

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic active components and devices – Performance standards –
Part 5: ATM-PON transceivers with LD driver and CDR ICs**

**Composants et dispositifs actifs fibroniques – Normes de performances –
Partie 5: Émetteurs-récepteurs ATM-PON avec programme de gestion
LD et CI CDR**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Fibre optic active components and devices – Performance standards –
Part 5: ATM-PON transceivers with LD driver and CDR ICs**

**Composants et dispositifs actifs fibroniques – Normes de performances –
Partie 5: Émetteurs-récepteurs ATM-PON avec programme de gestion
LD et CI CDR**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.20

ISBN 978-2-8322-8608-1

**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 Term, definitions and abbreviated terms	8
3.1 Terms and definitions	8
3.2 Abbreviated terms	9
4 Classification	9
5 Product definition	9
5.1 Description of transceiver module	9
5.2 Description of applied form	10
5.3 Block diagram	10
5.4 Absolute limiting rating	10
5.5 Functional specification	11
6 Testing	18
6.1 General	18
6.2 Characterization testing	18
6.2.1 Characterization: transmitter section	19
6.2.2 Characterization: receiver section	20
6.3 Performance testing	20
7 Environmental specifications	21
7.1 General safety	21
7.2 Laser safety	21
7.3 Electromagnetic emission	21
Annex A (informative) Measurement on tolerance to the reflected optical power (Table 3, item 13)	22
Annex B (informative) Logic level of alarm and shutdown signal	24
Bibliography	25
Figure 1 – Functional block diagram (example)	10
Figure 2 – Relationship of phase between clock and data signals	17
Figure 3 – Recommended electrical circuit diagram for LVTTL-type interface (examples)	17
Figure 4 – Schematic drawing for defining launched optical power without input to transmitter	18
Figure 5 – Experimental setup for measuring tolerance to the transmitter incident light power	18
Figure A.1 – Model for incidence into ONU receiver	22
Figure A.2 – Example system to measure tolerance to the reflected optical power	23
Figure A.3 – Recommended system to measure tolerance to the reflected optical power	23
Table 1 – Absolute maximum ratings	11
Table 2 – Operating environment	12

Table 3 – Electrical and optical characteristics.....	13
Table 4 – Electrical interface characteristics (PECL type)	15
Table 5 – Electrical interface characteristics (LVTTTL type).....	15
Table 6 – Electrical interface characteristics of alarm output voltage (PECL type).....	16
Table 7 – Electrical interface characteristics of alarm output voltage (LVTTTL type)	16
Table 8 – Electrical interface characteristics of shutdown input voltage (both PECL and LVTTTL types)	16
Table 9 – Transmitter section characterization tests	19
Table 10 – Receiver section characterization tests	20
Table 11 – Performance testing plan.....	21

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-5:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIBRE OPTIC ACTIVE COMPONENTS AND DEVICES –
PERFORMANCE STANDARDS –****Part 5: ATM-PON transceivers with LD driver and CDR ICs**

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 62149-5 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2009 and constitutes a technical revision.

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

- a) description of types in Clause 4 has been removed;
- b) titles of reference documents have been updated.

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

FDIS	Report on voting
86C/1667/FDIS	86C/1678/RVD

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

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-5:2020

INTRODUCTION

Fibre optic transceivers are used to convert electrical signals into optical signals and vice versa. The optical performance criteria are generally well specified for a number of internationally agreed applications areas such as ITU-T Recommendation G.983.1 and IEEE Std 802.3. This document aims to assure inter-changeability in performance between fibre optic transceivers for ATM-PON (ATM-based broadband passive optical network) systems supplied by different manufacturers but does not guarantee operation between fibre optic transceivers.

Manufacturers using this document are responsible for meeting the required performance and/or reliability and quality assurance under a recognized scheme.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-5:2020

FIBRE OPTIC ACTIVE COMPONENTS AND DEVICES – PERFORMANCE STANDARDS –

Part 5: ATM-PON transceivers with LD driver and CDR ICs

1 Scope

This part of IEC 62149 specifies performance on the transceiver modules for asynchronous-transfer-mode passive optical network (ATM-PON) systems recommended by the International Telecommunication Union (ITU) in ITU-T Recommendation G.983.1.

2 Normative references

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

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

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

IEC 60332-3-24, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C*

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 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61280-1-1, *Fibre optic communication subsystem basic test procedures – Part 1-1: Test procedures for general communication subsystems – Transmitter output optical power measurement for single-mode optical fibre cable*

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

IEC 61280-2-2, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 2-2: Digital systems – Optical eye pattern, waveform and extinction ratio measurement*

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

IEC 61300-2-17, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-17: Tests – Cold*

IEC 61300-2-18, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-18: Tests – Dry heat – High temperature endurance*

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 61300-2-22, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 2-22: Tests – Change of temperature*

IEC 61300-3-6, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-6: Examinations and measurements – Return loss*

IEC 61753-1, *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Performance standard – Part 1: General and guidance*

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

IEC 62150-2, *Fibre optic active components and devices – Test and measurement procedures – Part 2: ATM-PON transceivers*

ITU-T Recommendation G.957:2006, *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy*

ITU-T Recommendation G.983.1:2005, *Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks (PON)*

3 Term, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

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

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

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

NOTE Further terminology concerning related physical concepts, types of devices, general terms, and terms related to ratings and characteristics can be found in IEC 61931. See also ITU-T Recommendation G.983.1.

3.1.1

optical access network

OAN

set of access links sharing the same network-side interfaces and supported by optical access transmission systems

Note 1 to entry: The OAN can include a number of ODNs connected to the same OLT.

3.1.2

optical distribution network

ODN

apparatus or component that provides the optical transmission means from the OLT to the users and vice versa

Note 1 to entry: The ODN utilizes passive optical components.

3.1.3

optical line termination

OLT

apparatus that provides the network-side interface of the OAN and is connected to one or more ODNs

3.1.4

optical network unit

ONU

apparatus that provides (directly or remotely) the user-side interface of the OAN, and is connected to the ODN

3.2 Abbreviated terms

ATM-PON	asynchronous transfer mode passive optical network
ATT	attenuator
BER	bit error ratio
CDR	clock and data recovery
CMOS	complementary metal-oxide semiconductor
DUT	device under test
IC	integrated circuit
LD	laser diode
MLM	multi-longitudinal mode
RMS	root mean square
SLM	single-longitudinal modes

4 Classification

Fibre optic transceiver modules are classified into several types of forms according to the combination of mating types of electrical and optical interfaces (for details, see IEC 62148-1).

5 Product definition

5.1 Description of transceiver module

Information on the following devices constituting the optical transceiver module shall be stated. This statement shall include details of technologies. For example, technologies used for ICs such as CMOS, bipolar, etc., shall be described.

- For a transmitter:
 - laser diode (in this description, a single- or a multi-longitudinal mode type shall be specified);
 - monitoring photodiode;
 - driver IC;
 - thermal sensor (where appropriate).
- For a receiver:
 - photodiode;
 - pre-amp IC;
 - data/clock recovery IC.

- For a wavelength division multiplexer device:
 - technology used for this device.
- For a package:
 - refer to the IEC 62148 series.

5.2 Description of applied form

According to ITU-T Recommendation G.983.1, the applied form of nominal bit rate, the class (class B or class C), the applied unit (ONU or OLT), and the number of fibres (one for duplex working or two for simplex working) shall be stated.

5.3 Block diagram

A block diagram or equivalent circuit information on the optical transceiver module shall be given (see Figure 1).

The following terminals may be distinguished:

- supply terminals, i.e., terminals intended to be connected to the power supplies;
- input and output terminals, i.e., terminals into or out of which signals are passed.

The term "signal" includes both pulse and more complex waveforms and includes strobe or control pulses.

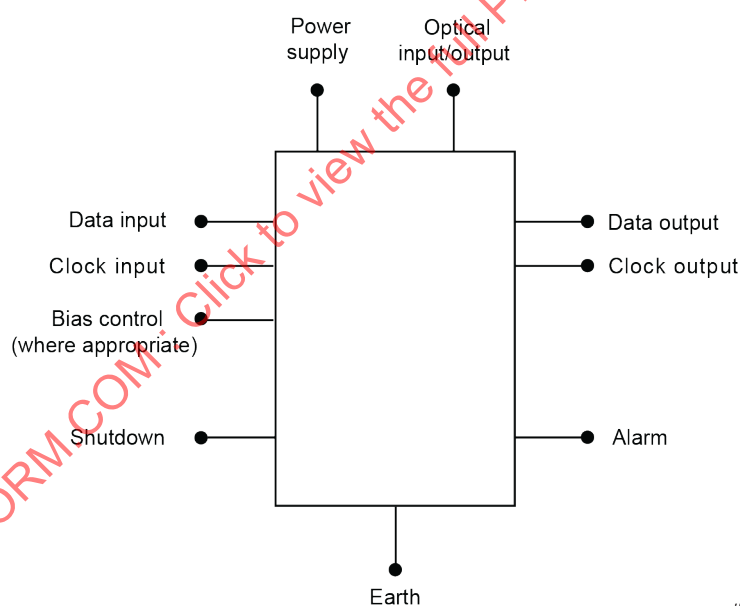


Figure 1 – Functional block diagram (example)

5.4 Absolute limiting rating

Absolute limiting (maximum) ratings imply that no catastrophic damage will occur if the product is subjected to these ratings, provided each limiting parameter is in isolation and all other parameters have values within the normal performance parameters. It should not be assumed that limiting values of more than one parameter could be applied at any one time.

Table 1 – Absolute maximum ratings

Items	Condition	Letter symbol	Requirements		Units
			Minimum	Maximum	
Storage temperature ^a		T_{stg}	–40	85	°C
Storage relative humidity		H_{stg}	5	95	%
Bend radius of pigtail for transceivers (at specified distance from the case) ^b		r	30		mm
Shock ^c	Pulse duration: 18 ms 3 times/axis			300	m/s ²
Vibration ^d	10 Hz to 55 Hz, 3 axes, 1,5 mm, 2 h			100	m/s ²
Tensile force on devices with pigtail Buffer-coated fibre ^e Reinforced fibre ^e		F		5 100	N
Electrical limiting values					
– Power supply voltage		U_{SUPmax}	–0,5	4,0	V
– Input voltage		U_{INmax}	–0,5	U_{sup}	V
– Output voltage		U_{OUTmax}	0	$U_{\text{sup}} + 0,5$	V
– Output current PECL interface LVTTTL interface		I_{OUTmax}	0 –20	50 20	mA
Optical limiting values					
– Permissible input power		P_{in}		–5	dBm
^a Ambient temperature and humidity for outdoor ONU is under further study in ITU-T Recommendation G.983.1, thus these specifications may be varied in the future. ^b IEC 62148-1 shall be referred to for detail. ^c IEC 60068-2-27 shall be referred to for detail. ^d IEC 60068-2-6 shall be referred to for detail. ^e The requirements of IEC 61753-1 shall be applied.					

5.5 Functional specification

Electro-optical characteristics for the items in Table 3 shall be satisfied at the operating environmental conditions specified in Table 2. Optical characteristics specified in ITU-T Recommendation G.983.1 should be satisfied.

Each electrical and optical characteristic of 5.5 shall be measured under conditions specified in each reference.

Each electrical and optical characteristic of 5.5 shall be stated under specified worst-case conditions, with respect to the recommended range of operating conditions as stated. The measuring method of each electrical and optical characteristics specified in Table 3 shall be measured based on the method stated in the reference of each row.

Table 2 – Operating environment

Items	Letter symbol	Requirements			Units
		Minimum	Typical	Maximum	
Power supply voltage	U_{SUP}	3,135	3,3	3,465	V
Operating case temperature ^a	T_{case}	–5		75	°C
Ambient relative humidity ^a	RH	5		95	%
^a Operating case temperature and humidity for outdoor ONU is under further study in ITU-T Recommendation G.983.1, thus these specifications may be varied in the future.					

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-5:2020

Table 3 – Electrical and optical characteristics

Item number	Items	Letter symbol	Requirements			Units	Reference
			Minimum	Typical	Maximum		
1	Nominal bit rate	B		155,52		Mb/s	
2	Mean launched power ^a – Class B – Class C	P_{mean}	–4 –2		+2 +4	dBm	IEC 61280-1-1
3	Transmitter wavelength	λ	1 260		1 360	nm	IEC 61280-1-3
4	Mask of transmitter eye diagram ^b	–					
5	Extinction ratio	r_{Ex}	10			dB	IEC 61280-2-2
6	For MLM laser, maximum RMS width	$\Delta\lambda$			5,8	nm	IEC 61280-1-3
7	For SLM laser, maximum –20 dB width	$\Delta\lambda$			1,0	nm	IEC 61280-1-3
8	For SLM laser, minimum side mode suppression ratio	r_{SMSR}	30			dB	IEC 61280-1-3
9	Maximum reflectance measured at transmitter wavelength	R_{TX}	–6			dB	IEC 61300-3-6
10	Receiver overload: – Class B – Class C		–8 –11			dBm	IEC 62150-2
11	Receiver sensitivity: – Class B – Class C	S			–30 –33	dBm	IEC 62150-2
12	Maximum reflectance measured at receiver wavelength	R_{RX}	–20			dB	IEC 61300-3-6
13	Tolerance to the reflected optical power ^c				10	dB	ITU-T G.957:2006, Appendix III
14	Clock input voltage (high)		See Table 4 and Table 5				
15	Clock input voltage (low)		See Table 4 and Table 5				
16	Clock input voltage (swing centre)		See Table 4 and Table 5				
17	Data input voltage (high)		See Table 4 and Table 5				
18	Data input voltage (low)		See Table 4 and Table 5				
19	Data input voltage (swing centre)		See Table 4 and Table 5				
20	Clock output voltage (high)		See Table 4 and Table 5				
21	Clock output voltage (low)		See Table 4 and Table 5				

Item number	Items	Letter symbol	Requirements			Units	Reference
			Minimum	Typical	Maximum		
22	Data output voltage (high)		See Table 4 and Table 5				
23	Data output voltage (low)		See Table 4 and Table 5				
24	Alarm output voltage (high) ^d		See Table 6 and Table 7				IEC 62150-2
25	Alarm output voltage (low) ^d		See Table 6 and Table 7				IEC 62150-2
26	Shutdown input voltage (high) ^e		See Table 8				IEC 62150-2
27	Shutdown input voltage (low) ^e		See Table 8				IEC 62150-2
28	Bias control voltage (high) ^f	U_{BiasH}					
29	Bias control voltage (low) ^f	U_{BiasL}					
30	Line code		Scrambled NRZ				
31	Launched optical power without input to transmitter ^a – Class B – Class C		-40 -43			dBm	IEC 61280-1-1
32	Tolerance to the transmitter incident light power ^a		-15			dB	
33	Consecutive identical digit immunity ^b						
34	Jitter generation ^b						
35	Jitter tolerance ^b						
36	Jitter transfer ^b						

^a Pseudo random data shall be put into the transmitter according to the specification of 8.2.6.3 of ITU-T Recommendation G.983.1:2005.

^b These items shall be specified so as to meet the specifications of ITU-T Recommendation G.983.1.

^c This item shall be measured based on the measuring method described in the reference. See Annex A for more detail.

^d With logic 'low', an alarm signal is effective. The alarm test shall be done whether logic 'low' is put out when no optical power is launched to the transceiver, and logic 'high' is put out when optical power more than that specified in item 31 is launched to the transceiver (see Annex B).

^e With logic 'low', a shutdown signal is effective. The shutdown test shall be done whether optical power less than that specified in item 31 is launched when logic 'low' is put into the 'shutdown' terminal, and optical power within the range specified in item 2 is launched when logic 'high' is put into the 'shutdown' terminal (see Annex B).

^f These items shall be specified between vendors and users.

^g Measurement methods on these items are stated in 5.5.

The clock and data input/output interface shall be satisfied with either the specification listed in Table 4 or Table 5. The interface specifications characterized by each table are normally referred to as PECL and LVTTTL interfaces, respectively. New interface dimensions will be added properly.

Table 4 – Electrical interface characteristics (PECL type)

Items	Letter symbol	Requirements			Units
		Minimum	Typical	Maximum	
Clock input voltage (high)	$U_{CINH} - U_{SUP}$	-1,17		-0,88	V
Clock input voltage (low)	$U_{CINL} - U_{SUP}$	-1,81		-1,43	V
Data input voltage (high)	$U_{DINH} - U_{SUP}$	-1,17		-0,88	V
Data input voltage (low)	$U_{DINL} - U_{SUP}$	-1,81		-1,43	V
Clock output voltage (high) ^a	$U_{COUTH} - U_{SUP}$		-0,96		V
Clock output voltage (low) ^a	$U_{COUTL} - U_{SUP}$		-1,71		V
Data output voltage (high) ^a	$U_{DOUTH} - U_{SUP}$		-0,96		V
Data output voltage (low) ^a	$U_{DOUTL} - U_{SUP}$		-1,71		V

^a Outputs terminated to $U_{SUP} - 2$ V.

Table 5 – Electrical interface characteristics (LVTTTL type)

Items	Letter symbol	Requirements			Units
		Minimum	Typical	Maximum	
Clock input voltage (high)	U_{CINH}	$U_{CINL} + 0,3$		U_{SUP}	V
Clock input voltage (low)	U_{CINL}	0		$U_{CINH} - 0,3$	V
Clock input voltage (swing centre)	$U_{Ccenter}$	$\frac{U_{SUP}}{2} - 0,1$		$\frac{U_{SUP}}{2} + 0,1$	V
Data input voltage (high)	U_{DINH}	$U_{DINL} + 0,3$		U_{SUP}	V
Data input voltage (low)	U_{DINL}	0		$U_{DINH} - 0,3$	V
Data input voltage (swing centre)	$U_{Dcenter}$	$\frac{U_{SUP}}{2} - 0,1$		$\frac{U_{SUP}}{2} + 0,1$	V
Clock output voltage (high) ^a	U_{COUTH}	$U_{TT} + 0,4$			V
Clock output voltage (low) ^a	U_{COUTL}			$U_{TT} - 0,4$	V
Data output voltage (high) ^a	U_{DOUTH}	$U_{TT} + 0,4$			V
Data output voltage (low) ^a	U_{DOUTL}			$U_{TT} - 0,4$	V

^a $U_{TT} = 1,5$ V to 1,8 V

The alarm output interface shall be satisfied with either the specification listed in Table 6 or Table 7. The interface specifications characterized by each table are normally referred to as PECL and LVTTTL interfaces, respectively. New interface dimensions will be added properly.

Table 6 – Electrical interface characteristics of alarm output voltage (PECL type)

Items	Letter symbol	Requirements			Units
		Minimum	Typical	Maximum	
Alarm output voltage (high) ^a	U_{ALH}	2,4			V
Alarm output voltage (low) ^a	U_{ALL}			0,4	V
^a Test shall be performed with current at high level, $I_{ALH} = -2$ mA, and current at low level, $I_{ALL} = 2$ mA, at V_{SUP} between 3,135 V and 3,465 V.					

Table 7 – Electrical interface characteristics of alarm output voltage (LVTTTL type)

Items	Letter symbol	Requirements			Units
		Minimum	Typical	Maximum	
Alarm output voltage (high) ^a	U_{ALH}	$U_{SUP} - 0,2$			V
Alarm output voltage (low) ^a	U_{ALL}			0,2	V
^a Test shall be performed with current at high level, $I_{ALH} = -100$ μ A, and current at low level, $I_{ALL} = 100$ μ A, at U_{SUP} between 3,135 V and 3,465 V.					

Shutdown input interface shall be satisfied with specifications listed in Table 8. New interface dimensions will be added properly.

Table 8 – Electrical interface characteristics of shutdown input voltage (both PECL and LVTTTL types)

Items	Letter symbol	Requirements			Units
		Minimum	Typical	Maximum	
Shutdown input voltage (high) ^a	U_{SDH}	2,0		$U_{SUP} + 0,3$	V
Shutdown input voltage (low) ^a	U_{SDL}	-0,3		0,8	V
^a Test shall be performed with U_{SUP} between 3,135 V and 3,465 V.					

NOTE The interfaces listed in Table 6, Table 7 and Table 8 refer to EIA/JEDEC JESD8-B, with the exception of power supply voltage U_{SUP} , which is specified in Table 2.

Relationship of the phase between clock and data signals is shown in Figure 2. Phase of data signals are timed so that data signals are latched at a fall time of clock.

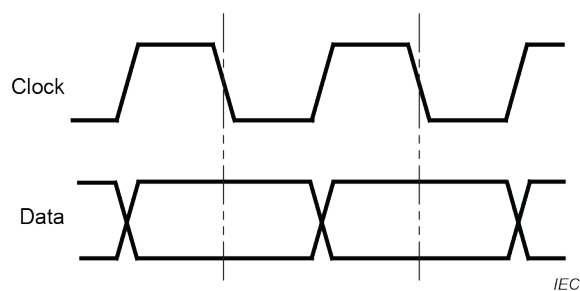
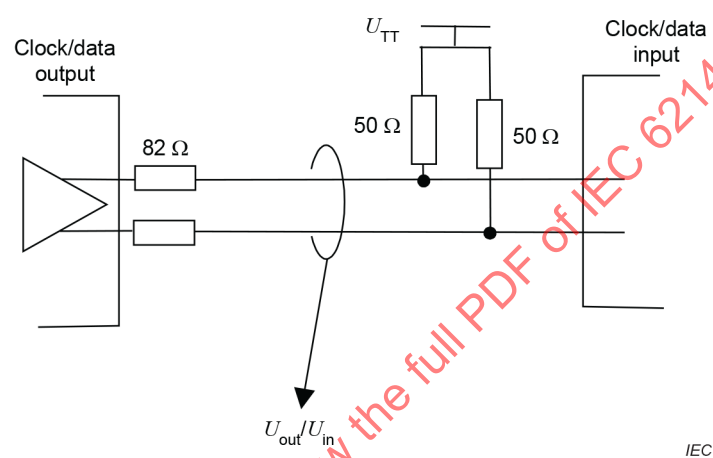
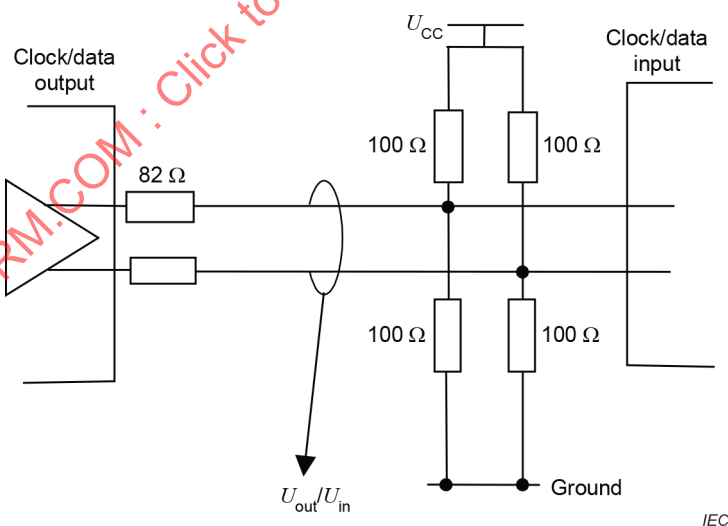


Figure 2 – Relationship of phase between clock and data signals

Examples of recommended electrical circuit diagrams for LVTTTL-type interface are shown in Figure 3 a) and b).



a) With standard termination



b) With Thevenin termination

Figure 3 – Recommended electrical circuit diagram for LVTTTL-type interface (examples)

Launched optical power without input to transmitter (Table 3, item 31) is schematically defined in Figure 4. The measuring method of the power shall basically follow IEC 61280-1-1, but it shall be specified in detail between vendors and users.

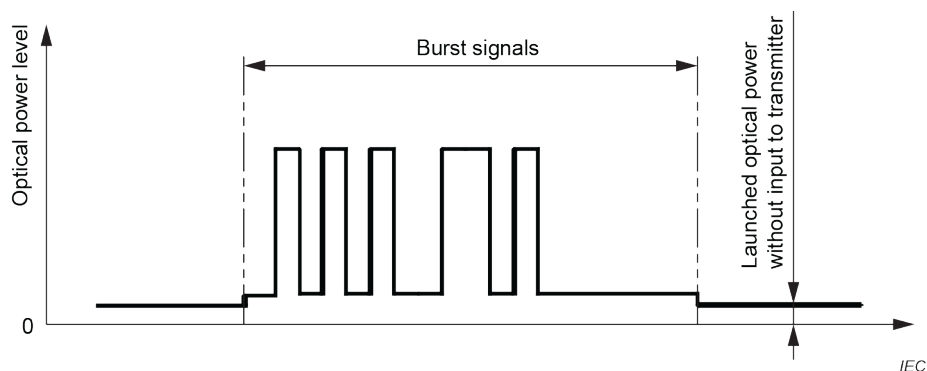


Figure 4 – Schematic drawing for defining launched optical power without input to transmitter

Tolerance to the transmitter incident light power (Table 3, item 32) is measured, for example, by an experimental setup shown in Figure 5. The value of reflection at the reflector is set so that incident light power back to the transmitter is 15 dB less than that of mean transmitter launching power. Pass/fail criteria depend on whether or not the waveform of signals transmitted from the DUT and monitored at the waveform monitor satisfies the eye mask specified in Table 3, item 4.

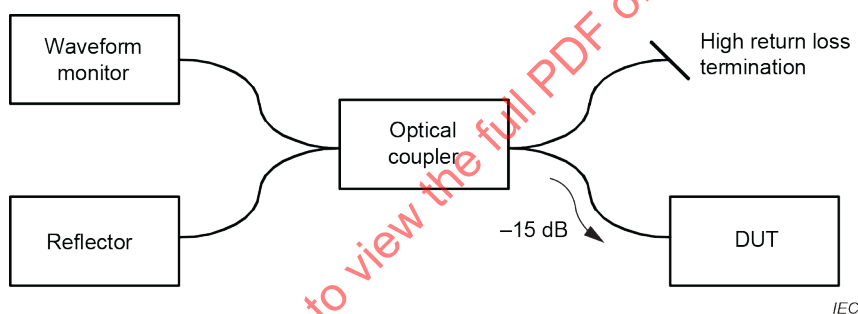


Figure 5 – Experimental setup for measuring tolerance to the transmitter incident light power

6 Testing

6.1 General

Initial characterization and qualification shall be undertaken. Qualification maintenance is carried out using periodic testing programs. Test case temperature conditions for all tests, unless otherwise stated, are $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

6.2 Characterization testing

Characterization testing including both transmitter and receiver sections shall be carried out based on the specifications listed in Table 9 for the transmitter section and Table 10 for the receiver section. This testing shall be carried out on at least 11 products taken from a manufacturing lot for each user. The testing lot shall be specified by each supplier. If any changes occur in the design of the transceiver, the testing shall be carried out again.

6.2.1 Characterization: transmitter section

Table 9 – Transmitter section characterization tests

Parameters	Test conditions	Test limit minimum	Test limit maximum	Unit
	As a minimum, 11 devices taken from a manufacturing lot for each user to be measured at case temperatures of $(-5 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and U_{cc} at $(U_{nom} - 5 \%) V$, $(U_{nom}) V$ and $(U_{nom} + 5 \%) V$			
Mean launched power	Single-mode fibre, PRBS $2^{23} - 1$ at 155,52 Mbit/s modulation – Class B – Class C	–4,0 –2,0	+2,0 +4,0	dBm
Central wavelength	PRBS $2^{23} - 1$ at 155,52 Mbit/s modulation	1 260	1 360	nm
Spectral width	PRBS $2^{23} - 1$ at 155,52 Mbit/s modulation – MLM laser – SLM laser		5,8 1,0	nm
Extinction ratio	155,52 Mbit/s square wave	10		dB
Mask test of eye diagram ^a	Fourth-order Thomson filter (cut-off frequency is $0,75 \times 155,52 \text{ MHz}$), PRBS $2^{23} - 1$ at 155,52 Mbit/s	No hits	No hits	
Shutdown test of launched power	PRBS $2^{23} - 1$ at 155,52 Mbit/s modulation, Shutdown input voltage: low level – Class B – Class C		–40 –43	dBm
^a Mask of the eye diagrams for downstream and upstream transmissions are specified in ITU-T Recommendation G.983.1.				

6.2.2 Characterization: receiver section

Table 10 – Receiver section characterization tests

Parameters	Test conditions	Test limit minimum	Test limit maximum	Unit
	At minimum, 11 devices taken from an initial manufacturing lot to be measured at case temperatures of $(-5 \pm 2) ^\circ\text{C}$, $(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and U_{cc} at $(U_{nom} - 5 \%) V$, $(U_{nom}) V$ and $(U_{nom} + 5 \%) V$			
Sensitivity at 10^{-10} BER	PRBS modulation NRZ at 155,52 Mbit/s assuming 10dB extinction ratio source – Class B – Class C		–30,0 –33,0	dBm
Overload at 10^{-10} BER	PRBS modulation NRZ at 155,52 Mbit/s assuming 10 dB extinction ratio source – Class B – Class C	–8 –11		dBm
Alarm on threshold ^a	PRBS modulation NRZ at 155,52 Mbit/s assuming 10 dB extinction ratio source – Class B – Class C	–30,0 –33,0		dBm
^a Alarm signal is effective with logic "low" specified in Table 6 and Table 7 when optical power less than that of threshold is launched to the transceiver.				

6.3 Performance testing

Performance testing is undertaken to assure reliability of products when characterization testing is complete. The testing items, definite testing conditions and pass/fail criteria are listed in Table 11. This testing shall be carried out on at least 11 products taken from a manufacturing lot for each user. The testing lot shall be specified by each supplier. The products may be new or sourced from a previous test.

Table 11 – Performance testing plan

Items	Reference	Condition	Criteria ^a	Failure
Mechanical shock	IEC 60068-2-27	300 m/s ² , 18 ms, 3 times/axis	$ \Delta P_{\text{mean}} \leq 1 \text{ dB}$ $ \Delta S_{\text{min}} \leq 1 \text{ dB}$ at 25 °C	0/11
Vibration	IEC 60068-2-6	100 m/s ² , 10Hz to 55 Hz, 3 axes, 1,5 mm, 2 h		
Fibre pull ^b	IEC 61300-2-4	100 N ± 2 N at 5 N/s, 120 s duration for reinforced cables 5 N ± 0,5 N at 0,5 N/s, 60 s duration for buffered fibres		
Temperature cycling ^b	IEC 61300-2-22	–40 °C to + 85 °C 1 h duration at extremes, more than 12 cycles		
High temperature storage ^b	IEC 61300-2-18	+85 °C, more than 96 h duration		
Low temperature storage ^b	IEC 61300-2-17	–40 °C, more than 96 h duration		
Damp heat ^b	IEC 61300-2-19	+40 °C ± 2 °C, RH: 93 % ± 2 %, 96 h duration		
Flammability	IEC 60332-3-24			
^a Pass/fail criteria are specified to be 1 dB maximum change (or less) in mean launched power and receiver sensitivity, respectively. The quantity of 1 dB is determined to include the 0,5 dB pass/fail criteria specified in Telcordia GR-468-CORE and a 0,5 dB margin in measurement error. ^b The testing conditions of these items may refer to Telcordia GR-468-CORE instead of IEC 61753-1 if a user requires it.				

7 Environmental specifications

7.1 General safety

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

7.2 Laser safety

Fibre optic transceivers shall be class 1 laser-certified under any condition of operation. This includes single-fault conditions, whether coupled into a fibre or out of an open bore. Transceivers shall be certified to be in conformance to 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.

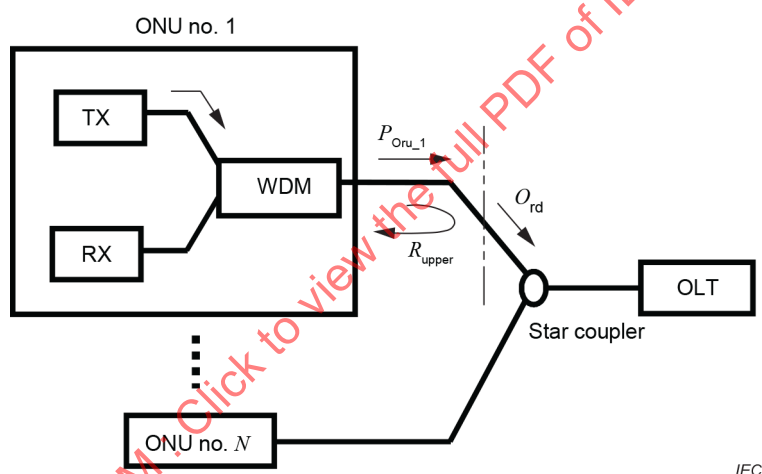
7.3 Electromagnetic emission

Products defined in this document shall comply with IEC 61000-6-3 for the limitation of electromagnetic interference.

Annex A (informative)

Measurement on tolerance to the reflected optical power (Table 3, item 13)

Tolerance to the reflected optical power is defined in ITU-T Recommendation G.983.1 as the allowable ratio of optical input average power of O_{rd} to reflected optical average power at minimum receiving sensitivity when multiple reflected light is regarded as a noise light at O_{rd} . Here, O_{rd} is the optical interface at the reference point between the ONU and the ODN for downstream directions. A specified value of 10 dB in Table 3, item 13, means that the BER specification shall be satisfied, even if noise light with a power of 10 dB less than the receiver sensitivity is put into the transceiver. In addition, the influence of reflectance into the ONU receiver is described in Appendix II.2.2 of ITU-T Recommendation G.983.1:2005. Figure A.1 shows the model for incidence into the ONU receiver that is described in Appendix II.2.2. This model considers that transmitted signals from the ONU no. 1 return to the ONU no. 1 receiver as a noise through the reflection of ODN and through a WDM. Thus, the noise light is the reflected light of burst signals transmitted from the ONU itself with wavelength between 1 260 nm and 1 360 nm that is specified in Table 3, item 3.

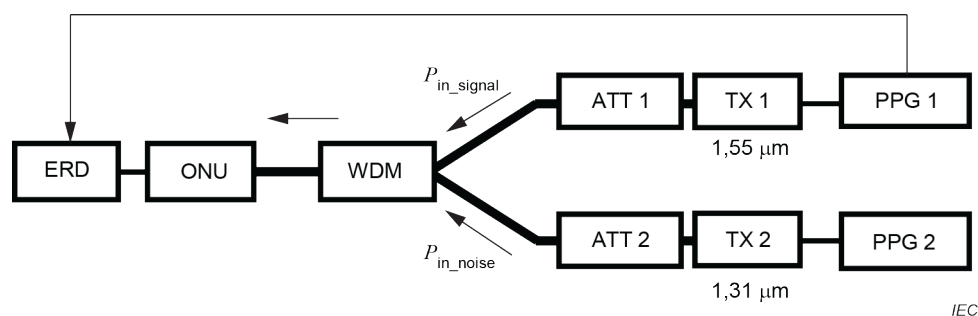


Key

- OLT optical line termination
- ONU optical network unit
- RX receiver
- TX transmitter
- WDM wavelength division multiplexer

Figure A.1 – Model for incidence into ONU receiver

According to the model described above, burst signals with 1 300-nm band wavelength shall be used as a noise by an example measuring system shown in Figure A.2. It should be noted that the reflected optical power to the receiver section (RX) in the ONU, which is the specification of Table 3, item 13, is determined by the input power of a noise light (P_{in_noise}) and WDM isolation. As WDM isolation is not directly measured because the WDM device is inside the ONU, it is impossible to measure the true value specified in Table 3, item 13.

**Key**

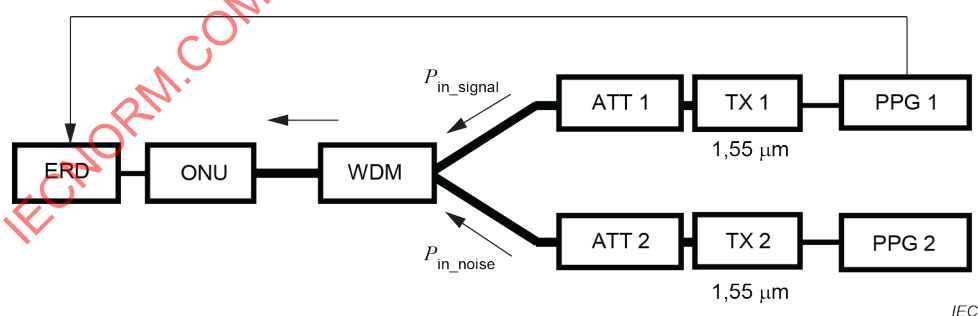
- ATT attenuator
 ERD error rate detector
 ONU optical network unit
 PPG pulse pattern generator
 TX transmitter
 WDM wavelength division multiplexer

Figure A.2 – Example system to measure tolerance to the reflected optical power

This document recommends the measuring system shown in Figure A.3 to examine the tolerance to the reflected optical power. A key feature of the system is that continuous optical light with the same wavelength band (between 1 480 nm and 1 580 nm) as the downstream input signal is used as a noise. This quasi-noise light is modulated at the same bit rate (155,52 Mb/s) as the downstream input signal.

NOTE Modulation of the quasi-noise light is not necessarily synchronized with the signal.

Input power of the signal light (P_{in_signal}) is set to the minimum receiver sensitivity specified in Table 3, item 11, by using an attenuator (ATT 1). Input power of the noise light (P_{in_noise}) is set to 10 dB less than P_{in_signal} by using an attenuator (ATT 2). The pass/fail criterion is whether the bit error ratio (BER) specification is satisfied at this condition. By this measuring system, the specified value of Table 3, item 13, is directly set by using the attenuators.

**Key**

- ATT attenuator
 ERD error rate detector
 ONU optical network unit
 PPG pulse pattern generator
 TX transmitter
 WDM wavelength division multiplexer

Figure A.3 – Recommended system to measure tolerance to the reflected optical power

Annex B (informative)

Logic level of alarm and shutdown signal

Annex B specifies that alarm and shutdown signals are effective when the logic level is "low" (see 5.5). In the transceivers used for data communication systems, such as SFF transceivers, the function "signal detect" is adopted with an active "high" logic level. Active "low" logic for the alarm signals for the transceivers specified in Annex B is compatible with the idea of those for data communication systems. Concerning the logic level of shutdown signals, active "low" is based on the idea of "fail safe". The logic level is also harmonized with the general logic in the digital optical communications systems that the state of "light on" is "high" and "light off" is "low".

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-5:2020

Bibliography

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams* (available at <http://std.iec.ch/iec60617>)

IEC 60793 (all parts), *Optical fibres*

IEC 60794 (all parts), *Optical fibre cables*

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

IEC 60874 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Connectors for optical fibres and cables*

IEC 61076 (all parts), *Connectors for electrical and electronic equipment – Product requirements*

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

IEC 61281-1, *Fibre optic communication subsystems – Part 1: Generic specification*

IEC 61754 (all parts), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Fibre optic connector interfaces*

IEC TR 61931, *Fibre optic – Terminology*

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*

ISO 1101:2017, *Geometrical product specifications (GPS) – Geometrical tolerancing – Tolerances of form, orientation, location and run-out*

EIA/JEDEC JESD8-B, *Unified wide power supply voltage range CMOS DC interface standard for non-terminated digital integrated circuits*

IEEE Std 802.3, *IEEE Standard for Ethernet*

Telcordia GR-468-CORE for optoelectronic systems

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	28
INTRODUCTION.....	30
1 Domaine d'application	31
2 Références normatives	31
3 Termes, définitions et termes abrégés	32
3.1 Termes et définitions	32
3.2 Termes abrégés	33
4 Classification	34
5 Définition de produit	34
5.1 Description du module d'émetteur-récepteur	34
5.2 Description de la forme appliquée	34
5.3 Schéma fonctionnel	34
5.4 Valeurs limites absolues	35
5.5 Spécification fonctionnelle	36
6 Essais	44
6.1 Généralités	44
6.2 Essais de caractérisation	44
6.2.1 Caractérisation: section d'émetteur	45
6.2.2 Caractérisation: section de récepteur	46
6.3 Essais de performance	46
7 Spécifications d'environnement	47
7.1 Sécurité générale	47
7.2 Sécurité du laser	47
7.3 Emissions électromagnétiques	47
Annexe A (informative) Mesure sur la tolérance vis-à-vis de la puissance optique réfléchie (Tableau 3, paramètre 13)	48
Annexe B (informative) Etat logique du signal d'alarme et du signal d'arrêt	50
Bibliographie	51
Figure 1 – Schéma fonctionnel (exemple)	35
Figure 2 – Relation entre la phase des signaux d'horloge et de données	42
Figure 3 – Schéma de circuit électrique recommandé pour l'interface LVTTTL (exemples)	43
Figure 4 – Schéma définissant la puissance optique injectée sans entrée vers l'émetteur	43
Figure 5 – Montage expérimental pour mesurer la tolérance à la puissance lumineuse incidente d'émetteur	44
Figure A.1 – Modèle pour l'incidence de la réflectance dans le récepteur de l'unité ONU	48
Figure A.2 – Exemple de système pour mesurer la tolérance vis-à-vis de la puissance optique réfléchie	49
Figure A.3 – Système recommandé pour mesurer la tolérance vis-à-vis de la puissance optique réfléchie	49
Tableau 1 – Valeurs limites absolues maximales	36
Tableau 2 – Environnement de fonctionnement	37
Tableau 3 – Caractéristiques électriques et optiques	38

Tableau 4 – Caractéristiques électriques (interface PECL).....	40
Tableau 5 – Caractéristiques électriques (interface LVTTTL)	41
Tableau 6 – Caractéristiques électriques de tension de sortie d'alarme (interface PECL).....	41
Tableau 7 – Caractéristiques électriques de tension de sortie d'alarme (interface LVTTTL)	41
Tableau 8 – Caractéristiques électriques de tension d'entrée d'arrêt (interfaces PECL et LVTTTL)	42
Tableau 9 – Essais de caractérisation de la section d'émetteur	45
Tableau 10 – Essais de caractérisation de la section de récepteur	46
Tableau 11 – Plan d'essais de performance.....	47

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-5:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS FIBRONIQUES – NORMES DE PERFORMANCES –

Partie 5: Émetteurs-récepteurs ATM-PON avec programme de gestion LD et CI CDR

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62149-5 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques.

Cette troisième édition annule et remplace la seconde édition parue en 2009 et constitue une révision technique.

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

- a) les descriptions des types à l'Article 4 ont été supprimées;
- b) les titres des documents de référence ont été actualisés.

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

FDIS	Rapport de vote
86C/1667/FDIS	86C/1678/RVD

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-5:2020

INTRODUCTION

Les émetteurs-récepteurs fibroniques sont utilisés pour convertir les signaux électriques en signaux optiques et vice versa. Les critères de performances optiques sont généralement bien spécifiés pour un certain nombre de domaines d'application ayant fait l'objet d'un accord au niveau international, comme la Recommandation UIT-T G.983.1 et l'IEEE 802.3. Le présent document vise à assurer l'interchangeabilité des performances des divers émetteurs-récepteurs fibroniques pour systèmes de réseau optique passif en mode de transfert asynchrone (ATM-PON), fournis par les différents fabricants, mais ne constitue pas une garantie au niveau du fonctionnement entre émetteurs-récepteurs fibroniques.

Les fabricants utilisant le présent document sont tenus de satisfaire aux exigences de performance et/ou à l'assurance de fiabilité et de qualité dans le cadre d'un plan reconnu.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-5:2020

COMPOSANTS ET DISPOSITIFS ACTIFS FIBRONIQUES – NORMES DE PERFORMANCES –

Partie 5: Émetteurs-récepteurs ATM-PON avec programme de gestion LD et CI CDR

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62149 spécifie les performances applicables aux modules d'émetteurs-récepteurs pour les systèmes de réseau optique passif en mode de transfert asynchrone (ATM-PON), recommandées par l'Union internationale des télécommunications (UIT) dans la Recommandation UIT-T G.983.1.

2 Références normatives

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

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

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

IEC 60332-3-24, *Essais des câbles électriques et des câbles à fibres optiques soumis au feu – Partie 3-24: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles montés en nappes en position verticale – Catégorie C*

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

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

IEC 61000-6-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-3: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

IEC 61280-1-1, *Procédures d'essai de base des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques – Partie 1-1: Procédures d'essai des sous-systèmes généraux de télécommunication – Mesure de la puissance optique des émetteurs couplés à des câbles à fibres optiques unimodales*

IEC 61280-1-3, *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunication à fibres optiques – Partie 1-3: Sous-systèmes généraux de télécommunication – Mesure de la longueur d'onde centrale et de la largeur spectrale*

IEC 61280-2-2, *Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 2-2: Digital systems – Optical eye pattern, waveform and extinction ratio measurement* (disponible en anglais seulement)

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

IEC 61300-2-17, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-17: Essais – Froid*

IEC 61300-2-18, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-18: Essais – Chaleur sèche – Résistance à haute température*

IEC 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 (état continu)*

IEC 61300-2-22, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 2-22: Essais – Variations de température*

IEC 61300-3-6, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Méthodes fondamentales d'essais et de mesures – Partie 3-6: Examens et mesures – Affaiblissement de réflexion*

IEC 61753-1, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques – Norme de performance – Partie 1: Généralités et recommandations*

IEC 62148-1, *Composants et dispositifs actifs fibroniques – Normes de boîtier et d'interface – Partie 1: Généralités et recommandations*

IEC 62150-2, *Composants et dispositifs actifs à fibres optiques – Procédures d'essais et de mesures – Partie 2: Émetteurs-récepteurs ATM-PON*

Recommandation UIT-T G.957:2006, *Interfaces optiques pour les équipements et les systèmes relatifs à la hiérarchie numérique synchrone*

Recommandation UIT-T G.983.1:2005, *Systèmes d'accès optique à large bande basés sur les réseaux optiques passifs*

3 Termes, définitions et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et termes abrégés suivants s'appliquent.

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

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

NOTE La terminologie supplémentaire concernant les concepts physiques relatifs, les types de dispositifs, les termes généraux, ainsi que les termes relatifs aux valeurs assignées et aux caractéristiques peut être consultée dans l'IEC 61931. Voir également la Recommandation UIT-T G.983.1.

3.1.1

réseau d'accès optique

OAN

jeu des liaisons d'accès partageant les mêmes interfaces côté réseau et supporté par des systèmes de transmission d'accès optique

Note 1 à l'article: L'OAN peut inclure un certain nombre d'ODN connectés à la même OLT.

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "OAN" est dérivé du terme anglais développé correspondant "optical access network".

3.1.2

réseau de distribution optique

ODN

appareillage ou composant qui fournit les moyens de transmission optique depuis l'OLT vers les utilisateurs, et vice versa

Note 1 à l'article: L'ODN utilise des composants optiques passifs.

Note 2 à l'article: Le terme abrégé "ODN" est dérivé du terme anglais développé correspondant "optical distribution network".

3.1.3

terminaison de ligne optique

OLT

appareillage qui fournit l'interface côté réseau de l'OAN, et est connecté à un ou plusieurs ODN

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "OLT" est dérivé du terme anglais développé correspondant "optical line termination".

3.1.4

unité de réseau optique

ONU

appareillage qui fournit (directement ou à distance) l'interface côté utilisateur de l'OAN, et est connecté à l'ODN

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "ONU" est dérivé du terme anglais développé correspondant "optical network unit".

3.2 Termes abrégés

ATM-PON	réseau optique passif en mode de transfert asynchrone (ATM-based broadband passive optical network)
ATT	affaiblisseur (attenuator)
BER	taux d'erreur binaire (bit error ratio)
CDR	récupération d'horloge et de données (clock and data recovery)
CMOS	semiconducteurs à oxyde métallique complémentaires (complementary metal-oxide semiconductor)
DUT	dispositif soumis à essai (device under test)
CI	circuit intégré
LD	diode laser (laser diode)
MLM	mode longitudinal multiple (multi-longitudinal mode)
RMS	valeur efficace (root mean square)
SLM	mode longitudinal unique (single longitudinal mode)

4 Classification

Les modules d'émetteurs-récepteurs fibroniques sont classés en différents types de formes, en fonction de la combinaison de types d'accouplement des interfaces électriques et optiques (pour plus d'informations, voir l'IEC 62148-1).

5 Définition de produit

5.1 Description du module d'émetteur-récepteur

Les informations sur les dispositifs suivants constituant le module d'émetteur-récepteur optique doivent être mentionnées. Cet énoncé doit comprendre des détails sur les technologies. Par exemple, les technologies utilisées pour les CI, telles que les circuits CMOS, les transistors bipolaires, etc., doivent être décrites.

- Pour un émetteur:
 - diode laser (dans cette description, le type SLM ou MLM doit être spécifié);
 - photodiode de contrôle;
 - CI de commande;
 - capteur thermique (le cas échéant).
- Pour un récepteur:
 - photodiode;
 - CI préamplificateur;
 - CI de récupération de données/d'horloge.
- Pour un dispositif multiplexeur à division de longueur d'onde:
 - technologie utilisée pour ce dispositif.
- Pour un boîtier:
 - se référer à la série IEC 62148.

5.2 Description de la forme appliquée

Conformément à la Recommandation UIT-T G.983.1, la forme appliquée du débit binaire nominal, la classe (classe B ou classe C), l'unité appliquée (ONU ou OLT) et le nombre de fibres (une pour un fonctionnement duplex et deux pour un fonctionnement simplex) doivent être indiqués.

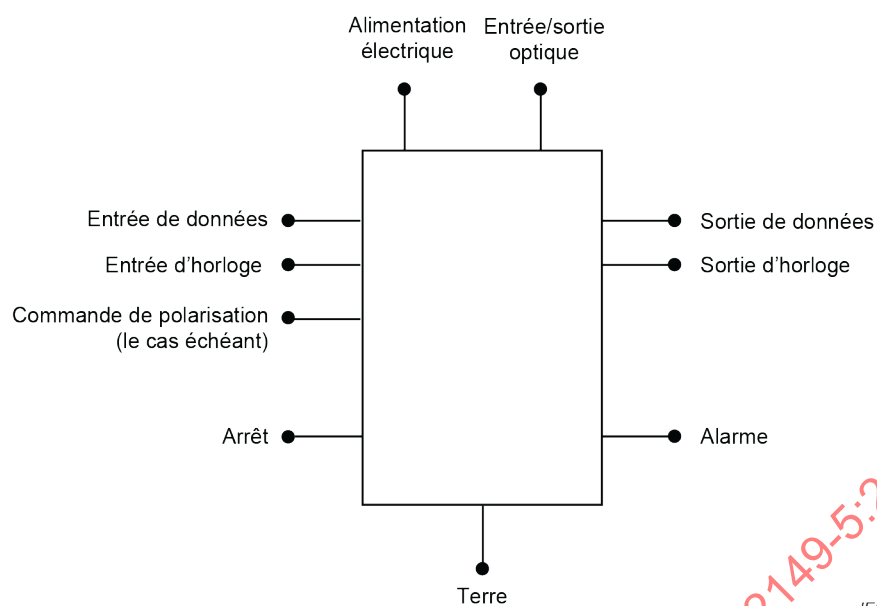
5.3 Schéma fonctionnel

Le schéma fonctionnel ou les informations de circuit équivalentes sur le module d'émetteur-récepteur optique doivent être fournis (voir Figure 1).

Les bornes suivantes peuvent être distinguées:

- bornes d'alimentation, c'est-à-dire les bornes destinées à être connectées aux alimentations électriques;
- bornes d'entrée et de sortie, c'est-à-dire les bornes vers et depuis lesquelles les signaux transitent.

Le terme "signal" inclut à la fois les formes d'onde à impulsions et celles qui sont plus complexes, ainsi que les impulsions de commande ou les impulsions stroboscopiques.



IEC

Figure 1 – Schéma fonctionnel (exemple)

5.4 Valeurs limites absolues

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

Tableau 1 – Valeurs limites absolues maximales

Paramètre	Condition	Symbole	Exigences		Unité
			Valeur minimale	Valeur maximale	
Température de stockage ^a		T_{stg}	–40	85	°C
Humidité relative de stockage		H_{stg}	5	95	%
Rayon de courbure des fibres amorce pour les émetteurs-récepteurs (à une distance spécifiée du boîtier) ^b		r	30		mm
Chocs ^c	Durée de pouls: 18 ms 3 fois/axe			300	m/s ²
Vibrations ^d	De 10 Hz à 55 Hz, 3 axes, 1,5 mm, 2 h			100	m/s ²
Force de traction sur les dispositifs avec fibre amorce Fibre sous revêtement protecteur ^e Fibre renforcée ^e		F		5 100	N
Valeurs électriques limites					
– Tension d'alimentation électrique		U_{SUPmax}	–0,5	4,0	V
– Tension d'entrée		U_{INmax}	–0,5	U_{sup}	V
– Tension de sortie		U_{OUTmax}	0	$U_{\text{sup}} + 0,5$	V
– Courant de sortie Interface PECL (positive emitter-coupled logic) Interface LVTTTL (low-voltage transistor-transistor logic)		I_{OUTmax}	0 –20	50 20	mA
Valeurs optiques limites					
– Puissance d'entrée admissible		P_{in}		–5	dBm
^a L'humidité et la température ambiantes pour une unité ONU extérieure font actuellement l'objet d'études complémentaires dans le cadre de la Recommandation UIT-T G.983.1. Ces spécifications sont donc susceptibles d'être modifiées à l'avenir. ^b Il doit être fait référence à l'IEC 62148-1 pour plus d'informations. ^c Il doit être fait référence à l'IEC 60068-2-27 pour plus d'informations. ^d Il doit être fait référence à l'IEC 60068-2-6 pour plus d'informations. ^e Les exigences de l'IEC 61753-1 doivent être appliquées.					

5.5 Spécification fonctionnelle

Les caractéristiques électro-optiques, définies pour les différents paramètres du Tableau 3, doivent être respectées dans les conditions d'environnement de fonctionnement spécifiées dans le Tableau 2. Il convient que les caractéristiques optiques spécifiées dans la Recommandation UIT-T G.983.1 soient satisfaites.

Chacune des caractéristiques électriques et optiques mentionnées en 5.5 doit être mesurée dans les conditions spécifiées pour chaque référence.

Chacune des caractéristiques électriques et optiques mentionnées en 5.5 doit être indiquée dans les conditions les plus défavorables spécifiées, par rapport à la plage des conditions de fonctionnement recommandée. Chacune des caractéristiques électriques et optiques mentionnées dans le Tableau 3 doit être mesurée en se fondant sur la méthode indiquée dans la norme citée en référence sur la ligne correspondante.

Tableau 2 – Environnement de fonctionnement

Paramètre	Symbole	Exigences			Unité
		Valeur minimale	Valeur type	Valeur maximale	
Tension d'alimentation	U_{SUP}	3,135	3,3	3,465	V
Température du boîtier en fonctionnement ^a	T_{case}	–5		75	°C
Humidité relative ambiante ^a	HR	5		95	%
^a L'humidité et la température de boîtier de fonctionnement pour une unité ONU extérieure font actuellement l'objet d'études complémentaires dans le cadre de la Recommandation UIT-T G.983.1. Ces spécifications sont donc susceptibles d'être modifiées à l'avenir.					

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62149-5:2020

Tableau 3 – Caractéristiques électriques et optiques

Numéro de paramètre	Paramètre	Symbole	Exigences			Unité	Référence
			Valeur minimale	Valeur type	Valeur maximale		
1	Débit binaire nominal	B		155,52		Mbit/s	
2	Puissance injectée moyenne ^a – Classe B – Classe C	P_{mean}	-4 -2		+2 +4	dBm	IEC 61280-1-1
3	Longueur d'onde d'émetteur	λ	1 260		1 360	nm	IEC 61280-1-3
4	Gabarit du diagramme de l'œil de l'émetteur ^b	–					
5	Rapport d'extinction	r_{Ex}	10			dB	IEC 61280-2-2
6	Pour laser MLM, largeur efficace maximale	$\Delta\lambda$			5,8	nm	IEC 61280-1-3
7	Pour laser SLM, largeur -20 dB maximale	$\Delta\lambda$			1,0	nm	IEC 61280-1-3
8	Pour laser SLM, taux minimal de suppression des modes latéraux	r_{SMSR}	30			dB	IEC 61280-1-3
9	Réflectance maximale mesurée à la longueur d'onde d'émetteur	R_{TX}	-6			dB	IEC 61300-3-6
10	Surcharge du récepteur: – Classe B – Classe C	S_0	-8 -11			dBm	IEC 62150-2
11	Sensibilité du récepteur: – Classe B – Classe C	S			-30 -33	dBm	IEC 62150-2
12	Réflectance maximale mesurée à la longueur d'onde d'émetteur	R_{RX}	-20			dB	IEC 61300-3-6
13	Tolérance vis-à-vis de la puissance optique réfléchie ^c				10	dB	UIT-T G 957:2006, Appendice III
14	Tension d'entrée d'horloge (état haut)		Voir le Tableau 4 et le Tableau 5				
15	Tension d'entrée d'horloge (état bas)		Voir le Tableau 4 et le Tableau 5				
16	Tension d'entrée d'horloge (niveau moyen des oscillations)		Voir le Tableau 4 et le Tableau 5				
17	Tension d'entrée de données (état haut)		Voir le Tableau 4 et le Tableau 5				
18	Tension d'entrée de données (état bas)		Voir le Tableau 4 et le Tableau 5				
19	Tension d'entrée de données (niveau moyen des oscillations)		Voir le Tableau 4 et le Tableau 5				
20	Tension de sortie d'horloge (état haut)		Voir le Tableau 4 et le Tableau 5				

Numéro de paramètre	Paramètre	Symbole	Exigences			Unité	Référence
			Valeur minimale	Valeur type	Valeur maximale		
21	Tension de sortie d'horloge (état bas)		Voir le Tableau 4 et le Tableau 5				
22	Tension de sortie de données (état haut)		Voir le Tableau 4 et le Tableau 5				
23	Tension de sortie de données (état bas)		Voir le Tableau 4 et le Tableau 5				
24	Tension de sortie d'alarme (état haut) ^d		Voir le Tableau 6 et le Tableau 7				IEC 62150-2
25	Tension de sortie d'alarme (état bas) ^d		Voir le Tableau 6 et le Tableau 7				IEC 62150-2
26	Tension d'entrée d'arrêt (état haut) ^e		Voir le Tableau 8				IEC 62150-2
27	Tension d'entrée d'arrêt (état bas) ^e		Voir le Tableau 8				IEC 62150-2
28	Tension de commande de polarisation (état haut) ^f	U_{BiasH}					
29	Tension de commande de polarisation (état bas) ^f	U_{BiasL}					
30	Code en ligne		Brouillage par méthode du non-retour à zéro (NRZ)				
31	Puissance optique injectée sans entrée vers l'émetteur ^g - Classe B - Classe C		-40 -43			dBm	IEC 61280-1-1
32	Tolérance à la puissance lumineuse incidente d'émetteur ^g		-15			dB	
33	Immunité pour les bits consécutifs identiques ^b						
34	Génération de gigue ^b						
35	Tolérance de gigue ^b						
36	Transfert de gigue ^b						

^a Les données pseudo aléatoires doivent être définies dans l'émetteur conformément à la spécification donnée en 8.2.6.3 de la Recommandation UIT-T G.983.1:2005.

^b Ces paramètres doivent être spécifiés de façon à répondre aux spécifications de la Recommandation UIT-T G.983.1.

^c Ce paramètre doit être mesuré en se fondant sur la méthode de mesure décrite dans la référence. Voir l'Annexe A pour plus de précisions.

^d Un signal d'alarme est effectif à l'état "bas". L'essai d'alarme doit être réalisé que l'état bas est défini lorsque aucune puissance optique n'est injectée à l'émetteur-récepteur, ou que l'état haut est défini lorsqu'une puissance optique supérieure à ce qui est spécifié au paramètre 11 est injectée à l'émetteur-récepteur (voir l'Annexe B).

^e Un signal d'arrêt est effectif à l'état "bas". L'essai d'arrêt doit être réalisé qu'une puissance optique inférieure à ce qui est spécifié au paramètre 31 est injectée avec la borne "Arrêt" sur l'état bas, ou qu'une puissance optique dans la plage spécifiée au paramètre 2 est injectée avec la borne "Arrêt" sur l'état haut (voir l'Annexe B).

^f Ces paramètres doivent être spécifiés entre les fournisseurs et les clients.

^g Les méthodes de mesure pour ces paramètres sont indiquées dans en 5.5.

L'interface des entrées/sorties d'horloge et de données doit répondre à la spécification mentionnée soit dans le Tableau 4 soit dans le Tableau 5. Les spécifications d'interface définies dans chaque tableau sont normalement désignées, respectivement, comme interfaces PECL et LVTTTL. De nouvelles dimensions d'interface seront ajoutées de façon appropriée.

Tableau 4 – Caractéristiques électriques (interface PECL)

Paramètre	Symbole	Exigences			Unité
		Valeur minimale	Valeur type	Valeur maximale	
Tension d'entrée d'horloge (état haut)	$U_{CINH} - U_{SUP}$	–1,17		–0,88	V
Tension d'entrée d'horloge (état bas)	$U_{CINL} - U_{SUP}$	–1,81		–1,43	V
Tension d'entrée de données (état haut)	$U_{DINH} - U_{SUP}$	–1,17		–0,88	V
Tension d'entrée de données (état bas)	$U_{DINL} - U_{sup}$	–1,81		–1,43	V
Tension de sortie d'horloge (état haut) ^a	$U_{COUTH} - U_{SUP}$		–0,96		V
Tension de sortie d'horloge (état bas) ^a	$U_{COU TL} - U_{SUP}$		–1,71		V
Tension de sortie de données (état haut) ^a	$U_{DOUTH} - U_{SUP}$		–0,96		V
Tension de sortie de données (état bas) ^a	$U_{DOU TL} - U_{SUP}$		–1,71		V
^a Sorties raccordées à $U_{SUP} - 2$ V.					

Tableau 5 – Caractéristiques électriques (interface LVTTTL)

Paramètre	Symbole	Exigences			Unité
		Valeur minimale	Valeur type	Valeur maximale	
Tension d'entrée d'horloge (état haut)	U_{CINH}	$U_{CINL} + 0,3$		U_{SUP}	V
Tension d'entrée d'horloge (état bas)	U_{CINL}	0		$U_{CINH} - 0,3$	V
Tension d'entrée d'horloge (niveau moyen des oscillations)	$U_{Ccenter}$	$\frac{U_{SUP}}{2} - 0,1$		$\frac{U_{SUP}}{2} + 0,1$	V
Tension d'entrée de données (état haut)	U_{DINH}	$U_{DINL} + 0,3$		U_{SUP}	V
Tension d'entrée de données (état bas)	U_{DINL}	0		$U_{DINH} - 0,3$	V
Tension d'entrée de données (niveau moyen des oscillations)	$U_{Dcenter}$	$\frac{U_{SUP}}{2} - 0,1$		$\frac{U_{SUP}}{2} + 0,1$	V
Tension de sortie d'horloge (état haut) ^a	U_{COUTH}	$U_{TT} + 0,4$			V
Tension de sortie d'horloge (état bas) ^a	U_{COUTL}			$U_{TT} - 0,4$	V
Tension de sortie de données (état haut) ^a	U_{DOUTH}	$U_{TT} + 0,4$			V
Tension de sortie de données (état bas) ^a	U_{DOUTL}			$U_{TT} - 0,4$	V
^a $U_{TT} = 1,5 \text{ V à } 1,8 \text{ V}$					

L'interface de sortie d'alarme doit répondre aux spécifications données dans le Tableau 6 ou dans le Tableau 7. Les spécifications d'interface définies dans chaque tableau sont normalement désignées, respectivement, comme interfaces PECL et LVTTTL. De nouvelles dimensions d'interface seront ajoutées de façon appropriée.

Tableau 6 – Caractéristiques électriques de tension de sortie d'alarme (interface PECL)

Paramètre	Symbole	Exigences			Unité
		Valeur minimale	Valeur type	Valeur maximale	
Tension de sortie d'alarme (état haut) ^a	U_{ALH}	2,4			V
Tension de sortie d'alarme (état bas) ^a	U_{ALL}			0,4	V
^a L'essai doit être réalisé avec un courant $I_{ALH} = -2 \text{ mA}$ à l'état haut et un courant $I_{ALL} = 2 \text{ mA}$ à l'état bas, pour V_{SUP} compris entre 3,135 V et 3,465 V.					

Tableau 7 – Caractéristiques électriques de tension de sortie d'alarme (interface LVTTTL)

Paramètre	Symbole	Exigences			Unité
		Valeur minimale	Valeur type	Valeur maximale	
Tension de sortie d'alarme (état haut) ^a	U_{ALH}	$U_{SUP} - 0,2$			V
Tension de sortie d'alarme (état bas) ^a	U_{ALL}			0,2	V
^a L'essai doit être réalisé avec un courant $I_{ALH} = -100 \mu\text{A}$ à l'état haut et un courant $I_{ALL} = 100 \mu\text{A}$ à l'état bas, pour U_{SUP} compris entre 3,135 V et 3,465 V.					

L'interface d'entrée d'arrêt doit répondre aux spécifications données dans le Tableau 8. De nouvelles dimensions d'interface seront ajoutées de façon appropriée.

Tableau 8 – Caractéristiques électriques de tension d'entrée d'arrêt (interfaces PECL et LVTTTL)

Paramètre	Symbole	Exigences			Unité
		Valeur minimale	Valeur type	Valeur maximale	
Tension d'entrée d'arrêt (état haut) ^a	U_{SDH}	2,0		$U_{SUP} + 0,3$	V
Tension d'entrée d'arrêt (état bas) ^a	U_{SDL}	–0,3		0,8	V
^a L'essai doit être réalisé avec U_{SUP} compris entre 3,135 V et 3,465 V.					

NOTE Les interfaces énumérées dans le Tableau 6, le Tableau 7 et le Tableau 8 font référence à la norme EIA/JEDEC JESD8-B, à l'exception de la tension d'alimentation électrique U_{SUP} , spécifiée dans le Tableau 2.

La relation entre la phase des signaux d'horloge et de données est représentée à la Figure 2. La phase des signaux de données est temporisée de sorte que les signaux de données soient verrouillés au niveau du temps de descente.

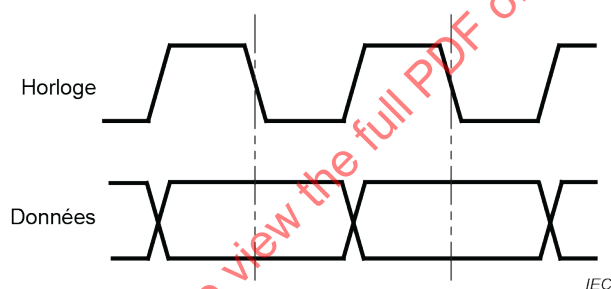


Figure 2 – Relation entre la phase des signaux d'horloge et de données

Des exemples de schémas de circuits électriques recommandés pour l'interface LVTTTL sont représentés aux sous-figures a) et b) de la Figure 3.