



IEC 62007-2

Edition 2.0 2009-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Semiconductor optoelectronic devices for fibre optic system applications –
Part 2: Measuring methods**

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 31.080.01; 31.260; 33.180.01

ISBN 978-2-88910-606-6

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms, definitions and abbreviations.....	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Abbreviations.....	8
4 Measuring methods for photoemitters.....	8
4.1 Outline of the measuring methods.....	8
4.2 Radiant power or forward current of LEDs and LDs with or without optical fibre pigtails.....	8
4.3 Small signal cut-off frequency (f_c) of LEDs and LDs with or without optical fibre pigtails.....	9
4.4 Threshold current of LDs with or without optical fibre pigtails.....	10
4.5 Relative intensity noise of LEDs and LDs with or without optical fibre pigtails.....	12
4.6 S_{11} parameter of LEDs, LDs and LD modules with or without optical fibre pigtails.....	13
4.7 Tracking error for LD modules with optical fibre pigtails, with or without cooler.....	15
4.8 Spectral linewidth of LDs with or without optical fibre pigtails.....	17
4.9 Modulation current at 1 dB efficacy compression (I_F (1 dB)) of LEDs.....	18
4.10 Differential efficiency (η_d) of a LD with or without pigtail and an LD module.....	20
4.11 Differential (forward) resistance r_d of an LD with or without pigtail.....	22
5 Measuring methods for receivers.....	23
5.1 Outline of the measuring methods.....	23
5.2 Noise of a PIN photodiode.....	23
5.3 Excess noise factor of an APD with or without optical fibre pigtails.....	25
5.4 Small-signal cut-off frequency of a photodiode with or without optical fibre pigtails.....	27
5.5 Multiplication factor of an APD with or without optical fibre pigtails.....	28
5.6 Responsivity of a PIN-TIA module.....	30
5.7 Frequency response flatness ($\Delta S/S$) of a PIN-TIA module.....	32
5.8 Output noise power (spectral) density $P_{NO,\lambda}$ of a PIN-TIA module.....	33
5.9 Low frequency output noise power (spectral) density ($P_{NO,\lambda,LF}$) and corner frequency (f_{COR}) of a PIN-TIA module.....	35
5.10 Minimum detectable power of PIN-TIA module.....	36
Bibliography.....	38
Figure 1 – Equipment setup for measuring radiant power and forward current of LEDs and LDs.....	8
Figure 2 – Circuit diagram for measuring small-signal cut-off frequency LEDs and LDs.....	10
Figure 3 – Circuit diagram for measuring threshold current of a LD.....	11
Figure 4 – Graph to determine threshold current of lasers.....	11
Figure 5 – Circuit diagram for measuring RIN of LEDs and LDs.....	12
Figure 6 – Circuit diagram for measuring the S_{11} parameter LEDs, LDs and LD modules.....	14

Figure 7– Cathode and anode connected to the package of a LD.....	15
Figure 8 – Output radiant power versus time.....	16
Figure 9 – Output radiant power versus case temperature	16
Figure 10 – Circuit diagram for measuring linewidth of LDs.....	17
Figure 11 – Circuit diagram for measuring 1 dB efficacy compression of LDs.....	19
Figure 12 – Plot of $\log V_2$ versus $\log I_1$	20
Figure 13 – Circuit diagram for measuring differential efficiency of a LD	21
Figure 14 – Current waveform for differential efficiency measurement	21
Figure 15 – Circuit diagram for measuring differential resistance	22
Figure 16 – Current waveform for differential resistance	23
Figure 17 – Circuit diagram for measuring noise of a PIN photoreceiver	24
Figure 18 – Circuit diagram for measuring noise with synchronous detection	25
Figure 19 – Circuit diagram for measuring excess noise of an APD.....	26
Figure 20 – Circuit diagram for measuring small-signal cut-off wavelength of a photodiode.....	28
Figure 21 – Circuit diagram for measuring multiplication factor of an APD	29
Figure 22 – Graph showing measurement of I_{R1} and I_{R2}	30
Figure 23 – Circuit diagram for measuring responsivity of a PIN-TIA module	31
Figure 24 – Circuit diagram for measuring frequency response flatness of a PIN-TIA module.....	32
Figure 25 – Circuit diagram for measuring output noise power (spectral) density of a PIN-TIA module under matched output conditions.....	34
Figure 26 – Circuit diagram for measuring output noise power (spectral) density of a non-irradiated PIN-TIA module in the low frequency region.....	35
Figure 27 – Graph of V_m versus frequency.....	36
Figure 28 – Circuit diagram for measuring minimum detectable power of a PIN-TIA module at a specified bit-error rate (<i>BER</i>) or carrier-to-noise ratio (<i>C/N</i>)	37

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR OPTOELECTRONIC DEVICES FOR FIBRE OPTIC SYSTEM APPLICATIONS –

Part 2: Measuring methods

FOREWORD

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

International Standard IEC 62007-2 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

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

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

- a) descriptions related to analogue characteristics have been removed;
- b) some definitions and terms have been revised for harmonisation with other standards originating from SC 86C.

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

FDIS	Report on voting
86C/868/FDIS	86C/870/RVD

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

Semiconductor optical signal transmitters and receivers play important roles in optical information networks. This standard covers the measurement procedures for their optical and electrical properties that are intended for digital communication systems. These properties are essential to specify their performance.

SEMICONDUCTOR OPTOELECTRONIC DEVICES FOR FIBRE OPTIC SYSTEM APPLICATIONS –

Part 2: Measuring methods

1 Scope

This part of IEC 62007 describes the measuring methods applicable to the semiconductor optoelectronic devices to be used in the field of fibre optic digital communication systems and subsystems.

All optical fibres and cables that are defined in IEC 60793 series, IEC 60794 series are applicable. All optical connectors that are defined in IEC 60874 series are applicable, if a pigtail is to be terminated with an optical connector.

2 Normative references

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

IEC 60050-731:1991, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 731: Optical fibre communication*

IEC 60793 (all parts), *Optical fibres*

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

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	42
INTRODUCTION.....	44
1 Domaine d'application	45
2 Références normatives.....	45
3 Termes, définitions et abréviations	45
3.1 Termes et définitions	45
3.2 Abréviations	46
4 Méthodes de mesure pour les photoémetteurs.....	46
4.1 A propos des méthodes de mesure	46
4.2 Flux énergétique ou courant direct des DEL et des DL avec ou sans fibre amorce.....	46
4.3 Fréquence de coupure en petits signaux (f_c) des DEL et DL avec ou sans fibres amorces.....	47
4.4 Courant de seuil des DL avec ou sans fibre amorce	49
4.5 Intensité relative du bruit des DEL et DL avec ou sans fibre amorce.....	50
4.6 Paramètre S_{11} des DEL, DL et modules DL avec ou sans fibre amorce	51
4.7 Erreur de poursuite d'un module DL avec fibres amorces, avec ou sans élément refroidisseur.....	53
4.8 Largeur de ligne spectrale des DL avec ou sans fibre amorce	56
4.9 Courant de modulation correspondant à 1 dB de compression d'efficacité (I_F (1 dB)) des DEL	57
4.10 Efficacité différentielle (η_d) d'une DL avec ou sans fibre amorce et d'un module DL.....	59
4.11 Résistance différentielle (directe) r_d d'une DL avec ou sans fibre amorce	61
5 Méthodes de mesures relatives aux récepteurs	62
5.1 A propos des méthodes de mesure	62
5.2 Bruit d'une photodiode PIN.....	62
5.3 Facteur d'excès de bruit d'une APD avec ou sans fibre amorce	64
5.4 Fréquence de coupure en petits signaux d'une photodiode avec ou sans fibre amorce.....	66
5.5 Facteur de multiplication d'une APD avec ou sans fibre amorce	67
5.6 Sensibilité d'un module PIN-TIA	69
5.7 Monotonie de la réponse en fréquence ($\Delta S/S$) d'un module PIN-TIA.....	71
5.8 Densité (spectrale) de la puissance de bruit $P_{no,\lambda}$ en sortie d'un module PIN-TIA	72
5.9 Densité (spectrale) de la puissance de bruit en basse fréquence ($P_{no,\lambda, LF}$) et de la fréquence de cassure (f_{cor}) en sortie d'un module PIN-TIA.....	74
5.10 Puissance minimale détectable d'un module PIN-TIA	75
Bibliographie.....	78
Figure 1 – Appareillage destiné à la mesure du flux énergétique et du courant direct des DEL et DL	47
Figure 2 – Schéma du circuit destiné à la mesure de la fréquence de coupure des DEL et DL en petits signaux	48
Figure 3 – Schéma du circuit destiné à la mesure du courant de seuil d'une DL.....	49
Figure 4 – Graphique permettant de déterminer le courant de seuil des lasers	50
Figure 5 – Schéma du circuit de mesure de l'intensité relative du bruit des DEL et des DL ...	50

Figure 6 – Schéma du circuit de la mesure du paramètre S_{11} des DEL, DL et modules DL	52
Figure 7 – Cathode et anode reliées au boîtier de la DL.....	54
Figure 8 – Flux énergétique en sortie en fonction du temps	55
Figure 9 – Flux énergétique en sortie en fonction de la température de boîtier.....	55
Figure 10 – Schéma du circuit de mesure de la largeur de ligne des DL	56
Figure 11 – Schéma du circuit de mesure de la compression d'efficacité à 1 dB des DL	58
Figure 12 – Tracé de $\log V_2$ en fonction de $\log I_1$	59
Figure 13 – Schéma du circuit de mesure de l'efficacité différentielle d'une DL.....	60
Figure 14 – Forme d'onde du courant pour la mesure de l'efficacité différentielle.....	60
Figure 15 – Schéma du circuit de mesure de la résistance différentielle.....	61
Figure 16 – Forme d'onde du courant pour la mesure de la résistance différentielle.....	62
Figure 17 – Schéma du circuit de mesure du bruit d'un photorécepteur PIN.....	63
Figure 18 – Schéma du circuit de mesure du bruit par détection synchrone	64
Figure 19 – Schéma du circuit de mesure de l'excès de bruit d'une APD	65
Figure 20 – Schéma du circuit de mesure de la fréquence de la longueur d'onde de coupure en petits signaux d'une photodiode	67
Figure 21 – Schéma du circuit de mesure du facteur de multiplication d'une APD.....	68
Figure 22 – Graphique présentant les mesures de I_{R1} et I_{R2}	69
Figure 23 – Schéma du circuit de mesure de la sensibilité d'un module PIN-TIA.....	70
Figure 24 – Schéma du circuit de mesure de la monotonie de la réponse en fréquence d'un module PIN-TIA.....	71
Figure 25 – Schéma du circuit de mesure de la densité (spectrale) de la puissance de bruit en sortie d'un module PIN-TIA avec sortie adaptée.....	73
Figure 26 – Schéma du circuit de mesure de la densité (spectrale) de la puissance de bruit en sortie d'un module PIN-TIA non-irradié en basse fréquence	74
Figure 27 – Graphique présentant V_m en fonction de la fréquence	75
Figure 28 – Schéma du circuit de la mesure de la puissance minimale détectable d'un module PIN-TIA pour un taux d'erreur sur les bits (BER) ou un rapport porteuse/bruit (C/N) spécifiés	76

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 2: Méthodes de mesure

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62007-2 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

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

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

- a) les descriptions relatives aux caractéristiques analogiques ont été retirées;
- b) certains termes et définitions ont été revus afin de les harmoniser avec ceux des autres normes émises par le SC 86C.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86C/868/FDIS	86C/870/RVD

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent 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 62007, présentées sous le titre général *Dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs pour application dans les systèmes à fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

INTRODUCTION

Les émetteurs et récepteurs de signaux optiques à semi-conducteurs jouent des rôles importants dans les réseaux d'information optiques. La présente norme traite des procédures de mesure de leurs propriétés électriques et optiques qui sont conçues pour des systèmes de télécommunications numériques. Ces propriétés sont essentielles pour spécifier leurs performances.

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

Partie 2: Méthodes de mesure

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62007 décrit les méthodes de mesure applicables aux dispositifs optoélectroniques à semi-conducteurs utilisés dans le domaine des systèmes et sous-systèmes de télécommunication numérique à fibres optiques.

Tous les câbles et fibres optiques définis dans les séries CEI 60793 et CEI 60794 sont concernés. Tous les connecteurs optiques définis dans la série CEI 60874 sont concernés, si une fibre amorce est terminée par un connecteur optique.

2 Références normatives

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

CEI 60050-731:1991, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 731: Télécommunications par fibres optiques*

CEI 60793 (toutes les parties), *Fibres optiques*

CEI 60794 (toutes les parties), *Câbles à fibres optiques*

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