

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Cable networks for television signals, sound signals and interactive services –  
Part 6: Optical equipment**

**Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de  
radiodiffusion sonore et services interactifs –  
Partie 6: Matériels optiques**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 33.060.40; 33.160.99

ISBN 978-2-8322-4462-3

**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.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references .....	9
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations.....	11
3.1 Terms and definitions .....	11
3.2 Symbols .....	18
3.3 Abbreviations .....	19
4 Methods of measurement .....	20
4.1 Measurement requirements .....	20
4.1.1 General .....	20
4.1.2 Input specification .....	20
4.1.3 Measurement conditions.....	20
4.2 Optical power .....	21
4.3 Loss, isolation, directivity and coupling ratio.....	21
4.3.1 General .....	21
4.3.2 Measurement requirements .....	21
4.3.3 Principle of measurement .....	21
4.4 Return loss.....	22
4.5 Saturation output power of an optical amplifier .....	22
4.5.1 Purpose.....	22
4.5.2 Procedure.....	22
4.6 Centroidal wavelength and spectral width under modulation.....	23
4.7 Linewidth and chirping of transmitters with single mode lasers .....	23
4.7.1 Purpose.....	23
4.7.2 Equipment required .....	23
4.7.3 General measurement requirements .....	23
4.7.4 Procedure.....	24
4.7.5 Potential sources of error .....	25
4.8 Optical modulation index .....	25
4.8.1 Purpose.....	25
4.8.2 Equipment required .....	25
4.8.3 Procedure.....	25
4.8.4 Potential sources of error .....	26
4.9 Reference output level of an optical receiver .....	26
4.9.1 Purpose.....	26
4.9.2 Equipment required .....	26
4.9.3 General measurement requirements .....	27
4.9.4 Procedure.....	27
4.9.5 Potential sources of error .....	27
4.10 Slope and flatness.....	28
4.10.1 Purpose.....	28
4.10.2 Equipment required .....	28
4.10.3 Procedure.....	28
4.10.4 Potential sources of error .....	29

4.11	Composite second order distortion (CSO) of optical transmitters .....	29
4.11.1	Purpose.....	29
4.11.2	Equipment required .....	30
4.11.3	Procedure.....	30
4.11.4	Potential sources of error .....	30
4.12	Composite triple beats (CTB) of optical transmitters .....	30
4.12.1	Purpose.....	30
4.12.2	Equipment required .....	31
4.12.3	Procedure.....	31
4.12.4	Potential sources of error .....	31
4.13	Composite crossmodulation of optical transmitters .....	31
4.13.1	Purpose.....	31
4.13.2	Equipment required .....	32
4.13.3	Procedure.....	32
4.13.4	Potential sources of error .....	34
4.14	Receiver intermodulation .....	34
4.14.1	Purpose.....	34
4.14.2	Equipment required .....	34
4.14.3	General measurement requirements .....	35
4.14.4	Procedure.....	35
4.14.5	Potential sources of error .....	36
4.15	Microscopic gain tilt of optical amplifiers.....	36
4.15.1	Purpose.....	36
4.15.2	Equipment required .....	36
4.15.3	Procedure.....	37
4.15.4	Potential sources of error .....	38
4.16	Noise parameters of optical transmitters and optical receivers .....	38
4.16.1	Purpose.....	38
4.16.2	Equipment required .....	38
4.16.3	General measurement requirements .....	39
4.16.4	Procedure.....	40
4.16.5	Relative intensity noise.....	42
4.16.6	Equivalent input noise current density .....	42
4.16.7	Potential sources of error .....	43
4.17	Method for combined measurement of relative intensity noise ( $R/N$ ), optical modulation index and equivalent input noise current.....	43
4.17.1	Purpose.....	43
4.17.2	Equipment required .....	43
4.17.3	General measurement conditions .....	44
4.17.4	Procedure.....	44
4.17.5	Potential sources of error .....	45
4.18	Noise figure of optical amplifiers.....	45
4.19	Influence of fibre .....	45
4.19.1	Purpose.....	45
4.19.2	Equipment required .....	45
4.19.3	Procedure.....	45
4.19.4	Potential sources of error .....	46
4.20	SBS threshold .....	46

4.20.1	Purpose.....	46
4.20.2	Equipment required .....	46
4.20.3	Procedure.....	46
4.20.4	Potential sources of error .....	47
4.21	Carrier-to-crosstalk ratio (CCR).....	47
4.21.1	Purpose.....	47
4.21.2	Equipment required .....	47
4.21.3	Procedure.....	47
4.21.4	Potential sources of error .....	48
5	Universal performance requirements and recommendations .....	49
5.1	Safety .....	49
5.2	Electromagnetic compatibility (EMC) .....	49
5.3	Environmental .....	49
5.3.1	Requirements .....	49
5.3.2	Storage .....	49
5.3.3	Transportation .....	49
5.3.4	Installation or maintenance.....	49
5.3.5	Operation .....	49
5.4	Marking.....	50
6	Active equipment.....	50
6.1	Optical forward path transmitters.....	50
6.1.1	Classification.....	50
6.1.2	Data publication requirement.....	50
6.1.3	Recommendations .....	51
6.1.4	Performance requirements .....	51
6.2	Optical return path transmitters .....	53
6.2.1	Classification.....	53
6.2.2	Data publication requirement.....	53
6.2.3	Recommendations .....	53
6.2.4	Performance requirements .....	54
6.3	Optical receivers .....	54
6.3.1	Classification.....	54
6.3.2	Data publication requirements .....	54
6.3.3	Recommendations .....	55
6.3.4	Performance requirements .....	55
6.4	Optical amplifiers .....	56
6.4.1	Classification.....	56
6.4.2	Data publication requirements .....	56
6.4.3	Performance requirements .....	56
7	Connectors and splices .....	57
Annex A	(normative) Product specification worksheet for optical amplifiers.....	58
Annex B	(informative) Calculation of second-order distortion caused by microscopic gain tilt of optical amplifiers .....	59
Figure 1	– Tilt and microscopic gain tilt of optical amplifiers.....	17
Figure 2	– Measurement of optical loss, directivity and isolation .....	22
Figure 3	– Optical saturation output power.....	23

Figure 4 – Measurement of the chirping and the linewidth of transmitters .....	24
Figure 5 – Measurement of the optical modulation index.....	26
Figure 6 – Measurement of the reference output level of an optical receiver .....	27
Figure 7 – Measurement of the slope and flatness .....	28
Figure 8 – Evaluation of the slope.....	29
Figure 9 – Evaluating the flatness .....	29
Figure 10 – Device under test for measuring CSO of optical transmitters .....	30
Figure 11 – Device under test for measuring CTB of optical transmitters .....	31
Figure 12 – Arrangement for measuring composite crossmodulation of optical transmitters.....	33
Figure 13 – Arrangement of test equipment for measuring receiver intermodulation .....	35
Figure 14 – Arrangement of test equipment for measuring microscopic gain tilt .....	37
Figure 15 – System with internal noise sources .....	38
Figure 16 – PIN diode receiver .....	39
Figure 17 – Optical transmission system under test .....	40
Figure 18 – Arrangement of test equipment for carrier-to-noise measurement.....	40
Figure 19 – Measurement set-up for determination of the noise parameters and the optical modulation index .....	44
Figure 20 – Arrangement for measuring the SBS threshold.....	46
Figure 21 – Arrangement for measuring the CCR.....	48
Figure 22 – Classification of return path transmitters .....	53
Table 1 – Noise correction factors $C_n$ for different noise level differences $D$ .....	42
Table 2 – Classes of optical forward path transmitters .....	50
Table 3 – Data publication requirements for optical forward path transmitters .....	51
Table 4 – Recommendations for optical forward path transmitters.....	51
Table 5 – Requirements for optical forward path transmitters .....	52
Table 6 – Data publication requirements for optical return path transmitters .....	53
Table 7 – Recommendations for optical return path transmitters .....	53
Table 8 – Requirements for optical return path transmitters .....	54
Table 9 – Classification of optical receivers .....	54
Table 10 – Data publication requirements for optical receivers.....	55
Table 11 – Recommendations for optical receivers .....	55
Table 12 – Performance requirements for optical receivers.....	56
Table 13 – Classification of optical amplifiers.....	56
Table 14 – Performance requirements for optical amplifiers .....	57
Table A.1 – Parameters of optical amplifiers .....	58

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

## **CABLE NETWORKS FOR TELEVISION SIGNALS, SOUND SIGNALS AND INTERACTIVE SERVICES –**

### **Part 6: Optical equipment**

#### 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 60728-6 has been prepared by technical area 5: Cable networks for television signals, sound signals and interactive services, of IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2003 of which it constitutes a technical revision.

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

- The normative references were updated.
- The methods of measurement for optical power and return loss were substituted by references to other standards.
- The method of measurement for polarization dependent loss was deleted.
- A method of measurement for carrier-to-crosstalk ratio (CCR) was added.

- The methods of measurement for CSO and CTB of optical amplifiers were substituted by a method of measurement for microscopic gain tilt of optical amplifiers. This parameter can be used for calculating the second order distortion of optical amplifiers according to the method described in the new Annex B.
- New classes for optical transmitters and receivers have been defined.

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

CDV	Report on voting
100/1654/CDV	100/1789/RVC

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

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

The list of all the parts of the IEC 60728 series, under the general title *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services*, can be found on the IEC website.

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

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

## INTRODUCTION

Standards of the IEC 60728 series deal with cable networks including equipment and associated methods of measurement for headend reception, processing and distribution of television signals, sound signals and their associated data signals and for processing, interfacing and transmitting all kinds of signals for interactive services using all applicable transmission media.

- This covers all kinds of networks that convey modulated RF carriers such as CATV-networks;
- MATV-networks and SMATV-networks;
- individual receiving networks;

and all kinds of equipment, systems and installations installed in such networks.

NOTE CATV encompasses the Hybrid Fibre Coaxial (HFC) networks used nowadays to provide telecommunications services, voice, data and audio and video both broadcast and narrowcast.

The extent of this standardisation work is from the antennas and/or special signal source inputs to the headend or other interface points to the network up to the terminal input.

The standardisation of any user terminals (i.e. tuners, receivers, decoders, multimedia terminals, etc.) as well as of any coaxial, balanced and optical cables and accessories thereof is excluded.

The reception of television signals inside a building requires an outdoor antenna and a distribution network to convey the signal to the TV receivers.



# CABLE NETWORKS FOR TELEVISION SIGNALS, SOUND SIGNALS AND INTERACTIVE SERVICES –

## Part 6: Optical equipment

### 1 Scope

This part of IEC 60728 lays down the measuring methods, performance requirements and data publication requirements of optical equipment of cable networks for television signals, sound signals and interactive services.

This standard

- applies to all optical transmitters, receivers, amplifiers, directional couplers, isolators, multiplexing devices, connectors and splices used in cable networks;
- covers the frequency range 5 MHz to 3 000 MHz;

NOTE The upper limit of 3 000 MHz is an example, but not a strict value.

- identifies guaranteed performance requirements for certain parameters;
- lays down data publication requirements with guaranteed performance;
- describes methods of measurement for compliance testing.

All requirements and published data relate to minimum performance levels within the specified frequency range and in well-matched conditions as might be applicable to cable networks for television signals, sound signals and interactive services.

### 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 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

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

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12+ 12 h cycle)*

IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60068-2-40, *Environmental testing – Part 2-40: Tests – Test Z/AM: Combined cold/low air pressure tests*

IEC 60169-24, *Radio-frequency connectors – Part 24: Radio-frequency coaxial connectors with screw coupling, typically for use in 75 ohm cable distribution systems (Type F)*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60728-1, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: System performance of forward paths*

IEC 60728-2, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 2: Electromagnetic compatibility for equipment*

IEC 60728-3:2010, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 3: Active wideband equipment for coaxial cable networks*

IEC 60728-11, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 11: Safety*

IEC 60728-13:2010, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 13: Optical systems for broadcast signal transmissions*

IEC 60793-2-50:2008, *Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres*

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

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 basic test procedures – Part 1-3: General communication subsystems – Central wavelength and spectral width measurement*

IEC 61282-4, *Fibre optic communication system design guides – Part 4: Accommodation and utilization of non-linear effects*

IEC 61290-1 (all parts), *Optical amplifiers – Test methods – Part 1: Power and gain parameters*

IEC 61290-1-3, *Optical amplifiers – Test methods – Part 1-3: Power and gain parameters – Optical power meter method*

IEC 61290-3-2:2003, *Optical amplifiers – Part 3-2: Test methods for noise figure parameters – Electrical spectrum analyzer method*

IEC 61290-5 (all parts), *Optical amplifiers – Test methods – Part 5: Reflectance parameters*

IEC 61290-6 (all parts), *Optical fibre amplifiers – Basic specification – Part 6: Test methods for pump leakage parameters*

IEC 61290-11 (all parts), *Optical amplifiers – Test methods – Part 11: Polarization mode dispersion parameter*

IEC 61291-1, *Optical amplifiers – Part 1: Generic specification*

IEC 61291-5-2, *Optical amplifiers – Part 5-2: Qualification specifications – Reliability qualification for optical fibre amplifiers*

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 61754-4, *Fibre optic connector interfaces – Part 4: Type SC connector family*

IEC/TR 61931:1998, *Fibre optic – Terminology*

IEC 80416 (all parts), *Basic principles for graphical symbols for use on equipment*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	66
INTRODUCTION.....	68
1 Domaine d'application .....	69
2 Références normatives.....	69
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	71
3.1 Termes et définitions .....	71
3.2 Symboles.....	78
3.3 Abréviations.....	80
4 Méthodes de mesure .....	81
4.1 Exigences de mesure.....	81
4.1.1 Généralités.....	81
4.1.2 Spécification d'entrée .....	81
4.1.3 Conditions de mesure.....	81
4.2 Puissance optique .....	81
4.3 Affaiblissement, isolation, directivité et rapport de couplage .....	81
4.3.1 Généralités.....	81
4.3.2 Exigences de mesure .....	82
4.3.3 Principe de mesure.....	82
4.4 Affaiblissement de réflexion .....	82
4.5 Puissance optique de sortie de saturation d'un amplificateur .....	83
4.5.1 Objet .....	83
4.5.2 Mode opératoire .....	83
4.6 Longueur d'onde au centre et largeur de spectre avec modulation .....	83
4.7 Largeur de raie et fluctuation de longueur d'onde des émetteurs avec lasers monomode.....	83
4.7.1 Objet .....	83
4.7.2 Matériel exigé.....	83
4.7.3 Exigences générales de mesure .....	84
4.7.4 Mode opératoire .....	84
4.7.5 Sources d'erreur potentielles .....	85
4.8 Indice de modulation optique .....	85
4.8.1 Objet .....	85
4.8.2 Matériel exigé.....	86
4.8.3 Mode opératoire .....	86
4.8.4 Sources d'erreur potentielles .....	87
4.9 Niveau de sortie de référence d'un récepteur optique .....	87
4.9.1 Objet .....	87
4.9.2 Matériel exigé.....	87
4.9.3 Exigences générales de mesure .....	87
4.9.4 Mode opératoire .....	87
4.9.5 Sources d'erreur potentielles .....	88
4.10 Pente et planéité.....	88
4.10.1 Objet .....	88
4.10.2 Matériel exigé.....	88
4.10.3 Mode opératoire .....	89
4.10.4 Sources d'erreur potentielles .....	90
4.11 Distorsion composite d'ordre deux (CSO) des émetteurs optiques .....	90

4.11.1	Objet .....	90
4.11.2	Matériel exigé .....	90
4.11.3	Mode opératoire .....	90
4.11.4	Sources d'erreur potentielles .....	91
4.12	Battements triples composites (CTB) des émetteurs optiques .....	91
4.12.1	Objet .....	91
4.12.2	Matériel exigé .....	91
4.12.3	Mode opératoire .....	92
4.12.4	Sources d'erreur potentielles .....	92
4.13	Transmodulation composite des émetteurs optiques .....	92
4.13.1	Objet .....	92
4.13.2	Matériel exigé .....	92
4.13.3	Mode opératoire .....	93
4.13.4	Sources d'erreur potentielles .....	95
4.14	Intermodulation du récepteur .....	95
4.14.1	Objet .....	95
4.14.2	Matériel exigé .....	95
4.14.3	Exigences générales de mesure .....	96
4.14.4	Mode opératoire .....	96
4.14.5	Sources d'erreur potentielles .....	98
4.15	Variation de gain microscopique des amplificateurs optiques .....	98
4.15.1	Objet .....	98
4.15.2	Matériel exigé .....	98
4.15.3	Mode opératoire .....	99
4.15.4	Sources d'erreur potentielles .....	100
4.16	Paramètres de bruit des émetteurs optiques et des récepteurs optiques .....	100
4.16.1	Objet .....	100
4.16.2	Matériel exigé .....	100
4.16.3	Exigences générales de mesure .....	101
4.16.4	Mode opératoire .....	102
4.16.5	Bruit d'intensité relatif .....	104
4.16.6	Densité de courant de bruit d'entrée équivalent .....	104
4.16.7	Sources d'erreur potentielles .....	105
4.17	Méthode de mesure combinée du bruit d'intensité relatif ( $R/N$ ), de l'indice de modulation optique et du courant de bruit d'entrée équivalent .....	105
4.17.1	Objet .....	105
4.17.2	Matériel exigé .....	106
4.17.3	Conditions générales de mesure .....	106
4.17.4	Mode opératoire .....	106
4.17.5	Sources d'erreur potentielles .....	107
4.18	Facteur de bruit des amplificateurs optiques .....	108
4.19	Influence de la fibre .....	108
4.19.1	Objet .....	108
4.19.2	Matériel exigé .....	108
4.19.3	Mode opératoire .....	108
4.19.4	Sources d'erreur potentielles .....	108
4.20	Seuil de SBS (diffusion de Brillouin stimulée) .....	108
4.20.1	Objet .....	108
4.20.2	Matériel exigé .....	108

4.20.3	Mode opératoire .....	109
4.20.4	Sources d'erreur potentielles .....	109
4.21	Rapport porteuse sur diaphonie (CCR) .....	110
4.21.1	Objet .....	110
4.21.2	Matériel exigé .....	110
4.21.3	Mode opératoire .....	110
4.21.4	Sources d'erreur potentielles .....	111
5	Exigences et recommandations de performance universelle .....	112
5.1	Sécurité .....	112
5.2	Compatibilité électromagnétique (CEM) .....	112
5.3	Environnement.....	112
5.3.1	Exigences.....	112
5.3.2	Stockage .....	112
5.3.3	Transport.....	112
5.3.4	Installation ou maintenance .....	112
5.3.5	Exploitation .....	112
5.4	Marquage .....	113
6	Matériel actif.....	113
6.1	Émetteurs optiques de voie directe .....	113
6.1.1	Classification.....	113
6.1.2	Exigences de publication des données .....	113
6.1.3	Recommandations .....	114
6.1.4	Exigences de performance .....	114
6.2	Émetteurs optiques de voie de retour.....	116
6.2.1	Classification.....	116
6.2.2	Exigences de publication des données .....	116
6.2.3	Recommandations .....	117
6.2.4	Exigences de performance .....	117
6.3	Récepteurs optiques .....	118
6.3.1	Classification.....	118
6.3.2	Exigences de publication des données .....	118
6.3.3	Recommandations .....	119
6.3.4	Exigences de performance .....	119
6.4	Amplificateurs optiques.....	120
6.4.1	Classification.....	120
6.4.2	Exigences de publication des données .....	120
6.4.3	Exigences de performance .....	120
7	Connecteurs et épissures .....	121
Annexe A (normative) Fiche technique de spécification de produit pour les amplificateurs optiques.....		122
Annexe B (informative) Calcul de la distorsion d'ordre deux provoquée par la variation de gain microscopique des amplificateurs optiques .....		123
Bibliographie.....		124
Figure 1 – Variation de gain et variation de gain microscopique d'amplificateurs optiques.....		78
Figure 2 – Mesure de l'affaiblissement, de la directivité et de l'isolation optiques.....		82
Figure 3 – Puissance optique de sortie de saturation .....		83

Figure 4 – Mesure de la fluctuation de longueur d'onde et de la largeur de raie des émetteurs .....	84
Figure 5 – Mesure de l'indice de modulation optique .....	86
Figure 6 – Mesure du niveau de sortie de référence d'un récepteur optique .....	88
Figure 7 – Mesure de la pente et de la planéité .....	89
Figure 8 – Évaluation de la pente .....	89
Figure 9 – Évaluation de la planéité .....	90
Figure 10 – Dispositif en essai pour mesurer la distorsion composite d'ordre deux des émetteurs optiques .....	91
Figure 11 – Dispositif en essai pour mesurer le battement triple composite des émetteurs optiques .....	92
Figure 12 – Montage de mesure de la transmodulation composite des émetteurs optiques .....	94
Figure 13 – Montage du matériel d'essai pour la mesure de l'intermodulation d'un récepteur .....	97
Figure 14 – Montage du matériel d'essai pour la mesure de la variation de gain microscopique .....	99
Figure 15 – Système avec sources de bruit internes .....	100
Figure 16 – Récepteur à diode PIN .....	101
Figure 17 – Système de transmission optique à l'essai .....	102
Figure 18 – Montage du matériel d'essai pour la mesure du rapport porteuse sur bruit .....	102
Figure 19 – Montage de mesure pour déterminer les paramètres de bruit et l'indice de modulation optique .....	107
Figure 20 – Montage de mesure du seuil de SBS .....	109
Figure 21 – Montage de mesure du CCR .....	111
Figure 22 – Classification des émetteurs de voie de retour .....	116
Tableau 1 – Facteurs de correction de bruit $C_n$ pour différentes différences de niveau de bruit $D$ .....	104
Tableau 2 – Classes d'émetteurs optiques de voie directe .....	113
Tableau 3 – Exigences de publication des données pour les émetteurs optiques de voie directe .....	114
Tableau 4 – Recommandations pour les émetteurs optiques de voie directe .....	114
Tableau 5 – Exigences pour les émetteurs optiques de voie directe .....	115
Tableau 6 – Exigences de publication des données pour les émetteurs optiques de voie de retour .....	117
Tableau 7 – Recommandations pour les émetteurs optiques de voie de retour .....	117
Tableau 8 – Exigences pour les émetteurs optiques de voie de retour .....	118
Tableau 9 – Classification des récepteurs optiques .....	118
Tableau 10 – Exigences de publication des données pour les récepteurs optiques .....	119
Tableau 11 – Recommandations pour les récepteurs optiques .....	119
Tableau 12 – Exigences de performance pour les récepteurs optiques .....	120
Tableau 13 – Classification des amplificateurs optiques .....	120
Tableau 14 – Exigences de performance pour les amplificateurs optiques .....	121
Tableau A.1 – Paramètres des amplificateurs optiques .....	122

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

# RÉSEAUX DE DISTRIBUTION PAR CÂBLES POUR SIGNAUX DE TÉLÉVISION, SIGNAUX DE RADIODIFFUSION SONORE ET SERVICES INTERACTIFS –

## Partie 6: Matériels optiques

### 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 du présent document 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.

La Norme internationale IEC 60728-6 a été établie par le domaine technique 5: Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs, du comité d'études 100 de l'IEC: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2003, dont elle constitue une révision technique.

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

- Les références normatives ont été mises à jour.



- Les méthodes de mesure de la puissance optique et de l'affaiblissement de réflexion ont été remplacées par des références à d'autres normes.
- La méthode de mesure de l'affaiblissement dépendant de la polarisation a été supprimée.
- Une méthode de mesure du rapport porteuse sur diaphonie (CCR) a été ajoutée.
- Les méthodes de mesure de CSO (Distorsion composite d'ordre deux) et de CTB (Battement triple composite) des amplificateurs optiques ont été remplacées par une méthode de mesure de la variation de gain microscopique des amplificateurs optiques. Ce paramètre peut être utilisé pour calculer la distorsion d'ordre deux des amplificateurs optiques selon la méthode décrite à la nouvelle Annexe B.
- De nouvelles classes d'émetteurs et récepteurs optiques ont été définies.

La présente version bilingue (2021-10) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2011-04.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

La version française de la norme n'a pas été soumise au vote.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60728, publiées sous le titre général *Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

## INTRODUCTION

Les normes de la série IEC 60728 traitent des réseaux de distribution par câbles, y compris les appareils et méthodes de mesure associées pour la réception en tête de réseau, le traitement et la distribution des signaux de télévision, des signaux de radiodiffusion sonore et de leurs signaux de données associés et pour le traitement, l'interface et la transmission de toutes sortes de signaux pour les services interactifs utilisant tout support de transmission approprié.

- Celles-ci couvrent tous les types de réseaux acheminant des porteuses RF (Radiofréquence) modulées telles que des réseaux par CATV (Antenne communautaire, en anglais *Community Antenna Television*).
- Les réseaux associés aux antennes collectives pour la réception terrestre, et aux antennes collectives pour la réception par satellite.
- Les réseaux pour la réception individuelle.

et tous types de matériels, systèmes et installations utilisés dans de tels réseaux.

NOTE Le terme CATV englobe les réseaux hybrides à fibres optiques et câble coaxial (HFC) utilisés aujourd'hui pour fournir des services de télécommunications, vocaux, de données, audio et vidéo à la fois à diffusion large et à diffusion ciblée.

Ces travaux de normalisation couvrent les éléments entre les antennes et/ou les entrées pour source spécifique de signal et la tête de réseau ou entre d'autres points d'interface d'accès au réseau et jusqu'à l'entrée du terminal.

La normalisation de tous les terminaux d'utilisateur (à savoir, les syntoniseurs, les récepteurs, les décodeurs, les terminaux multimédias, etc.) ainsi que de tous les câbles coaxiaux, équilibrés et optiques et leurs accessoires, est exclue.

La réception des signaux de télévision à l'intérieur d'un bâtiment exige une antenne extérieure et un réseau de distribution pour transmettre les signaux aux récepteurs de télévision.

# RÉSEAUX DE DISTRIBUTION PAR CÂBLES POUR SIGNAUX DE TÉLÉVISION, SIGNAUX DE RADIODIFFUSION SONORE ET SERVICES INTERACTIFS –

## Partie 6: Matériels optiques

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60728 présente les méthodes de mesure, les exigences de performance et les exigences de publication de données des matériels optiques des réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs.

La présente norme

- s'applique à tous les émetteurs, récepteurs, amplificateurs, coupleurs directifs, isolateurs, dispositifs de multiplexage, connecteurs et épissures, optiques, utilisés dans les réseaux de distribution par câbles;
- couvre la gamme de fréquences de 5 MHz à 3 000 MHz;

NOTE La limite supérieure de 3 000 MHz est un exemple et non une valeur stricte.

- identifie les exigences de performance garanties pour certains paramètres;
- présente les exigences de publication des données avec une performance garantie;
- décrit les méthodes de mesure pour l'essai de conformité.

Toutes les exigences et les données publiées concernent les niveaux de performance minimums dans la gamme de fréquence spécifiée et dans des conditions d'adaptation correcte, tels que pouvant s'appliquer aux réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs.

### 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).

IEC 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-6:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

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

IEC 60068-2-30, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-31, *Essais d'environnement – Partie 2-31: Essais – Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels*

IEC 60068-2-40, *Essais d'environnement – Partie 2-40: Essais – Essai Z/AM: Essais combinés froid/basse pression atmosphérique*

IEC 60169-24, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 24: Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques avec verrouillage à vis, pour usage dans les systèmes de distribution par câbles à 75 ohms (type F)*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60617, *Symboles graphiques pour schémas*

IEC 60728-1, *Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs – Partie 1: Performance du système de voie directe*

IEC 60728-2, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 2: Electromagnetic compatibility for equipment (disponible en anglais seulement)*

IEC 60728-3:2010, *Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs – Partie 3: Matériel actif à large bande pour réseaux de distribution par câbles*

IEC 60728-11, *Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs – Partie 11: sécurité*

IEC 60728-13:2010, *Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs – Partie 13: Systèmes optiques pour transmission de signaux de radiodiffusion*

IEC 60793-2-50:2008, *Fibres optiques – Partie 2-50: Spécifications de produit – Spécification intermédiaire pour les fibres unimodales de classe B*

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

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 61282-4, *Guides de conception des systèmes de communication à fibres optiques – Partie 4: Adaptation et utilisation des effets non linéaires*

IEC 61290-1 (toutes les parties), *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 1: Paramètres de puissance et de gain*

IEC 61290-1-3, *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 1-3: Paramètres de puissance et de gain – Méthode du wattmètre optique*

IEC 61290-3-2:2003, *Amplificateurs à fibres optiques – Partie 3-2: Méthodes d'essai pour les paramètres du facteur de bruit – Méthode de l'analyseur spectral électrique*

IEC 61290-5 (toutes les parties), *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 5: Paramètres de réflectance*

IEC 61290-6 (toutes les parties), *Amplificateurs à fibres optiques – Spécifications de base – Partie 6: Méthodes d'essai pour les paramètres de fuite de pompe*

IEC 61290-11 (toutes les parties), *Amplificateurs optiques – Méthodes d'essai – Partie 11: Paramètres de dispersion du mode de polarisation*

IEC 61291-1, *Amplificateurs optiques- Partie 1: Spécification générique*

IEC 61291-5-2, *Amplificateurs optiques – Partie 5.2: Spécifications de qualification – Qualification de fiabilité pour amplificateurs à fibres optiques*

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 61754-4, *Dispositifs d'interconnexion et composants passifs à fibres optiques – Interfaces de connecteurs pour fibres optiques – Partie 4: Famille de connecteurs du type SC*

IEC/TR 61931:1998, *Fibres optiques – Terminologie*

IEC 80416 (toutes les parties), *Principes de base pour les symboles graphiques utilisables sur le matériel*