètre	Symbole	Valeur		Unité	Note
		Minimum	Maximum		
Temps de montée et de descente (20 % – 80 %)	t_r/t_f		320/320	ps	FC1GB
			260/260	ps	E1B
			160/160	ps	FC2GB
			120/120	ps	E10BLX4
			90/90	ps	FC4GB
			50/50	ps	E10BLR, E10BLW, E40BLR4 ^a
Capacité (chip VCSEL)	C		5	pF	FC1GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			5	pF	E1B $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	FC2GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			2	pF	E10BLX4 $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			1	pF	FC4GB $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
			0,5	pF	E10BLR, E10BLW, E40BLR4 ^a $V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz
Bruit d'intensité relative ^b	RIN		-117	dB/Hz	FC1GB, FC2GB
			-120	dB/Hz	FC4GB, E1B, E3B
			-128	dB/Hz	FC8GB E10BLR, E10BLW, E40BLR4
Rapport de suppression des modes proches	SMSR	30		dB	à T_0 et $I_{op} > 2 \times I_{th}$
Coefficient de température de la résistance série	$\Delta R_S / \Delta T$		-4 000	ppm/°C	^c
Photodiode de contrôle					^d
Courant de contrôle	I_m	0,1		mA	
Courant dans l'obscurité	I_{mR0}		100	nA	$P_{op} = 0 \text{ mW}$, $V_{rev} = 3 \text{ V}$
Capacité ^e	C_{tot}		100	pF	$V_{rev} = 0 \text{ V}$, 1 MHz

- | |
|--|
| <p>^a Pour information seulement. Il convient que les masques des diagrammes de l'œil et la pénalisation liée à l'émission et à la dispersion (TDP) soient considérés comme des lignes directrices plus précises.</p> <p>^b Pour une largeur de bande de 1 GHz et une puissance optique spécifiée (généralement une valeur négative).</p> <p>^c La résistance série des diodes laser diminue à mesure que la température augmente et, par conséquent, son paramètre de dépendance thermique est généralement une valeur négative.</p> <p>^d Cette partie ne s'applique qu'aux VCSEL avec photodiode de contrôle à des conditions de température ambiante de 25 °C.</p> <p>^e Ceci indique une capacité totale entre l'anode et la cathode du sous-ensemble photodiode de contrôle.</p> |
|--|

D.4 Schémas

Se reporter à la CEI 62148-15.

D.5 Essais

D.5.1 Essais de caractérisation

Les exigences de 5.1 doivent être satisfaites.

D.5.2 Essais de performance

Les essais de performance sont entrepris lorsque les essais de caractérisation sont achevés. Un plan d'essais de performance est présenté Tableau D.4, et les critères d'échec aux test de performance recommandés, Tableau D.5.

Tableau D.4 – Plan des essais de performance

N°	Essai	Référence	Conditions	n ^c
1	Essai d'endurance pour:			
1.1	Boîtier			
1.1.1	Stockage à haute température	CEI 60749-6	Température: $T = T_{\text{stg max}}$ Durée: 1 000 h	11
1.1.2	Stockage à basse température		Température: $T = T_{\text{stg min}}$ Durée: > 2 000 h	11
1.1.3	Cycles de température	CEI 60749-25	Température: $T_A = T_{\text{stg min}}$ $T_B = T_{\text{stg max}}$ Nombre de cycles = 100	11
1.1.4	Chaleur humide	CEI 61300-2-19	$T = +40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ HR: 93 % $\pm 2\%$ Durée de 96 h	11
1.1.5	Cycles de température et d'humidité	CEI 61300-2-48, méthode A	$-40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ à $+85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ 85 $\pm 5\%$ HR à la température maximale Durée de 1 heure minimum aux extrêmes Vitesse de variation $\geq 1\text{ °C/min}$ 42 cycles	11
1.1.6	Traction sur les fibres ^a	CEI 61300-2-4	5 N $\pm 0,5$ N à 0,5 N/s 60 s pour les fibres protégées	11
1.2	Diode laser (sur embase)		Température: au moins deux températures d'essai: φ_e spécifiée, puissance constante $T_{s1} = T_s \text{ max}$	b
12.1			$T_{s2} = < (T_{s1} - 20\text{ °C})$ Durée: > 5 000 h	b
1.2.2				b
1.3	Photodiode (dans un boîtier représentatif)		Température: au moins deux températures d'essai: V_r ou I_r spécifiée(e) $T_{s1} = 125\text{ °C min.}$	b
1.3.1			$T_{s2} = < (T_{s1} - 30\text{ °C})$ Durée: > 1 000 h	11
1.3.2				
2	Chocs mécaniques	CEI 60749-10	1500G, 0,5 ms 5 fois/axe	11
3	Vibrations	CEI 60749-12	20 G, 20 Hz – 2 000 Hz, 4 min/cycle, 4 cycles/axe	11
4	Variations rapides de température	CEI 60749-11	$\Delta T = 100\text{ °C}$, durée de variation de température < 10 s, temps du palier > 2 min, durée d'atteinte de la température < 5 min 15 cycles	11
5	DES	CEI 60749-26	Modèle du corps humain, impulsions de tension positives et négatives avec un intervalle entre les impulsions de 300 ms	3
6	Humidité interne	CEI 60749-7	Vapeur d'eau $\leq 5\,000 \times 10^{-6}$	11
^a S'applique aux boîtiers munis de fibres amorce.				
^b Ces paramètres peuvent être déterminés par négociation entre le fabricant et l'utilisateur.				
^c Nombre d'échantillons.				

Tableau D.5 – Critères d'échec à prendre en compte concernant les essais de performance

Dispositifs	Paramètre	Critère d'échec	Condition de mesure
Diode laser	Courant de fonctionnement	Augmentation de 50 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Taux de variation	Variation de 10 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Tension directe	Variation de 10 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Points singuliers de la courbe L/I	Pas de points singuliers dans les $1,2 \times P_{nom}$ (variation de linéarité ≤ 10 %) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
Photodiode	Courant dans l'obscurité	USL ou augmentation de 10 nA	25 °C
Boîtier laser	Courant de fonctionnement	Augmentation de 50 % ^a	25 °C ou température de l'essai actif
	Puissance en sortie de fibre ou de connecteur	Variation de 10 % ^a	Température de l'essai actif I_{mon} réglé à la valeur initiale
	Points singuliers de la courbe L/I	Pas de points singuliers dans les $1,2 \times P_{nom}$ (variation de linéarité ≤ 10 %) ^a	T_{op} min, 25 °C, T_{op} max
	Taux de poursuite (I_{mon} / P_{fibre})	$< LSL \geq USL$	T_{op} min ~ T_{op} max Au niveau de puissance assigné
	Courant de la photodiode dans l'obscurité	USL ou augmentation de 10 nA ^a	25 °C
^a Modification des valeurs de la spécification particulière d'avant et après essai.			

Bibliographie

CEI 60191 (toutes les parties), *Normalisation mécanique des dispositifs à semiconducteurs*

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

CEI 60793-2, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produits*

CEI 60874 (toutes les parties), *Connecteurs pour fibres et câbles optiques*

CEI 61280-1-3, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 1-3: Paramètres de puissance et de gain – Méthode du wattmètre optique*

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

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

CEI 62148-1, *Composants et dispositifs actifs en fibres optiques – Normes de boîtier et d'interface – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

CEI 62149-1, *Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Normes de fonctionnement – Partie 1: Généralités et guide*

CEI 62149-4, *Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Normes de fonctionnement – Partie 4: Émetteurs-récepteurs à fibres optiques de 1 300 nm pour application Gigabit Ethernet*

IEEE 802.3-2002, *Local and metropolitan area networks – Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and Physical layer specifications: Clause 38. Physical Medium Dependent (PMD) sublayer and baseband medium, type 1000BASE-LX (Long Wavelength Laser) and 1000BASE-SX (Short Wavelength Laser)*, July 1988

IEEE 802.3-2005, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications, SECTION QUATRE: Cette section comprend les Articles 44 à 54 et les Annexes 44A à 50A*

IEEE P802.3ba-2009, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements, Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications, Amendment: Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for 40 Gb/s and 100 Gb/s Operation*

INCITS 450-2009 *FIBRE CHANNEL-Physical Interface-4 (FC-PI-4)*

Projet INCITS 2118-D/Rev1.00 – 2008.09.25, *FIBRE CHANNEL Physical Interface-5 (FC-PI-5)*

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