



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Cable networks for television signals, sound signals and interactive services –
Part 101-1: RF cabling for two-way home networks with all-digital channels load**

**Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de
radiodiffusion sonore et services interactifs –
Partie 101-1: Câblage RF pour réseaux domestiques bidirectionnels soumis à
une charge de porteuses exclusivement numériques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.040.20, 33.160.01

ISBN 978-2-8322-7109-4

**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.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	9
2 Normative references	10
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	10
3.1 Terms and definitions.....	10
3.2 Symbols.....	19
3.3 Abbreviated terms.....	20
4 Methods of measurement for the home network.....	21
5 Performance requirements of the home network	21
5.1 General.....	21
5.2 Impedance	22
5.3 Performance requirements at the terminal input	22
5.3.1 General	22
5.3.2 Signal level.....	22
5.3.3 Other parameters	22
5.4 Performance requirements at system outlets.....	22
5.4.1 Minimum and maximum RF signal levels	22
5.4.2 Mutual isolation between system outlets	22
5.4.3 Isolation between individual outlets in one household	22
5.4.4 Isolation between forward and return path	23
5.4.5 Long-term frequency stability of distributed signals at any system outlet.....	23
5.5 Performance requirements at the HNI	23
5.5.1 Minimum and maximum signal levels at HNI1	23
5.5.2 Minimum and maximum RF signal levels at HNI2 and HNI3	23
5.6 RF signal level differences in the home network from HNI to system outlet	23
5.7 Frequency response within a television channel in the home network	23
5.7.1 General	23
5.7.2 Amplitude response	23
5.7.3 Group delay.....	24
5.8 Random noise produced in the home network	25
5.8.1 General	25
5.8.2 Maximum amplifier noise figure	25
5.9 Interference produced into downstream channels within a home network	25
5.9.1 General	25
5.9.2 Multiple frequency intermodulation interference	25
5.9.3 Intermodulation noise	26
6 Home network design and examples.....	26
6.1 General.....	26
6.2 Basic design considerations.....	26
6.2.1 General	26
6.2.2 System outlet (SO) or terminal input (TI) specifications.....	26
6.2.3 Home network interface (HNI) specifications.....	26
6.2.4 Requirements for the home network	27
6.3 Implementation considerations.....	27
6.4 Home networks with coaxial and balanced cables	28

6.4.1	General	28
6.4.2	Network examples	28
6.4.3	Calculation examples.....	29
6.4.4	General considerations.....	40
6.4.5	Home network design in a MATV system	41
6.4.6	Return path examples.....	41
6.5	Different home network type (HNI3 case C) (glass or plastic fibre optic network).....	41
6.6	Different home network type (HNI3 case D)	42
6.6.1	General	42
6.6.2	Wireless links inside the home network.....	42
6.6.3	Applications of ISO/IEC/IEEE 8802-11 (WLAN).....	43
6.6.4	Available bands in the 2 GHz to 6 GHz frequency range	44
6.6.5	Main characteristics of a WLAN signal	44
6.6.6	Main characteristics of coaxial cables	45
6.6.7	Characteristics of WLAN signals at system outlet	46
6.6.8	Characteristics of signals at the TV system outlet	46
6.6.9	Example of diplexers and power splitters near the HNI	46
6.6.10	Example of system outlet for coaxial TV connector and WLAN antenna	47
6.6.11	Examples of WLAN connection into home networks	47
Annex A	(informative) Wireless links versus cable links	53
A.1	General.....	53
A.2	Wireless links.....	53
A.3	Cable links	55
Annex B	(informative) Isolation between radiating element and system outlet	56
Annex C	(informative) MIMO techniques of IEEE 802.11n.....	58
C.1	General.....	58
C.2	MIMO techniques	58
Annex D	(informative) MU-MIMO Protocol for IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6).....	60
Annex E	(informative) CMU-MIMO Protocol for IEEE 802.11be (Wi-Fi 7).....	61
E.1	CMU-MIMO protocol	61
E.2	Contention algorithm.....	61
E.3	Antennas' communication with members' algorithm	62
E.4	Transmission algorithm	63
Annex F	(informative) Frequency and maximum EIRP of Radio LAN (in Japan)	64
Bibliography	68
Figure 1	– Examples of RF home network types	8
Figure 2	– Examples of location of HNI for various home network types.....	14
Figure 3	– Examples of home network implementation using coaxial or balanced cables	29
Figure 4	– Signal levels at HNI1 (flat splitter response).....	31
Figure 5	– Signal levels at HNI1 (+6 dB compensating splitter slope).....	32
Figure 6	– Signal levels at HNI2 (L_1) (flat splitter/amplifier response)	33
Figure 7	– Signal levels at HNI2 (+6 dB compensating splitter/amplifier slope).....	33
Figure 8	– Signal levels at HNI3 (flat splitter/amplifier response)	37
Figure 9	– Signal levels at HNI3 (+6 dB compensating splitter/amplifier slope).....	37
Figure 10	– Example of a home network using optical fibres	41

Figure 11 – Example of a home network using cable connection and cable/wireless connection	43
Figure 12 – Example of a coupler (two cascaded symmetric couplers) to insert WLAN signals into the home distribution network.....	47
Figure 13 – Example of system outlet for coaxial TV connector and WLAN antenna.....	47
Figure 14 – Assumed properties of the filters in the system outlet.....	48
Figure 15 – Reference points for the examples of calculation of link loss or link budget	48
Figure B.1 – Required isolation and attenuation of a cut-off waveguide, with cut-off frequency of 2 275 MHz and a length (L) of 25 cm or 15 cm.....	57
Figure C.1 – Principle of MIMO techniques according to IEEE 802.11n.....	58
Figure E.1 – Flow diagram of CMU-MIMO algorithm.....	62
Figure E.2 – Antennas communication with members algorithm	63
Figure E.3 – Transmission algorithm	63
Figure F.1 – Wi-Fi channel layout (IEEE 802.11b).....	65
Figure F.2 – Wi-Fi channel layout (IEEE 802.11g).....	65
Figure F.3 – Wi-Fi channel layout (IEEE 802.11n).....	66
Figure F.4 – Wi-Fi channel layout (5 GHz: W52, W53)	66
Figure F.5 – Wi-Fi channel layout (5 GHz: W56)	66
Figure F.6 – 60 GHz band frequency allocation and ISO/IEC/IEEE 8802-11 (IEEE 802.11ad) / WiGig channel allocation in major countries	67
Table 1 – Methods of measurement of IEC 60728-101 applicable to the home network.....	21
Table 2 – Amplitude response variation in the home network	24
Table 3 – Group delay variation in the home network.....	24
Table 4 – Example of home network implementation with coaxial cabling (passive) from HNI1 to system outlet	34
Table 5 – Example of home network implementation with coaxial cabling (active) from HNI2 to system outlet	34
Table 6 – Example of home network implementation with balanced pair cables (active) from HNI3 to coaxial terminal input (case A)	38
Table 7 – Example of home network implementation with balanced pair cables (active) from HNI3 to coaxial system outlet (case B).....	39
Table 8 – Maximum EIRP according to CEPT ERC Recommendation 70-03 (2021)	44
Table 9 – Available throughput of the WLAN signal.....	45
Table 10 – Minimum signal level at system outlet (WLAN antenna).....	46
Table 11 – Loss from the system outlet to WLAN base station	49
Table 12 – Direct connection between two system outlets (TV outlets).....	49
Table 13 – Link budget between WLAN equipment and the WLAN base station	50
Table 14 – Wireless connection between two pieces of WLAN equipment.....	51
Table 15 – Connection from a SO to a WLAN equipment	52
Table A.1 – Maximum distance for a wireless link (WLAN) in free space or inside a home	55
Table A.2 – Maximum length of the cable.....	55
Table C.1 – MCSs that are mandatory in IEEE 802.11n	59
Table F.1 – Frequency and maximum EIRP of Radio LAN (Japan).....	64

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 101-1: RF cabling for two-way home networks with all-digital channels load

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.

IEC 60728-101-1 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. It is an International Standard.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60728-101:2016.

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

Draft	Report on voting
100/3904/FDIS	100/3945/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all 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 reader's attention is drawn to the fact that Annex F lists all of the "in-some-country" clauses on differing practices of a less permanent nature relating to the subject of this document.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under 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 document 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

Standards and 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 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 of the customer premises equipment.

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, 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.

This part of the IEC 60728 deals with the requirements and implementation guidelines for a home network that can be realised with different techniques. The following types of home networks (HN) are possible:

- passive coaxial home network;
- active coaxial home network;
- different home network types (cases A to D shown in Figure 1).

Figure 1 shows typical situations that are possible when considering RF home networks.

The RF home network can be realised using coaxial cables, balanced cables, optical cables or radio links.

This document considers digital signals only and is based on IEC 60728-101 dealing with system performance of forward paths loaded with digital channels only. For RF cable systems loaded with analogue and digital signals, refer to IEC 60728-1-1 ED2.

Figure 4 to Figure 9 have been amended to take into account the level requirement for digital signals only.

Although the upper frequency range of terrestrial broadcast signals depends on the allocation frequency plan of each region (e.g. in Europe it is 694 MHz, the 700 MHz and 800 MHz bands being assigned to telecommunication services), the upper frequency range into the cable networks can be maintained at 862 MHz in order to maximise the number of channels to be distributed in the cable networks, assuming that sufficient immunity (screening efficiency) to signals radiated in the 700 MHz and 800 MHz bands is provided.

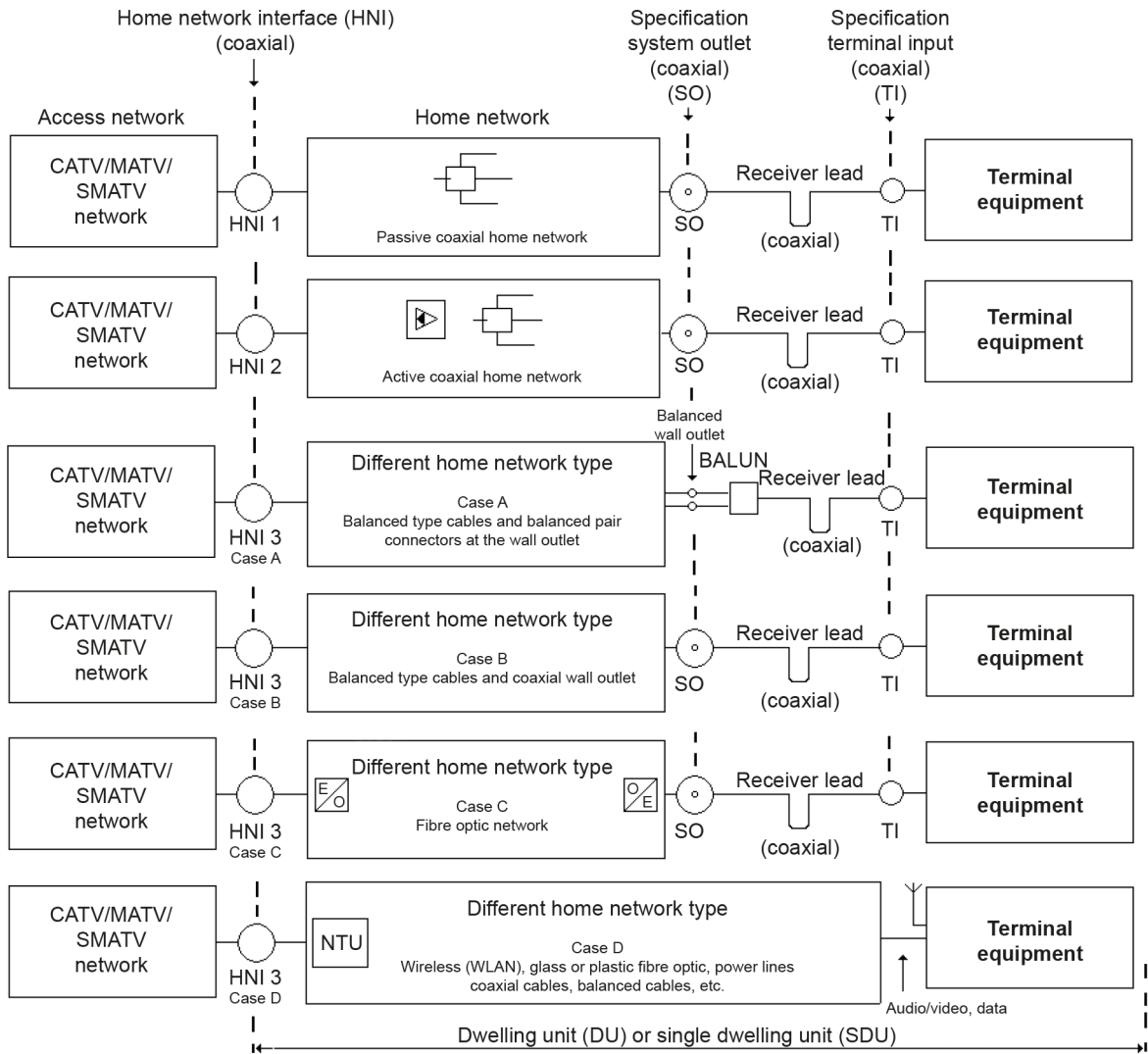


Figure 1 – Examples of RF home network types

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

Part 101-1: RF cabling for two-way home networks with all-digital channels load

1 Scope

This part of IEC 60728-101 provides the requirements and describes the implementation guidelines of RF cabling for two-way home networks; it is applicable to any home network that distributes signals provided by CATV/MATV/SMATV cable networks (including individual receiving systems) having a coaxial cable output. It is also applicable to home networks where some part of the distribution network uses wireless links, for example in place of the receiver cord.

This part of IEC 60728 is therefore applicable to RF cabling for two-way home networks with wired cords or wireless links inside a room and primarily intended for television and sound signals operating between about 5 MHz and 3 300 MHz. The frequency range is extended to 6 000 MHz for distribution techniques that replace wired cords with a wireless two-way communication inside a room (or a small number of adjacent rooms) that uses the 5 GHz to 6 GHz band.

In a building divided into apartment blocks, the distribution of the signals inside the home starts from the home network interface (HNI) up to the system outlet or terminal input. The requirements at the system outlet are given in IEC 60728-101:2016, Clause 5 and the requirements at the HNI are given in IEC 60728-101:2016, Clause 7. In Clause 5 of this document, additional requirements are given.

This document deals with various possibilities to distribute signals in a home network, using coaxial cables, balanced pair cables, fibre optic cables (glass or plastic) and also wireless links inside a room (or a small number of adjacent rooms) to replace wired cords.

This document gives references to basic methods of measurement of the operational characteristics of the home cable network in order to assess its performance.

All requirements refer to the performance limits, which are obtained between the input(s) at the home network interface (HNI) and the output at any system outlet when terminated in a resistance equal to the nominal load impedance of the system, unless otherwise specified. Where system outlets are not used, the above applies to the terminal input.

The present document also provides limits for the accumulation of degradations if the home network is subdivided into a number of parts, using different transmission media (e.g. coaxial cabling, balanced cabling, optical cabling, wireless links).

NOTE Performance requirements of return paths as well as special methods of measurement for the use of the return paths in cable networks are described in IEC 60728-10.

Clause 5 defines the performance limits measured at system outlet or terminal input for an unimpaired (ideal) test signal applied at the HNI. Under normal operating conditions for any digital channel and meeting these limits, the cumulative effect of the impairment of any single parameter at the HNI and that due to the home network produces signals not worse than the requirements given in IEC 60728-101-2. For digitally modulated signals, the quality requirement is a QEF (quasi error-free) reception.

This document describes the physical layer connection for home networks. Description of protocols required for layer 2 and higher layers is out of the scope of this document. Logical connections between devices within the home network are therefore not always guaranteed.

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

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 60728-3:2017, *Cable networks for television signals sound signals and interactive services – Part 3: Active wideband equipment for coaxial cable networks*

IEC 60728-10, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 10: System performance of return paths*

IEC 60966 (all parts), *Radio frequency and coaxial cable assemblies*

ISO/IEC/IEEE 8802-11, *Information technology – Telecommunications and exchange between information technology systems – Requirements for local and metropolitan area networks – Part 11: Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	74
INTRODUCTION.....	76
1 Domaine d'application	78
2 Références normatives	79
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	79
3.1 Termes et définitions	79
3.2 Symboles.....	89
3.3 Abréviations.....	90
4 Méthodes de mesure pour le réseau domestique	92
5 Exigences de performances du réseau domestique	92
5.1 Généralités	92
5.2 Impédance	93
5.3 Exigences de performances au niveau de l'entrée de terminal	93
5.3.1 Généralités	93
5.3.2 Niveau de signal.....	93
5.3.3 Autres paramètres	93
5.4 Exigences de performances au niveau de la prise d'abonné.....	93
5.4.1 Niveaux de signal RF minimaux et maximaux	93
5.4.2 Isolation mutuelle entre prises d'abonné	94
5.4.3 Isolation entre les prises individuelles dans un logement	94
5.4.4 Isolation entre les voies directe et de retour	94
5.4.5 Stabilité à long terme de la fréquence des signaux distribués au niveau d'une prise d'abonné.....	94
5.5 Exigences de performances au niveau de l'interface de réseau domestique.....	94
5.5.1 Niveaux de signal minimaux et maximaux à la HNI1	94
5.5.2 Niveaux de signal RF minimaux et maximaux à la HNI2 et la HNI3	94
5.6 Différences de niveau de signal RF dans le réseau domestique entre la HNI et la prise d'abonné	94
5.7 Réponse en fréquence au sein d'un canal de télévision dans le réseau domestique	94
5.7.1 Généralités	94
5.7.2 Réponse en amplitude	95
5.7.3 Temps de propagation de groupe	95
5.8 Bruit aléatoire généré dans le réseau domestique.....	96
5.8.1 Généralités.....	96
5.8.2 Facteur de bruit maximal de l'amplificateur	96
5.9 Brouillage généré dans les canaux en aval à l'intérieur d'un réseau domestique	96
5.9.1 Généralités	96
5.9.2 Brouillage d'intermodulation à fréquences multiples.....	96
5.9.3 Bruit d'intermodulation	97
6 Conception et exemples de réseaux domestiques.....	97
6.1 Généralités	97
6.2 Considérations de base en matière de conception	97
6.2.1 Généralités	97
6.2.2 Spécifications relatives à la prise d'abonné (SO) ou à l'entrée de terminal (TI).....	97

6.2.3	Spécifications relatives à l'interface de réseau domestique (HNI)	98
6.2.4	Exigences relatives au réseau domestique	98
6.3	Considérations relatives à la mise en œuvre	99
6.4	Réseaux domestiques à câbles coaxiaux et à câbles symétriques	99
6.4.1	Généralités	99
6.4.2	Exemples de réseaux	99
6.4.3	Exemples de calculs	100
6.4.4	Considérations générales	111
6.4.5	Conception du réseau domestique dans un système MATV	112
6.4.6	Exemples de voies de retour.....	112
6.5	Type de réseau domestique différent (HNI3, cas C) (réseau optique à fibre de verre ou fibre plastique)	112
6.6	Type de réseau domestique différent (HNI3, cas D)	113
6.6.1	Généralités	113
6.6.2	Liaisons sans fil à l'intérieur du réseau domestique	113
6.6.3	Applications de l'ISO/IEC/IEEE 8802-11 (WLAN)	115
6.6.4	Bandes disponibles dans la plage de fréquences comprise entre 2 GHz et 6 GHz	116
6.6.5	Principales caractéristiques d'un signal WLAN.....	116
6.6.6	Principales caractéristiques des câbles coaxiaux.....	118
6.6.7	Caractéristiques des signaux WLAN à la prise d'abonné.....	118
6.6.8	Caractéristiques des signaux à la prise d'abonné TV	119
6.6.9	Exemple de diplexeurs et de répartiteurs de puissance à proximité de la HNI.....	119
6.6.10	Exemple de prise d'abonné pour connecteur TV coaxial et antenne WLAN.....	119
6.6.11	Exemples de connexions WLAN dans les réseaux domestiques	120
Annexe A (informative)	Liaisons sans fil et liaisons par câble.....	125
A.1	Généralités	125
A.2	Liaisons sans fil	125
A.3	Liaisons par câble.....	127
Annexe B (informative)	Isolation entre l'élément rayonnant et la prise d'abonné.....	128
Annexe C (informative)	Techniques MIMO de l'IEEE 802.11n	130
C.1	Généralités	130
C.2	Techniques MIMO.....	130
Annexe D (informative)	Protocole MU-MIMO pour IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6)	133
Annexe E (informative)	Protocole CMU-MIMO pour IEEE 802.11be (Wi-Fi 7).....	134
E.1	Protocole CMU-MIMO	134
E.2	Algorithme de contention	134
E.3	Algorithme de communication des antennes avec les membres	135
E.4	Algorithme de transmission	136
Annexe F (informative)	Fréquence et PIRE maximale du réseau local radioélectrique (au Japon)	137
	Bibliographie.....	141
	Figure 1 – Exemples de types de réseaux domestiques RF.....	77
	Figure 2 – Exemples d'emplacements de l'interface de réseau domestique pour différents types de réseaux domestiques	84

Figure 3 – Exemples de mises en œuvre d'un réseau domestique à l'aide de câbles coaxiaux ou symétriques.....	100
Figure 4 – Niveaux de signal à la HNI1 (réponse plate du répartiteur).....	102
Figure 5 – Niveaux de signal à la HNI1 (pente de compensation du répartiteur de +6 dB).....	103
Figure 6 – Niveaux de signal à la HNI2 (L_1) (réponse plate du répartiteur/de l'amplificateur)	104
Figure 7 – Niveaux de signal à la HNI2 (pente de compensation de +6 dB du répartiteur/de l'amplificateur)	104
Figure 8 – Niveaux de signal à la HNI3 (réponse plate du répartiteur/de l'amplificateur)	108
Figure 9 – Niveaux de signal à la HNI3 (pente de compensation de +6 dB du répartiteur/de l'amplificateur)	108
Figure 10 – Exemple de réseau domestique qui utilise des fibres optiques	113
Figure 11 – Exemple de réseau domestique qui utilise une connexion par câble et une connexion par câble/sans fil.....	115
Figure 12 – Exemple de coupleur (deux coupleurs symétriques en cascade) pour insérer des signaux WLAN dans le réseau de distribution domestique	119
Figure 13 – Exemple de prise d'abonné pour connecteur TV coaxial et antenne WLAN.....	119
Figure 14 – Propriétés admises par hypothèse des filtres dans la prise d'abonné	120
Figure 15 – Points de référence pour les exemples de calculs de perte de liaison ou de bilan de liaison.....	120
Figure B.1 – Isolation et affaiblissement exigés d'un guide d'ondes en mode évanescent, avec une fréquence de coupure de 2 275 MHz et une longueur (L) de 25 cm ou de 15 cm.....	129
Figure C.1 – Principe des techniques MIMO selon l'IEEE 802.11n	130
Figure E.1 – Organigramme de l'algorithme CMU-MIMO	135
Figure E.2 – Algorithme de communication des antennes avec les membres	136
Figure E.3 – Algorithme de transmission	136
Figure F.1 – Disposition de canaux Wi-Fi (IEEE 802.11b)	138
Figure F.2 – Disposition de canaux Wi-Fi (IEEE 802.11g)	138
Figure F.3 – Disposition de canaux Wi-Fi (IEEE 802.11n)	139
Figure F.4 – Disposition de canaux Wi-Fi (5 GHz: W52, W53).....	139
Figure F.5 – Disposition de canaux Wi-Fi (5 GHz: W56).....	139
Figure F.6 – Allocation de bande de fréquences 60 GHz et allocation de canal ISO/IEC/IEEE 8802-11 (IEEE 802.11ad) / WiGig dans les principaux pays	140
Tableau 1 – Méthodes de mesure de l'IEC 60728-101 applicables au réseau domestique	92
Tableau 2 – Variations de réponse en amplitude dans le réseau domestique	95
Tableau 3 – Temps de propagation de groupe dans le réseau domestique.....	95
Tableau 4 – Exemple de mise en œuvre d'un réseau domestique à câblage coaxial (passif) entre la HNI1 et la prise d'abonné	105
Tableau 5 – Exemple de mise en œuvre d'un réseau domestique à câblage coaxial (actif) entre la HNI2 et la prise d'abonné	105
Tableau 6 – Exemple de mise en œuvre d'un réseau domestique à câbles à paires symétriques (actif) entre la HNI3 et l'entrée de terminal coaxiale (cas A)	109
Tableau 7 – Exemple de mise en œuvre d'un réseau domestique à câbles à paires symétriques (actif) entre la HNI3 et la prise d'abonné coaxiale (cas B)	110

Tableau 8 – PIRE maximale conformément à la Recommandation ERC 70-03 (2021) de la CEPT	116
Tableau 9 – Capacité disponible du signal WLAN	117
Tableau 10 – Niveau de signal minimal à la prise d'abonné (antenne WLAN).....	118
Tableau 11 – Perte entre la prise d'abonné et la station de base WLAN.....	121
Tableau 12 – Connexion directe entre deux prises d'abonné (prises TV).....	122
Tableau 13 – Bilan de liaison entre un équipement WLAN et la station de base WLAN	122
Tableau 14 – Connexion sans fil entre deux équipements WLAN	123
Tableau 15 – Connexion d'une prise d'abonné à un équipement WLAN	124
Tableau A.1 – Distance maximale pour une liaison sans fil (WLAN) en espace libre ou à l'intérieur d'un domicile	127
Tableau A.2 – Longueur maximale du câble.....	127
Tableau C.1 – MCS obligatoires dans l'IEEE 802.11n	132
Tableau F.1 – Fréquence et PIRE maximale du réseau local radioélectrique (Japon).....	137

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 101-1: Câblage RF pour réseaux domestiques bidirectionnels soumis à une charge de porteuses exclusivement numériques

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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.

L'IEC 60728-101-1 a été établie par le domaine technique 5: Réseaux câblés 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. Il s'agit d'une Norme internationale.

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60728-101:2016.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
100/3904/FDIS	100/3945/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

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*, se trouve sur le site web de l'IEC.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'Annexe F énumère tous les articles traitant des différences à caractère moins permanent inhérentes à certains pays, concernant le sujet du présent document.

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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À 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 ce document indique qu'il 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 et publications de la série IEC 60728 traitent des réseaux de distribution par câbles, notamment des matériels et des méthodes de mesurage associées pour la réception en tête de réseau, le traitement et la distribution de signaux de télévision et de signaux de radiodiffusion sonore ainsi que pour le traitement, l'interfaçage et la transmission de tous types de signaux de données pour les services interactifs qui utilisent tout support de transmission applicable. La transmission de ces signaux repose généralement sur des techniques de multiplexage en fréquence.

Cela comprend, par exemple

- Les réseaux régionaux et locaux de distribution par câbles à large bande.
- Les systèmes étendus de distribution de télévision terrestre et par satellite.
- Les systèmes de réception par satellite et terrestres individuels pour signaux de télévision.

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 entrées pour source de signal particulière à l'entrée de terminal de l'équipement chez le client en passant par la tête de réseau ou d'autres points d'interface d'accès au réseau.

Le travail de normalisation prend en compte la coexistence des utilisateurs du spectre de RF dans les systèmes de transmission filaires et sans fil.

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

La réception de signaux de télévision à l'intérieur d'un bâtiment exige une antenne extérieure et un réseau de distribution pour acheminer le signal aux récepteurs de télévision.

La présente partie de l'IEC 60728 traite des exigences et des lignes directrices de mise en œuvre d'un réseau domestique qui peut être réalisé selon différentes techniques. Les types de réseaux domestiques (HN) suivants sont possibles:

- réseau domestique coaxial passif;
- réseau domestique coaxial actif;
- différents types de réseaux domestiques (cas A à D de la Figure 1).

La Figure 1 représente les configurations habituelles possibles lors de l'étude de réseaux domestiques RF.

Le réseau domestique RF peut être réalisé à l'aide de câbles coaxiaux, de câbles symétriques, de câbles optiques ou de liaisons hertziennes.

Le présent document couvre uniquement les signaux numériques et s'appuie sur l'IEC 60728-101 qui traite des performances des systèmes de voie directe soumis à une charge de porteuses exclusivement numériques. Pour les circuits de câbles RF soumis à une charge de signaux analogiques et numériques, voir l'IEC 60728-1-1 ED2.

Les Figure 4 à Figure 9 ont été modifiées pour tenir compte des exigences de niveau des signaux numériques uniquement.

Bien que la plage de fréquences supérieure des signaux de diffusion terrestre dépende du plan d'allocation de fréquences de chaque région (en Europe, par exemple, elle est de 694 MHz, les bandes de 700 MHz et 800 MHz étant attribuées aux services de télécommunication), la plage de fréquences supérieure dans les réseaux de distribution par câble peut être maintenue à 862 MHz afin d'optimiser le nombre de canaux à répartir dans ce type de réseaux, en prenant pour hypothèse que l'immunité (efficacité de la protection par écran) aux signaux émis dans les bandes 700 MHz et 800 MHz est suffisante.

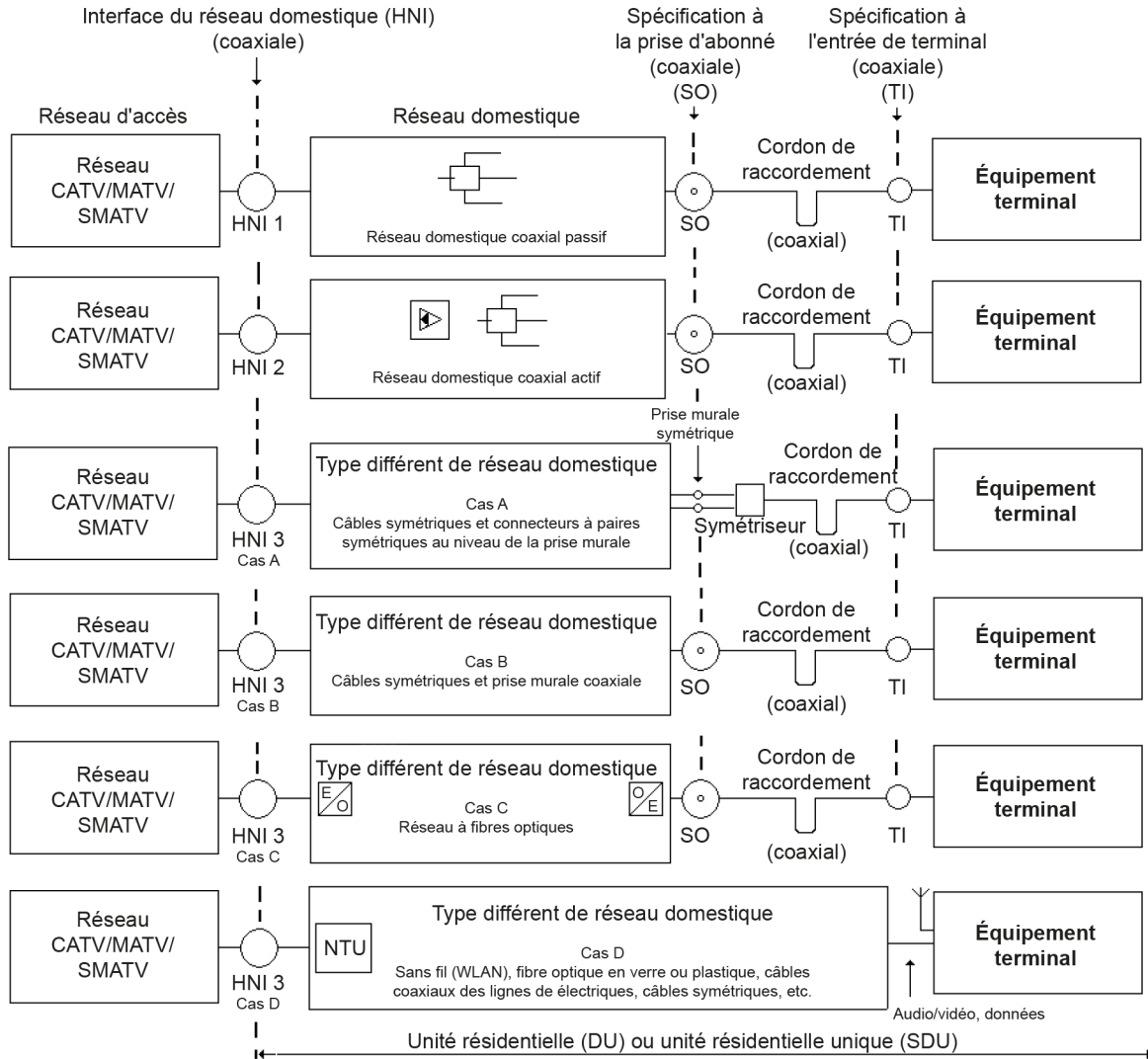


Figure 1 – Exemples de types de réseaux domestiques RF

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

Partie 101-1: Câblage RF pour réseaux domestiques bidirectionnels soumis à une charge de porteuses exclusivement numériques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60728-101 formule les exigences et présente les lignes directrices de mise en œuvre d'un câblage RF pour réseaux domestiques bidirectionnels. Elle s'applique à tous les réseaux domestiques qui distribuent les signaux transmis par les réseaux de distribution par câble CATV/MATV/SMATV (y compris les systèmes individuels de réception) qui disposent d'une sortie à câble coaxial. Elle s'applique également aux réseaux domestiques dans lesquels une partie du réseau de distribution utilise des liaisons sans fil (en lieu et place d'un cordon de récepteur, par exemple).

La présente partie de l'IEC 60728 s'applique donc au câblage RF pour réseaux domestiques bidirectionnels avec cordons câblés ou liaisons sans fil à l'intérieur d'une pièce, et concerne principalement les signaux de télévision et les signaux de radiodiffusion sonore compris entre 5 MHz et 3 300 MHz environ. La plage de fréquences est étendue à 6 000 MHz pour les techniques de distribution qui remplacent les cordons câblés par une communication bidirectionnelle sans fil à l'intérieur d'une pièce (ou d'un nombre restreint de pièces adjacentes) qui utilise la bande comprise entre 5 GHz et 6 GHz.

La distribution des signaux à l'intérieur d'un bâtiment divisé en blocs d'appartements s'étend de l'interface du réseau domestique (HNI) à la prise d'abonné ou à l'entrée de terminal. Les exigences au niveau de la prise d'abonné sont données à l'Article 5 de l'IEC 60728-101:2016. Les exigences au niveau de l'interface du réseau domestique sont données à l'Article 7 de l'IEC 60728-101:2016. L'Article 5 du présent document fournit des exigences supplémentaires.

Le présent document traite des différentes possibilités de distribution des signaux dans un réseau domestique, à l'aide de câbles coaxiaux, de câbles à paires symétriques, de câbles à fibres optiques (verre ou plastique) ainsi que de liaisons sans fil à l'intérieur d'une pièce (ou d'un nombre restreint de pièces adjacentes) pour remplacer les cordons câblés.

Le présent document fait référence à des méthodes de mesure de base des caractéristiques opérationnelles du réseau domestique de distribution par câble afin d'évaluer ses performances.

Toutes les exigences font référence aux limites de performances qui sont obtenues entre l'entrée ou les entrées de l'interface du réseau domestique (HNI) et la sortie de toute prise d'abonné lorsqu'elle est équipée d'une résistance de terminaison égale à l'impédance de charge nominale du système, sauf spécification contraire. Si les prises d'abonné ne sont pas utilisées, les éléments ci-dessus s'appliquent à l'entrée de terminal.

Le présent document fournit également des limites concernant l'accumulation des dégradations si le réseau domestique est divisé en plusieurs parties qui utilisent différents supports de transmission (par exemple câblage coaxial, câblage symétrique, câblage optique, liaisons sans fil).

NOTE Les exigences de performances des voies de retour, ainsi que les méthodes particulières de mesure relatives à l'utilisation des voies de retour dans les réseaux de distribution par câbles sont décrites dans l'IEC 60728-10.

L'Article 5 définit les limites de performances mesurées au niveau de la prise d'abonné ou de l'entrée de terminal pour un signal d'essai non dégradé (idéal) au niveau de l'interface du réseau domestique. Dans les conditions normales de fonctionnement d'un canal numérique et en respectant ces limites, l'effet cumulatif de la dégradation d'un seul paramètre au niveau de l'interface du réseau domestique et de celle due au réseau domestique génère des signaux au moins conformes aux exigences données dans l'IEC 60728-101-2. Pour les signaux à modulation numérique, l'exigence de qualité est une réception quasi sans erreurs (QEF, *Quasi Error-Free*).

Le présent document décrit la connexion de couche physique des réseaux domestiques. La description des protocoles exigés pour la couche 2 et les couches supérieures ne relève pas du domaine d'application du présent document. Les connexions logiques entre les dispositifs à l'intérieur d'un réseau domestique ne sont donc pas toujours assurées.

2 Références normatives

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

IEC 60728-1:2014, *Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs – Partie 1: Performance des systèmes de voie directe*

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 60728-3:2017, *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 60728-10, *Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs – Partie 10: Performances des systèmes de voie de retour*

IEC 60966 (toutes les parties), *Cordons coaxiaux et cordons pour fréquences radioélectriques*

ISO/IEC/IEEE 8802-11, *Télécommunications et échange entre systèmes informatiques – Exigences pour les réseaux locaux et métropolitains – Partie 11: Spécifications du contrôle d'accès du milieu sans fil (MAC) et de la couche physique (PHY)*