

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Cable networks for television signals, sound signals and interactive services –
Part 113: Optical systems for broadcast signal transmissions loaded with digital
channels only**

**Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de
radiodiffusion sonore et services interactifs –
Partie 113: Systèmes optiques pour la transmission de signaux de diffusion
soumis à une charge de porteuses exclusivement numériques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.060.40

ISBN 978-2-8322-6337-2

**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.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms, definitions, graphical symbols and abbreviated terms.....	11
3.1 Terms and definitions	11
3.2 Graphical symbols.....	16
3.3 Abbreviated terms	17
4 Optical system reference model.....	19
5 Preparation of measurement.....	21
5.1 Environmental conditions	21
5.1.1 Standard measurement conditions.....	21
5.1.2 Temperature and humidity.....	21
5.1.3 Setting up the measuring setup and system under test.....	21
5.1.4 AGC/ALC operation.....	21
5.1.5 Impedance matching between pieces of equipment.....	21
5.1.6 Standard operating condition.....	21
5.1.7 Standard signal and measuring equipment	22
5.2 Accuracy of measuring equipment.....	22
5.3 Source power.....	22
6 Methods of measurement.....	22
6.1 Measuring points and items.....	22
6.1.1 General	22
6.1.2 Measuring points.....	22
6.1.3 Measured parameters	22
6.2 Optical power.....	24
6.2.1 Introduction.....	24
6.2.2 Measuring setup	24
6.2.3 Measuring method	24
6.2.4 Precautions for measurement.....	25
6.2.5 Presentation of the results.....	25
6.3 Signal level and RF signal to intermodulation and noise ratio S/IN.....	25
6.3.1 General	25
6.3.2 Measuring setup	25
6.3.3 Measuring conditions	26
6.3.4 Precautions for measurement.....	26
6.3.5 Presentation of the results.....	27
6.4 Signal-to-noise ratio of optical signals.....	27
6.4.1 General	27
6.4.2 Measuring setup	27
6.4.3 Measurement conditions	28
6.4.4 System RIN measuring method	28
6.4.5 S/N calculation based on RIN value.....	29
6.4.6 Component RIN calculation	30
6.4.7 Example for calculating signal-to-noise ratio S/N	31
6.5 Optical modulation index	32

6.6	Signal-to-crosstalk ratio (SCR)	32
6.6.1	General	32
6.6.2	Equipment required.....	32
6.6.3	General measurement requirements	33
6.6.4	Procedure.....	33
6.6.5	Potential sources of error	34
6.6.6	Presentation of the results.....	34
6.7	RF signal-to-intermodulation and noise ratio S/IN	34
6.7.1	General	34
6.7.2	Equipment required.....	34
6.7.3	Connection of the equipment.....	35
6.7.4	Measurement procedure.....	35
6.7.5	Presentation of the results.....	36
6.8	Bit error ratio (BER)	36
6.8.1	General	36
6.8.2	Connection of the equipment.....	36
6.8.3	Measurement procedure.....	37
6.8.4	Presentation of the results.....	37
6.9	BER versus S/N	37
6.9.1	General	37
6.9.2	Connection of the equipment.....	37
6.9.3	Measurement procedure.....	38
6.9.4	Presentation of the results.....	38
6.10	System noise margins	39
6.10.1	General	39
6.10.2	Connection of the equipment.....	39
6.10.3	Measurement procedure.....	40
6.10.4	Presentation of the results.....	40
6.11	Modulation error ratio (MER)	41
6.11.1	General	41
6.11.2	Connection of the equipment.....	41
6.11.3	Measurement procedure.....	42
6.11.4	Presentation of the results.....	42
7	Specification of the optical system for broadcast signal transmission	42
7.1	Digital broadcast system over optical network.....	42
7.2	Relationship between RIN and S/N	46
7.3	Optical wavelength	48
7.4	Frequency of source signal.....	48
7.5	Level difference between adjacent channels	48
7.6	BER at headend input	50
7.7	MER	50
7.8	S/N specification for in-house and in-building wirings.....	50
7.9	Electrical signal interference.....	51
7.10	Crosstalk due to optical fibre non-linearity	55
7.11	Interference due to intermodulation noise caused by fibre non-linearity	55
7.12	Environmental conditions	56
Annex A	(informative) Actual service systems and design considerations	57
A.1	General.....	57
A.2	Multi-channel service system.....	57

A.2.1	General	57
A.2.2	Operating conditions	58
A.2.3	Operating environment.....	58
A.3	Re-transmission service system	59
A.3.1	General	59
A.3.2	Operating conditions	59
A.3.3	Operating environment.....	60
A.4	S/N ratio calculation of optical network	60
A.5	System reference model.....	61
A.6	Hints for actual operation	64
A.6.1	Optimum operation.....	64
A.6.2	Key issues to be specified	65
Annex B (informative)	BER extrapolation method.....	66
Annex C (informative)	Optical system degradations	68
C.1	System degradation factors	68
C.2	Non-linear degradation	69
C.2.1	Degradation factors.....	69
C.2.2	Stimulated Brillouin scattering (SBS)	69
C.2.3	Stimulated Raman scattering (SRS).....	70
C.2.4	Self-phase modulation (SPM).....	73
C.2.5	Cross-phase modulation (XPM).....	73
Annex D (informative)	Measurement of parameters (R , I_{d0} , I_{eq} and G) required for RIN calculation	74
D.1	Measurement of the responsivity (R).....	74
D.2	Measurement of dark current (I_{d0}).....	74
D.3	Measurement of equivalent noise current density (I_{eq}).....	74
D.4	Measurement of gain (G).....	75
Annex E (informative)	Measurement of peak and average signal levels of digitally modulated signals.....	76
E.1	General.....	76
E.2	Peak and average power measurement using CCDF	76
E.3	Measurement method of CCDF	78
E.3.1	General	78
E.3.2	Measurement procedure.....	78
E.3.3	Estimation of BER from the CCDF measurement result	78
E.3.4	Examples of CCDF measurements	80
E.4	Performance evaluation of the FTTH system.....	81
E.4.1	General	81
E.4.2	Evaluation procedure	81
E.5	Potential sources of error	82
Annex F (informative)	Clipping noise	83
Bibliography	84
Figure 1	– Example of FTTH system for television and sound signal	20
Figure 2	– Points of performance specification of the FTTH system.....	21
Figure 3	– Typical optical video distribution system	23
Figure 4	– Test set-up for optical power measurement using a wavelength filter	24
Figure 5	– Test set-up for optical power measurement using a WDM coupler	24

Figure 6 – Test setup for RF signal to intermodulation and noise ratio measurement	26
Figure 7 – Measuring points in the optical cable TV network	27
Figure 8 – Test setup for RIN measurement	28
Figure 9 – Test setup for signal to crosstalk measurement	33
Figure 10 – Test setup for BER measurement	37
Figure 11 – Test setup for BER versus S/N measurement	37
Figure 12 – Extrapolation method of BER measurement	38
Figure 13 – Example of BER versus S/N characteristics	39
Figure 14 – Test setup for system noise margin measurement	40
Figure 15 – Example of system noise margin characteristics	41
Figure 16 – Test setup for MER measurement	41
Figure 17 – Example of result of MER measurement (64 QAM modulation format)	42
Figure 18 – Performance specified points	43
Figure 19 – Permissible signal level of adjacent channels (in the case of Japan)	49
Figure 20 – Section S/N for MDU wiring (specified by electrical signal)	51
Figure 21 – Section S/N for MDU wiring (specified by optical signal)	51
Figure 22 – Signal level difference with 3 rd order interference signal (ISDB-T)	52
Figure 23 – Level difference between signal and reflected (echo) signal (ISDB-T)	53
Figure 24 – Signal level difference with 3 rd order interference signal (ISDB-C 64 QAM)	53
Figure 25 – Signal level difference with 3 rd order interference signal (ISDB-C 256 QAM)	54
Figure 26 – Level difference between signal and reflected (echo) signal (ISDB-C 64 QAM, ISDB-C2 256 QAM to 4 096 QAM)	54
Figure 27 – Level difference between signal and reflected (echo) signal (ISDB-C 256 QAM)	55
Figure A.1 – Example of a multi-channel service system of one million terminals	57
Figure A.2 – Example of a multi-channel service system of 2 000 terminals	58
Figure A.3 – Example of re-transmission service system of 72 terminals	59
Figure A.4 – Example of re-transmission service system of 144 terminals	59
Figure A.5 – Model 1 system performance calculation	63
Figure A.6 – Model 4 system performance calculation	64
Figure B.1 – Extrapolation method of BER measurement	66
Figure B.2 – BER characteristics for 256 QAM, 1 024 QAM and 4 096 QAM (Extrapolation method)	67
Figure C.1 – Reflection model	68
Figure C.2 – Degradation factors of optical transmission system	69
Figure C.3 – SBS generation image	69
Figure C.4 – Interference between two wavelengths	71
Figure C.5 – Simulation of SRS (OLT transmission power versus D/U)	71
Figure C.6 – Simulation of SRS (D/U in arbitrary unit versus fibre length)	72
Figure C.7 – Fibre length of the first peak of SRS D/U versus frequency	72
Figure C.8 – GE-PON idle pattern spectrum (ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017 1 000 Base-PX) (62,5 MHz = 1 250 Mbps/20 bit)	73
Figure D.1 – Measurement of gain (<i>G</i>)	75
Figure E.1 – Typical CCDF curves for OFDM and M-QAM signals	77

Figure E.2 – CCDF measurement setup	78
Figure E.3 – CCDF measurement example	79
Figure E.4 – SER vs S/N performance in an AWGN channel	80
Figure E.5 – Example of CCDF measurements	80
Figure E.6 – Performance evaluation of digital optical signals in the FTTH system	81
Figure E.7 – CCDF measurement bandwidth	81
Figure F.1 – Clipping effects in laser diode static curve (IL curve).....	83
Figure F.2 – Clipping noise, zero span, sweeping time is 100 μ s.....	83
Table 1 – Level of RF signals	14
Table 2 – Optical wavelength for FTTH system.....	19
Table 3 – Frequency range	19
Table 4 – Measuring instruments.....	22
Table 5 – Measuring points and measured parameters	23
Table 6 – Parameters used for the calculation of signal-to-noise ratio (S/N)	31
Table 7 – RF signal noise bandwidth.....	36
Table 8 – Minimum S/N ratio (SDU case).....	43
Table 9 – Minimum S/N ratio (MDU case).....	44
Table 10 – Minimum RF signal to noise ratio requirements in operation	45
Table 11 – Types of broadcast services and relative carrier level.....	47
Table 12 – Type of service and minimum operational RIN values	47
Table 13 – Section S/N ratio for in-house/in-building wiring (Japan)	50
Table 14 – Limits for in-channel electrical signal interference.....	52
Table 15 – Interference level due to fibre non-linearity.....	56
Table 16 – Environmental conditions	56
Table A.1 – Operating conditions of a multi-channel service system.....	58
Table A.2 – Operating conditions of re-transmission service system.....	60
Table A.3 – Basic system parameters for multi-channel and re-transmission service systems.....	62
Table C.1 – Disturbance parameter of Raman crosstalk.....	70

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CABLE NETWORKS FOR TELEVISION SIGNALS,
SOUND SIGNALS AND INTERACTIVE SERVICES –****Part 113: Optical systems for broadcast signal
transmissions loaded with digital channels only**

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 60728-13 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 bilingual version (2018-12) corresponds to the monolingual English version, published in 2018-07.

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

FDIS	Report on voting
100/3103/FDIS	100/3125/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

The list of all the parts of the IEC 60728 series, published 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 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

International Standards and other deliverables of the IEC 60728 series deal with cable networks, including equipment and associated methods of measurement for headend reception, processing and distribution of television and sound signals and for processing, interfacing and transmitting all kinds of data signals for interactive services using all applicable transmission media. These signals are typically transmitted in networks by frequency-multiplexing techniques.

This includes, for instance:

- regional and local broadband cable networks,
- extended satellite and terrestrial television distribution systems,
- individual satellite and terrestrial television receiving systems,

and all kinds of equipment, systems and installations used in such cable networks, distribution and receiving systems.

The extent of this standardization work ranges from antennas and/or special interfaces to headends, or other interface points on the network up to any terminal interface of the equipment on the customer's premises.

The standardization work will consider coexistence with users of the RF spectrum in wired and wireless transmission systems.

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

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

Part 113: Optical systems for broadcast signal transmissions loaded with digital channels only

1 Scope

This part of IEC 60728 is applicable to optical transmission systems for broadcast signal transmission that consist of headend equipment, optical transmission lines, in-house wirings and system outlets. These systems are primarily intended for television and sound signals using digital transmission technology. This document specifies the basic system parameters and methods of measurement for optical distribution systems between headend equipment and system outlets in order to assess the system performance and its performance limits.

In this document, the upper signal frequency is limited at about 1 000 MHz. For systems requiring more bandwidth, refer to IEC 60728-13-1.

The purpose of this part of IEC 60728 is to describe the system specifications of FTTH (fibre to the home) networks for digitally modulated broadcast signal transmission. This document is also applicable to broadcast signal transmission using a telecommunication network if it satisfies the optical portion of this document. This document describes RF transmission for fully digitalized broadcast and narrowcast (limited area distribution of broadcast) signals over FTTH, and introduces xPON system as a physical layer media. The detailed description of the physical layer is out of the scope of this document. The scope is limited to RF signal transmission over FTTH, thus, it does not include IP transport technologies, such as IP Multicast and associate protocols.

Some interference descriptions between the telecommunication system and the broadcast system are addressed in Clause 7.

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 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60728-1:2014, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: System performance of forward paths*

IEC 60728-6:2011, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6: Optical equipment*

IEC TR 60728-6-1:2006, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6-1: System guidelines for analogue optical transmission systems*

IEC 60728-101:2016, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 101: System performance of forward paths loaded with digital channels only*

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

IEC 60825-2, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems (OFCS)*

IEC 60825-12, *Safety of laser products – Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information*

IEC 61755-1:2005, *Fibre optic connector optical interfaces – Part 1: Optical interfaces for single mode non-dispersion shifted fibres – General and guidance*

ITU-T Recommendation G.692, *Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers*

ITU-T Recommendation G.694.2, *Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid*

ITU-T Recommendation J.83, *Digital multi-programme systems for television, sound and data services for cable distribution*

ITU-T Recommendation J.382, *Advanced digital downstream transmission systems for television, sound and data services for cable distribution*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	92
INTRODUCTION.....	94
1 Domaine d'application	95
2 Références normatives	95
3 Termes, définitions, symboles graphiques et abréviations.....	96
3.1 Termes et définitions	96
3.2 Symboles graphiques.....	103
3.3 Termes abrégés.....	104
4 Modèle de référence du système optique.....	106
5 Préparation de la mesure	110
5.1 Conditions d'environnement.....	110
5.1.1 Conditions normales de mesure.....	110
5.1.2 Température et humidité.....	110
5.1.3 Dispositif de mesure et du système à l'essai.....	111
5.1.4 Fonctionnement des AGC/ALC	111
5.1.5 Adaptation d'impédance entre les équipements	111
5.1.6 Conditions normales d'exploitation.....	111
5.1.7 Signal de référence et équipement de mesure	111
5.2 Précision de l'équipement de mesure.....	111
5.3 Puissance de la source	112
6 Méthodes de mesure	112
6.1 Points et éléments de mesure	112
6.1.1 Généralités	112
6.1.2 Points de mesure.....	112
6.1.3 Paramètres mesurés.....	112
6.2 Puissance optique.....	113
6.2.1 Introduction	113
6.2.2 Dispositif de mesure	114
6.2.3 Méthode de mesure	115
6.2.4 Précautions pour la mesure	115
6.2.5 Présentation des résultats	115
6.3 Niveau de signal et rapport signal/intermodulation et signal/bruit (S/IN) des signaux radiofréquence.....	116
6.3.1 Généralités	116
6.3.2 Dispositif de mesure	116
6.3.3 Conditions de mesure	116
6.3.4 Précautions pour la mesure	116
6.3.5 Présentation des résultats	117
6.4 Rapport signal/bruit des signaux optiques	117
6.4.1 Généralités	117
6.4.2 Dispositif de mesure	117
6.4.3 Conditions de mesure	119
6.4.4 Méthode de mesure de l'intensité relative du bruit du système.....	120
6.4.5 Calcul de S/N en fonction de la valeur de l'intensité relative du bruit	121
6.4.6 Calcul de l'intensité relative du bruit des composants	121
6.4.7 Exemple de calcul du rapport signal sur bruit S/N	123

6.5	Indice de modulation optique	124
6.6	Rapport signal sur diaphonie (SCR)	124
6.6.1	Généralités	124
6.6.2	Matériel exigé	124
6.6.3	Exigences générales pour la mesure	124
6.6.4	Procédure	125
6.6.5	Sources d'erreur possibles	126
6.6.6	Présentation des résultats	126
6.7	Rapport signal sur intermodulation et signal/bruit signaux radiofréquence	126
6.7.1	Généralités	126
6.7.2	Matériel exigé	127
6.7.3	Raccordement du matériel	127
6.7.4	Procédure de mesure	127
6.7.5	Présentation des résultats	128
6.8	Taux d'erreur binaire (TEB)	128
6.8.1	Généralités	128
6.8.2	Raccordement du matériel	128
6.8.3	Procédure de mesure	129
6.8.4	Présentation des résultats	129
6.9	Taux d'erreur binaire par rapport au S/N	129
6.9.1	Généralités	129
6.9.2	Raccordement du matériel	129
6.9.3	Procédure de mesure	130
6.9.4	Présentation des résultats	131
6.10	Marges d'immunité au bruit du système	132
6.10.1	Généralités	132
6.10.2	Raccordement du matériel	132
6.10.3	Procédure de mesure	133
6.10.4	Présentation des résultats	133
6.11	Rapport d'erreur de modulation (MER)	134
6.11.1	Généralités	134
6.11.2	Raccordement du matériel	134
6.11.3	Procédure de mesure	135
6.11.4	Présentation des résultats	135
7	Spécification du système optique pour la transmission de signaux de diffusion	136
7.1	Système de diffusion numérique par réseau optique	136
7.2	Relation entre l'intensité relative du bruit et le S/N	141
7.3	Longueur d'onde optique	143
7.4	Fréquence de la source de signal	143
7.5	Différence de niveau entre canaux adjacents	143
7.6	Taux d'erreur binaire à l'entrée de tête de réseau	145
7.7	MER	145
7.8	Spécification du S/N pour le câblage interne des maisons et des immeubles	145
7.9	Interférences des signaux électriques	148
7.10	Diaphonie du fait de la non-linéarité de la fibre optique	152
7.11	Interférences du fait du bruit d'intermodulation provoqué par la non-linéarité de la fibre.	153
7.12	Conditions environnementales	153
Annexe A (informative)	Eléments sur les systèmes de services réels et la conception	154

A.1	Généralités	154
A.2	Système de service multivoie	154
A.2.1	Généralités	154
A.2.2	Conditions de fonctionnement.....	155
A.2.3	Environnement d'utilisation	155
A.3	Système de service de retransmission	156
A.3.1	Généralités	156
A.3.2	Conditions de fonctionnement.....	157
A.3.3	Environnement d'utilisation	157
A.4	Calcul du rapport S/N du réseau optique.....	158
A.5	Modèle de référence du système	159
A.6	Conseils pour le fonctionnement réel	163
A.6.1	Fonctionnement optimal.....	163
A.6.2	Problèmes clés à spécifier.....	164
Annexe B (informative)	Méthode d'extrapolation du taux d'erreur binaire	165
Annexe C (informative)	Dégradations du système optique	167
C.1	Facteurs de dégradation du système.....	167
C.2	Dégradation non linéaire	168
C.2.1	Facteurs de dégradation	168
C.2.2	Diffusion de Brillouin stimulée (SBS)	169
C.2.3	Diffusion de Raman stimulée (SRS).....	169
C.2.4	Automodulation de phase (SPM).....	174
C.2.5	Transmodulation de phase (XPM).....	174
Annexe D (informative)	Mesure des paramètres (R , I_{d0} , I_{eq} et G) exigés pour le calcul de la RIN	175
D.1	Mesure de la sensibilité (R).....	175
D.2	Mesure du courant d'obscurité (I_{d0}).....	175
D.3	Mesure de la densité du courant équivalente au bruit (I_{eq})	175
D.4	Mesure du gain (G)	176
Annexe E (informative)	Mesure des niveaux de signal en pic et moyens pour les signaux à modulation numérique	178
E.1	Généralités	178
E.2	Mesure de la puissance en pic et moyenne au moyen de la fonction de distribution cumulative complémentaire.....	179
E.3	Méthode de mesure de la fonction de distribution cumulative complémentaire	181
E.3.1	Généralités	181
E.3.2	Procédure de mesure	181
E.3.3	Estimation du taux d'erreur binaire à partir du résultat de mesure de la fonction de distribution cumulative complémentaire	182
E.3.4	Exemples de mesures de la fonction de distribution cumulative complémentaire	183
E.4	Evaluation des performances du système de DFA.....	184
E.4.1	Généralités	184
E.4.2	Procédure d'évaluation	185
E.5	Sources d'erreur possibles.....	186
Annexe F (informative)	Bruit d'écrêtage	187
Bibliographie.....		189

Figure 1 – Exemple de système de DFA pour signaux de télévision et de diffusion sonore	109
Figure 2 – Points de spécification des performances du système de DFA	110
Figure 3 – Système type de distribution par signaux vidéo optiques	113
Figure 4 – Dispositif d'essai pour la mesure de la puissance optique à l'aide d'un filtre de longueur d'onde	114
Figure 5 – Dispositif d'essai pour la mesure de la puissance optique à l'aide d'un coupleur MRL	114
Figure 6 – Dispositif d'essai des mesures de l'intermodulation et du rapport signal/bruit pour les signaux radiofréquence	116
Figure 7 – Points de mesure dans le réseau de TV par câble optique	118
Figure 8 – Dispositif d'essai pour la mesure de l'intensité relative du bruit	119
Figure 9 – Dispositif d'essai pour la mesure de la diaphonie	125
Figure 10 – Dispositif d'essai pour la mesure du taux d'erreur binaire	129
Figure 11 – Dispositif d'essai pour la mesure du taux d'erreur binaire par rapport au S/N 130	
Figure 12 – Méthode de mesure du taux d'erreur binaire par extrapolation	131
Figure 13 – Exemple de caractéristiques du taux d'erreur binaire par rapport au S/N	132
Figure 14 – Dispositif d'essai pour la mesure de la marge d'immunité au bruit du système	133
Figure 15 – Exemple de caractéristiques de marge d'immunité au bruit du système	134
Figure 16 – Dispositif d'essai pour la mesure du MER	135
Figure 17 – Exemple de résultat pour la mesure du MER (format de modulation 64 QAM)	135
Figure 18 – Points spécifiés pour les performances	136
Figure 19 – Différence de niveau admise entre canaux adjacents (pour le Japon)	145
Figure 20 – S/N de section pour le câblage des MDU (spécifié par signal électrique)	147
Figure 21 – S/N de section pour le câblage des MDU (spécifié par signal optique)	148
Figure 22 – Différence de niveau de signal avec un signal d'interférence de 3 ^{ème} ordre (ISDB-T)	149
Figure 23 – Différence de niveau entre le signal et le signal réfléchi (écho) (ISDB-T)	150
Figure 24 – Différence de niveau de signal avec un signal d'interférence de 3 ^{ème} ordre (ISDB-C 64 QAM)	150
Figure 25 – Différence de niveau de signal avec un signal d'interférence de 3 ^{ème} ordre (ISDB-C 256 QAM)	151
Figure 26 – Différence de niveau entre le signal et le signal réfléchi (écho) (ISDB-C 64 QAM, ISDB-C2 256 QAM à 4 096 QAM)	151
Figure 27 – Différence de niveau entre le signal et le signal réfléchi (écho) (ISDB-C 256 QAM)	152
Figure A.1 – Exemple de système de service multivoie d'un million de terminaux	154
Figure A.2 – Exemple de système de service multivoie de 2 000 terminaux	155
Figure A.3 – Exemple de système de service de retransmission de 72 terminaux	156
Figure A.4 – Exemple de système de service de retransmission de 144 terminaux	157
Figure A.5 – Calcul des performances d'un système selon le modèle 1	161
Figure A.6 – Calcul des performances d'un système selon le modèle 4	163
Figure B.1 – Méthode de mesure du taux d'erreur binaire par extrapolation	165

Figure B.2 – Caractéristiques du taux d'erreur binaire pour 256 QAM, 1 024 QAM et 4 096 QAM (Méthode par extrapolation).....	166
Figure C.1 – Modèle de réflexion	167
Figure C.2 – Facteurs de dégradation du système de transmission optique	169
Figure C.3 – Image de la génération de la diffusion de Brillouin stimulée	169
Figure C.4 – Interférences entre deux longueurs d'ondes	171
Figure C.5 – Simulation de la diffusion de Raman stimulée (puissance de transmission de la borne de ligne optique par rapport au D/U).....	172
Figure C.6 – Simulation de la diffusion de Raman stimulée (D/U en unités arbitraires par rapport à la longueur de fibre).....	172
Figure C.7 – Longueur de fibre du premier pic du rapport D/U pendant la SRS par rapport à la fréquence.....	173
Figure C.8 – Spectre du signal GE-PON à l'état inactif (ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017 1 000 Base-PX) (62,5 MHz = 1 250 Mbps/20 bit)	173
Figure D.1 – Mesure du gain (<i>G</i>).....	177
Figure E.1 – Courbe de la fonction de distribution cumulative complémentaire typique des signaux OFDM et M-QAM.....	180
Figure E.2 – Dispositif de mesure de la fonction de distribution cumulative complémentaire	182
Figure E.3 – Exemple de mesure de la fonction de distribution cumulative complémentaire	182
Figure E.4 – Performances du taux d'erreur de symbole par rapport au S/N dans un canal AWGN	183
Figure E.5 – Exemple de mesures de la fonction de distribution cumulative complémentaire	184
Figure E.6 – Evaluation des performances des signaux optiques numériques dans le système de DFA	185
Figure E.7 – Largeur de bande pour la mesure de la fonction de distribution cumulative complémentaire	186
Figure F.1 – Effets d'écrêtage dans la courbe statique de la diode laser (courbe IL)	187
Figure F.2 – Bruit d'écrêtage, largeur de balayage zéro, temps de balayage 100 µs	188
Tableau 1 – Niveau des signaux radiofréquence	100
Tableau 2 – Longueur d'onde optique pour le système de DFA	107
Tableau 3 – Plage de fréquences.....	107
Tableau 4 – Instruments de mesure	111
Tableau 5 – Points de mesure et paramètres mesurés	113
Tableau 6 – Paramètres utilisés pour le calcul du rapport signal sur bruit (S/N)	123
Tableau 7 – Largeur de bande du bruit pour le signal radiofréquence	128
Tableau 8 – Rapport S/N minimal (cas des SDU)	137
Tableau 9 – Rapport S/N minimal (cas des MDU)	138
Tableau 10 – Exigences minimales concernant le rapport signal sur intermodulation et signal/bruit des signaux radiofréquence, en fonctionnement	139
Tableau 11 – Types de services de diffusion et niveau de porteuse relatif	141
Tableau 12 – Types de services et valeurs minimales de l'intensité relative du bruit en fonctionnement	142
Tableau 13 – Rapport S/N de section pour le câblage interne de la maison/l'immeuble (Japon)	146

Tableau 14 – Limites des interférences des signaux électriques dans les canaux	149
Tableau 15 – Niveau d'interférence du fait de la non-linéarité de la fibre.....	153
Tableau 16 – Conditions environnementales	153
Tableau A.1 – Conditions de fonctionnement d'un système de service multivoie	155
Tableau A.2 – Conditions de fonctionnement d'un système de service de retransmission	157
Tableau A.3 – Paramètres de base du système pour les systèmes multivoies et de retransmission	159
Tableau C.1 – Paramètre de perturbation de la diaphonie de Raman.....	169

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 113: Systèmes optiques pour la transmission de signaux de diffusion soumis à une charge de porteuses exclusivement numériques

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 60728-13 a été établie par le domaine technique 5: Réseaux câbles pour les signaux de télévision, signaux sonores et services interactifs, du comité d'études 100 de l'IEC: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données.

La présente version bilingue (2018-12) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2018-07.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 100/3103/FDIS et 100/3125/RVD.

Le rapport de vote 100/3125/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Ce document a été rédigé 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 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Les normes internationales et autres livrables de la série IEC 60728 traitent des réseaux de distribution par câbles, notamment le matériel et les méthodes de mesure associées à la réception en tête de réseau, au traitement et à la distribution des signaux de télévision et signaux de radiodiffusion sonore, ainsi qu'au traitement, à l'interfaçage et à la transmission de tous types de signaux de données pour services interactifs en utilisant tous les supports de transmission applicables. La transmission de ces signaux repose généralement sur des techniques de multiplexage en fréquence.

Cela comprend, par exemple:

- les réseaux de distribution par câbles à large bande régionaux et locaux,
- les systèmes étendus de distribution de télévision terrestre et par satellite,
- les systèmes individuels de réception de télévision terrestre et par satellite,

et tous les types de matériels, systèmes et installations utilisés dans ces réseaux de distribution par câbles, systèmes de distribution et de réception.

Ce travail de normalisation s'étend des antennes et/ou des interfaces particulières vers les têtes de réseau ou d'autres points d'interface entre le réseau et toute interface du terminal de l'équipement chez le client.

Le travail de normalisation prendra en compte la présence d'utilisateurs du spectre de radiofréquence dans les systèmes de transmission filaires et sans fil.

La normalisation des terminaux (c'est-à-dire, syntoniseurs, récepteurs, décodeurs, terminaux multimédias), des câbles coaxiaux, symétriques et optiques, ainsi que leurs accessoires en est exclue.

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

Partie 113: Systèmes optiques pour la transmission de signaux de diffusion soumis à une charge de porteuses exclusivement numériques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60728 s'applique aux systèmes de transmission optique pour la transmission de signaux de diffusion, qui se composent de l'équipement de la tête de réseau, des lignes de transmission optique, des câblages internes et des prises d'abonnés. Ces systèmes sont principalement prévus pour la télévision et les signaux sonores utilisant une technologie de transmission numérique. Le présent document spécifie les paramètres de base du système et les méthodes de mesure des systèmes de distribution optique entre l'équipement de la tête de réseau et les prises d'abonnés, afin d'évaluer les performances du système et ses limites de performances.

Dans le présent document, la fréquence supérieure du signal est limitée à 1 000 MHz environ. Se reporter à l'IEC 60728-13-1 pour les systèmes qui exigent davantage de bande passante.

La présente partie de l'IEC 60728 a pour objet la description des spécifications des systèmes des réseaux de desserte par fibre de l'abonné (DFA) pour la transmission de signaux de diffusion à modulation numérique. Le présent document s'applique également à la transmission des signaux de diffusion utilisant un réseau de télécommunication, si celui-ci respecte la portion du présent document consacrée à l'optique. Le présent document décrit la transmission de signaux radiofréquence en tant que signaux de diffusion générale et de diffusion ciblée (distribution de la diffusion dans une zone limitée) entièrement numérisés sur le réseau de desserte par fibre de l'abonné et introduit le système xPON comme support de la couche physique. La description précise de la couche physique ne fait pas partie du domaine d'application du présent document. Le domaine d'application se limitant à la transmission des signaux RF sur les réseaux de desserte par fibre de l'abonné, les technologies de transport par protocole Internet (IP), comme la multidiffusion IP et les protocoles associés, ne sont donc pas incluses.

Certaines descriptions des interférences entre le système de télécommunication et le système de diffusion sont couvertes par l'Article 7.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60068-1:2013, *Essai d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60728-1:2014, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: System performance of forward paths* (disponible en anglais seulement)

IEC 60728-6:2011, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6: Optical equipment* (disponible en anglais seulement)

IEC TR 60728-6-1:2006, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 6-1: System guidelines for analogue optical transmission systems* (disponible en anglais seulement)

IEC 60728-101:2016, *Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs – Partie 101: Performances des systèmes de voie directe soumis à une charge de porteuses exclusivement numériques*

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

IEC 60825-2, *Sécurité des appareils à laser – Partie 2: Sécurité des systèmes de télécommunication par fibres optiques (STFO)*

IEC 60825-12, *Sécurité des appareils à laser – Partie 12: Sécurité des systèmes de communications optiques en espace libre utilisés pour la transmission d'informations*

IEC 61755-1:2005, *Interfaces optiques avec connecteurs pour fibres optiques – Partie 1: Interfaces optiques pour fibres monomodales à dispersion non décalée – Généralités et lignes directrices*

Recommandation ITU-T G.692, *Interfaces optiques pour systèmes multicanaux avec amplificateurs optiques*

Recommandation ITU-T G.694.2, *Grilles spectrales pour les applications de multiplexage par répartition en longueur d'onde: grille espacée CWDM*

Recommandation ITU-T J.83, *Systèmes numériques multiprogrammes pour la distribution par câble des services de télévision, son et données*

Recommandation ITU-T J.382, *Systèmes évolués de transmission numérique vers l'aval de services télévisuels, radiophoniques et de données pour la distribution par câble*