

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**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

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).

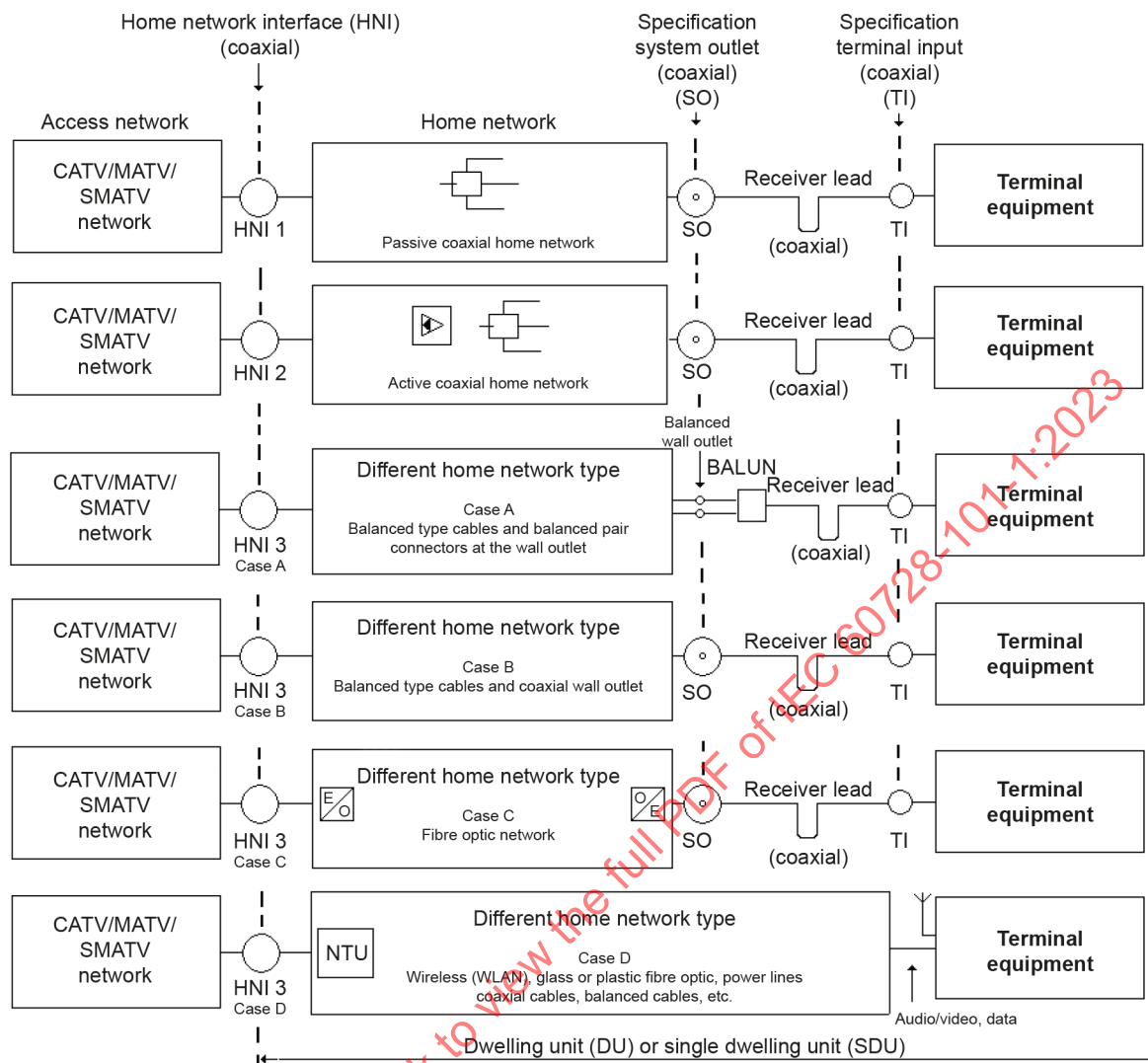
Figure 1 shows typical situations that are possible when considering RF home networks.

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.



IEC

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*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

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

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

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

3.1.1 active home network

home network that uses active equipment (for example, amplifiers) in addition to passive equipment like splitters, taps, system outlets, cables and connectors up to the coaxial RF interface (input and/or output) of the terminal equipment for distributing and combining RF signals

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.2]

3.1.2

antenna

part of a radio transmitting or receiving system which is designed to provide the required coupling between a transmitter or a receiver and the medium in which the radio wave propagates

Note 1 to entry: In practice, the terminals of the antenna or the points to be considered as the interface between the antenna and the transmitter or receiver are specified.

Note 2 to entry: If the transmitter or receiver is connected to its antenna by a feeder line, the antenna is considered to be a transducer between the guided radio waves of the feeder line and the radiated waves in space.

Note 3 to entry: See also IEC 60728-1:2014, 3.1.3, IEC 60728-1-1:2014, 3.1.2 and IEC 60728-1-2:2014, 3.1.2.

[SOURCE: IEC 60050-712:1992, 712-01-01, modified – The deprecated term "aerial" has been deleted, in Note 1 "should be specified" has been replaced by "are specified", Note 2 has been clarified and a Note 3 giving additional references has been added.]

3.1.3

attenuation

ratio of the input power to the output power of a piece of equipment or a system

Note 1 to entry: The ratio is expressed in decibels.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.5]

3.1.4

balun

device for transforming an unbalanced voltage to a balanced voltage or vice-versa

Note 1 to entry: The term is derived from "balanced to unbalanced transformer".

3.1.5

bit error ratio

BER

ratio between erroneous bits and the total number of transmitted bits

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.9]

3.1.6

broadcast and communication technologies

BCT

group of applications including RF distribution of sound signals and video signals

Note 1 to entry: For this document, this is a group of applications using the HF band (3 MHz to 30 MHz), the VHF band (30 MHz to 300 MHz) and the UHF band (300 MHz to 3 000 MHz) for transmission of television signals, sound signals and interactive services, as well as for in-home inter-networking.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.13]

3.1.7

CATV network

regional and local broadband cable networks designed to provide sound and television signals as well as signals for interactive services to a regional or local area

Note 1 to entry: Originally defined as Community Antenna Television network.

[SOURCE: IEC 60728-1-1:2014, 3.1.9]

3.1.8

decibel ratio

ten times the logarithm to the base 10 of the ratio of two quantities of power P_1 and P_2 , i.e.

$$10 \lg \frac{P_1}{P_2} \quad \text{in dB}$$

Note 1 to entry: This ratio may also be expressed in terms of voltages, on the condition that the impedances of U_1 and U_2 are the same (e.g. 75 Ω).

$$20 \lg \frac{U_1}{U_2} \quad \text{in dB}$$

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.24, modified – Note 1 to entry clarified.]

3.1.9

directivity

attenuation between output port and interface or tap port minus the attenuation between input port and interface or tap port, of any equipment or system

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.27]

3.1.10

dwelling unit

DU

home or office where television and sound signals are distributed and that provides access to interactive services

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.31]

3.1.11

extended satellite television distribution network or system

distribution network or system designed to provide sound and television signals received by a satellite-receiving antenna to households in one or more buildings

Note 1 to entry: This kind of network or system can be combined with terrestrial antennas for the additional reception of TV and/or radio signals via terrestrial networks.

Note 2 to entry: This kind of network or system can also carry control signals for satellite switched systems or other signals for special transmission systems (e.g. MoCA or Wi-Fi) in the return path direction.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.35]

3.1.12

extended terrestrial television distribution network or system

distribution network or system designed to provide sound and television signals received by terrestrial receiving antenna to households in one or more buildings

Note 1 to entry: This kind of network or system can be combined with a satellite antenna for the additional reception of TV and/or radio signals via satellite networks.

Note 2 to entry: This kind of network or system can also carry other signals for special transmission systems (e.g. MoCA or Wi-Fi) in the return path direction.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.36]

3.1.13**feeder**

transmission path forming part of a cable network

Note 1 to entry: Such a path can consist of a metallic cable, optical fibre, waveguide, or any combination of them.

Note 2 to entry: By extension, the term is also applied to paths containing one or more radio links.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.38]

3.1.14**gain**

ratio of the output power to the input power of any equipment or system

Note 1 to entry: Gain is expressed in decibels.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.42]

3.1.15**headend**

equipment which is connected between receiving antennas or other signal sources and the remainder of the cable networks, to process the signals to be distributed

Note 1 to entry: The headend can, for example, comprise antenna amplifiers, frequency converters, combiners, separators and generators.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.43]

3.1.16**home cable link****HCL**

physical link (cable) between the home distributor (HD) and the system outlet or the terminal input

3.1.17**home distributor****HD**

distributor within a home where cables terminate

3.1.18**home network****HN**

RF cable network inside a single dwelling (one-family house or one unit of a multi-dwelling building) in the SOHO (Small Offices Home Offices) environments or in the rooms of hotels, hospitals

Note 1 to entry: The preferred topology of this network is a star.

Note 2 to entry: This network carries television signals, sound signals and interactive services up to the coaxial RF interface (input and/or output) of the terminal equipment. It can comprise active equipment, passive equipment, cables, and connectors.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.48]

3.1.19

home network interface

HNI

interface for access to the network for transmission of television signal, sound signals and interactive services inside a home (single dwelling)

Note 1 to entry: It is the first accessible point after the entrance of the network into an individual home (see Figure 2).

Note 2 to entry: In some cases, the home network interface can coincide with the system outlet. In this case, the performance requirements for a system outlet apply.

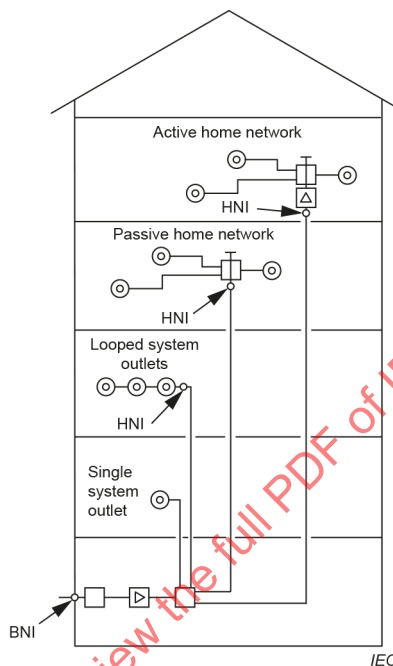


Figure 2 – Examples of location of HNI for various home network types

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.49, modified – Notes to entry and Figure 2 added.]

3.1.20

individual satellite television receiving system

system designed to provide sound and television signals received from satellite(s) to an individual household

Note 1 to entry: This kind of system could also carry control signals for satellite switched systems or other signals for special transmission systems (e.g. MoCA or Wi-Fi) in the return path direction.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.51]

3.1.21

individual terrestrial television receiving system

system designed to provide sound and television signals received via terrestrial broadcast networks to an individual household

Note 1 to entry: This kind of system could also carry other signals for special transmission systems (e.g. MoCA or Wi-Fi) in the return path direction.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.52]

3.1.22**intermodulation**

process whereby non-linearity of equipment in a system produces output signals (called intermodulation products) at frequencies which are linear combinations of those of the input signals

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.53]

3.1.23**isolation**

attenuation between two output, tap or interface ports of any equipment or system

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.54]

3.1.24**level**

<power> decibel ratio of any power P_1 to the standard reference power P_0 , i.e.

$$10 \lg \frac{P_1}{P_0} \quad \text{in dB}$$

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.55.1, modified – Notes 1 and 2 have been deleted.]

3.1.25**level**

<voltage> decibel ratio of any voltage U_1 to the standard reference voltage U_0 , i.e.

$$20 \lg \frac{U_1}{U_0} \quad \text{in dB}$$

Note 1 to entry: This can be expressed in decibels (relative to 1 μV in 75 Ω) or more simply in dB(μV) if there is no risk of ambiguity.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.55.2, modified – Note 1 to entry has been deleted and former Note 2 to entry has become Note 1 to entry.]

3.1.26**local broadband cable network**

network designed to provide sound and television signals as well as signals for interactive services to a local area (e.g. one town or one village)

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.56]

3.1.27**looped system outlet**

device through which the spur feeder passes and to which is connected a receiver lead, without the use of a subscriber feeder

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.58]

3.1.28

MATV network

extended terrestrial television distribution networks or systems designed to provide sound and television signals received by terrestrial receiving antenna to households in one or more buildings

Note 1 to entry: Originally defined as master antenna television network.

Note 2 to entry: This kind of network or system can be combined with a satellite antenna for the additional reception of TV and/or radio signals via satellite networks.

Note 3 to entry: This kind of network or system can also carry other signals for special transmission systems (e.g. MoCA or Wi-Fi) in the return path direction.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.60]

3.1.29

multi-dwelling unit

MDU

building with many homes or offices used by single owners where television signals, sound signals are distributed and where is access to interactive services

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.64]

3.1.30

multiplex

signals from several separate sources assembled into a single composite signal for transmission over a common transmission channel

Note 1 to entry: See also IEC 60728-1:2014, 3.1.65.

[SOURCE: IEC 60050-701:2016, 701-03-09, modified – The term and the definition have been changed to describe the result of the multiplexing process, and Note 1 to entry has been added.]

3.1.31

mutual isolation

attenuation between two specified system outlets at any frequency within the range of the system under investigation which is always specified, for any particular installation, as the minimum value obtained within specified frequency limits

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.66]

3.1.32

network interface

NI

interface to the network for transmission of television signal, sound signals and interactive services

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.67]

3.1.33

network termination unit

NTU

equipment for access to the cable network for television signal, sound signals and interactive services

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.68]

3.1.34**permanent link**

transmission path between any two test interfaces within a cabling subsystem link, including the connecting hardware at each end

3.1.35**receiver lead**

lead which connects the system outlet to the subscriber's equipment

Note 1 to entry: The definition of a receiver lead includes any filters and/or balun transformers in addition to the cable.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.74, modified – Note 1 to entry has been refined.]

3.1.36**regional broadband cable network**

network designed to provide sound and television signals as well as signals for interactive services to a regional area covering several towns and/or villages

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.75]

3.1.37**satellite master antenna television system****SMATV**

system which is designed to provide sound and television signals to the outlets of a building or a group of buildings

Note 1 to entry: Two system configurations are defined in ETSI EN 300 473 as follows:

- SMATV system A, based on transparent transmodulation of QPSK satellite signals into QAM signals to be distributed to the user;
- SMATV system B, based on direct distribution of QPSK signals to the user, with two options:
 - SMATV-IF distribution in the satellite IF band (above 950 MHz);
 - SMATV-S distribution in the VHF/UHF band, for example in the extended S band (230 MHz to 470 MHz).

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.77]

3.1.38**S/IN**

signal-to-intermodulation and noise ratio for a digitally modulated signal in the RF band

[SOURCE: IEC 60728-101:2016, 3.1.67]

3.1.39**single dwelling unit****SDU**

home, office or one-family house used by a single owner where television signals and sound signals are distributed and there is access to interactive services

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.81]

3.1.40**slope**

difference in gain or attenuation at two specified frequencies between any two points in a system

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.85]

3.1.41

SMATV network

extended distribution networks or systems designed to provide sound and television signals received by satellite receiving antenna to households in one or more buildings

Note 1 to entry: Originally defined as satellite master antenna television network.

Note 2 to entry: This kind of network or system can be combined with terrestrial antennas for the additional reception of TV and/or radio signals via terrestrial networks.

Note 3 to entry: This kind of network or system can also carry control signals for satellite switched systems or other signals for special transmission systems (e.g. MoCA or Wi-Fi) in the return path direction.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.87]

3.1.42

splitter

spur unit

device in which the signal power at the (input) port is divided equally or unequally between two or more (output) ports

Note 1 to entry: Some forms of this device can be used in the reverse direction for combining signal energy.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.88]

3.1.43

spur feeder

feeder to which splitters, subscriber taps, or looped system outlets are connected

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.90]

3.1.44

standard reference power

P_0

<in cable networks> 1/75 pW

Note 1 to entry: This is the power dissipated in a 75 Ω resistor with a voltage drop of 1 μ V RMS across it.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.92]

3.1.45

subscriber feeder

feeder connecting a subscriber tap to a system outlet or, where the latter is not used, directly to the subscriber equipment

Note 1 to entry: A subscriber feeder can include filters and balun transformers.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.93]

3.1.46

subscriber equipment

equipment at the subscriber premises such as receivers, tuners, decoders, video recorders

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.94]

3.1.47

subscriber tap

device for connecting a subscriber feeder to a spur feeder

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.95]

3.1.48**system outlet****SO**

device for interconnecting a subscriber feeder and a receiver lead

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.99]

3.1.49**terminal equipment**

equipment (television receiver, radio receiver, set-top box, etc.) able to receive the distributed signals or to send (via a cable modem) return signals for interactive services

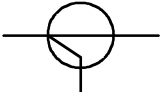
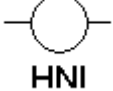
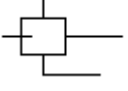
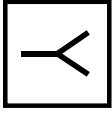
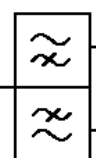
3.1.50**well-matched**, adj

matching condition when the return loss of the equipment complies with the requirements of IEC 60728-3:2017, Table 3

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.105, modified – IEC 60728-3:2017 referenced]

3.2 Symbols

The following graphical symbols are used in the figures of this document. These symbols are either listed in IEC 60617 or based on symbols defined in IEC 60617.

Symbols	Terms	Symbols	Terms
	Directional coupler [IEC 60617-S01340 (2001-07)]		System outlet (SO) [IEC 60617-S00438, modified (2001-07)]
	HNI: Home Network Interface		Splitter
	Subscriber tap		Receiver lead
	Amplifier [IEC 60617-S01239 (2001-07)]		Two-way amplifier
	Balun: Balanced to unbalanced transformer		NTU: Network Terminating Unit
	Optical transmitter based on [IEC 60617-S01231 (2001-07)]		Optical receiver based on [IEC 60617-S01231 (2001-07)]
	Optical fibre [IEC 60617-S01318 (2001-07)]		Coupler based on [IEC 60617-S00059 and IEC 60617-S01188 (2001-07)]
	Antenna [IEC 60617-S01102 (2001-07)]		Diplexer based on [IEC 60617-S01247 and IEC 60617-S01248 (2001-07)]

3.3 Abbreviated terms

ADSL	asynchronous digital subscriber line	AP	access point
APSK	amplitude and phase shift keying	BCH	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (codes)
BCT	broadcast and communication technologies	BER	bit error ratio
BPSK	binary phase shift keying	BW	bandwidth
CATV	community antenna television	CCK	complementary code keying
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations	COFDM	coded orthogonal frequency division multiplex
CSMA/CA	carrier sense multiple access with collision avoidance	DAB	digital audio broadcasting
DFS	dynamic frequency selection	DSSS	direct sequence spread spectrum
DU	dwelling unit	DVB	digital video broadcasting
DVB-C	digital video broadcasting baseline system for digital cable television (ETSI EN 300 429)	DVB-C2	digital video broadcasting baseline system for digital cable television Second generation (ETSI EN 302 769)
DVB-S	digital video broadcasting baseline system for digital satellite television (ETSI EN 300 421)	DVB-S2	digital video broadcasting baseline system for digital satellite television Second generation (ETSI EN 302 307)
DVB-T	digital video broadcasting baseline system for digital terrestrial television (ETSI EN 300 744)	DVB-T2	digital video broadcasting baseline system for digital terrestrial television second generation (ETSI EN 302 755)
EIRP	equivalent isotropically radiated power	FDM	frequency division multiplex
FFT	fast Fourier transformation	HCL	home cable link
HD	home distributor	HFC	hybrid fibre coaxial
HN	home network	HNI	home network interface
IF	intermediate frequency	IP	internet protocol
ISDB-C	integrated services digital broadcasting – cable	ISDB-S	integrated services digital broadcasting – satellite
ISDB-S3	integrated services digital broadcasting – satellite third generation	ISDB-T	integrated services digital broadcasting – terrestrial
LAN	local area network	LDPC	low-density parity-check (codes)
LED	light emitting diode	MAC	medium access control
MAN	metropolitan area network	MATV	master antenna television (network)
MoCA	Multimedia over Cable Alliance	MCS	modulation coding scheme
MDU	multi-dwelling unit	MIMO	multiple input multiple output
MRC	maximum ratio combining	NI	network interface
NICAM	near-instantaneously companded audio multiplex	NTU	network termination unit
OFDM	orthogonal frequency division multiplex	PBA	Padovan sequence based backoff algorithm
PC	personal computer	PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
PER	packet error ratio	PHY	physical (layer)
PSK	phase shift keying	PVR	personal video recorder
QAM	quadrature amplitude modulation	QEF	quasi error free
QPSK	quaternary phase shift keying	RF	radio frequency
SDU	single dwelling unit	SISO	single input single output
SMATV	satellite master antenna television	SO	system outlet
SOHO	small office home office	TCP	transmission control protocol
TC8PSK	trellis coded 8-phase shift keying	TI	terminal input
TPC	transmission power control	TV	television

UDP	user datagram protocol	UHF	ultra-high frequency
USB	universal serial bus	UWB	ultra-wide-band
VHF	very high frequency	WDM	Wavelength Division Multiplexing
Wi-Fi	wireless fidelity	WLAN	wireless local area network

4 Methods of measurement for the home network

The methods of measurement are related to the most important characteristics and requirements that the home network shall fulfil. The home network can be considered as a cabled bidirectional transmission network. Therefore, the measuring methods described in IEC 60728-101 and in IEC 60728-10 for CATV/MATV/SMATV are applicable, although the network is much smaller in size. For the forward path, the input of the network is in this case at the home network interface (HNI), while the output is still the system outlet (SO) or the terminal input (TI). The methods of measurement of the forward path for digitally modulated signals are indicated in Table 1 with reference to the relevant clauses of IEC 60728-101:2016.

Table 1 – Methods of measurement of IEC 60728-101 applicable to the home network

Methods of measurement Subclause reference of IEC 60728-101:2016		Television				Radio
		Vision and sound DVB			Sound	
		PSK, APSK	QAM	OFDM		
					NICAM	DAB
4.11	Mutual isolation between system outlets	x	x	x	x	x
4.12	Amplitude response within a channel	x	x	x	x	x
4.13	Non-linear distortion	x	x	x	x	X
x Method of measurement is applicable						

5 Performance requirements of the home network

5.1 General

For DVB-S, DVB-C and DVB-T digital signals, the system performance limits ensure a service that is quasi error-free (QEF), corresponding to a bit error ratio (BER), before Reed-Solomon error correction, of 1×10^{-4} in a DVB signal.

For DVB-S2, DVB-C2 and DVB-T2 digital signals, the service that is quasi-free of interruption is intended for a packet error ratio (PER) of 10^{-7} after LDPC and BCH decoders.

NOTE 1 Performance requirements that are frequency dependent are specified up to 2 150 MHz. Requirements for the frequency range 2 150 MHz to 3 000 MHz (6 000 MHz) are under consideration.

When measuring the system parameters at the system outlet or terminal input in operation, the limit values indicated in 5.2 to 5.9 can be exceeded, taking into account the contribution of the signal performance (quality) of each parameter present at the HNI.

EXAMPLE: The signal-to-noise ratio measured at the system outlet in operation is lower than the values given at the HNI in Clause 7 of IEC 60728-101; i.e., for DVB-S or DVB-S2, the signal-to-noise ratio will be impaired by up to 1 dB with respect to the HNI values given in IEC 60728-101:2016, Clause 7.

5.2 Impedance

The nominal impedance of the home network shall be $75\ \Omega$ when coaxial cables are used or $100\ \Omega$ when twisted pair cables are used. The value of $75\ \Omega$ applies to all coaxial feeder cables and system outlets and shall be used as the reference impedance for all measurements.

5.3 Performance requirements at the terminal input

5.3.1 General

The following requirements apply when a receiver lead connects the system outlet directly to the terminal input (see IEC 60728-101:2016, 3.1.62 and IEC 60728-101:2016, 3.1.83).

5.3.2 Signal level

The signal levels are those given in IEC 60728-101 at the system outlet, reduced by the attenuation specified in IEC 60966-2-4, IEC 60966-2-5, IEC 60966-2-6. A receiver lead shorter than 3 m is not considered to affect the other quality parameters of the service provided by the terminal.

NOTE At the terminal input, the signal level present at the system outlet is reduced by approximately 1,5 dB (at 1 000 MHz) by the receiver lead loss.

When balanced cables are used in the home network, the minimum signal levels at the terminal input are increased by 1 dB (see IEC 60728-101:2016, Table 3).

5.3.3 Other parameters

The performance requirements given in IEC 60728-101 at the system outlet remain unchanged at the terminal input.

5.4 Performance requirements at system outlets

5.4.1 Minimum and maximum RF signal levels

The minimum and maximum RF signal levels given in IEC 60728-101:2016, 5.5.1 apply.

When balanced cables are used in the home network, the minimum signal levels at the system outlet are increased by 1 dB (see IEC 60728-101:2016, Table 3).

5.4.2 Mutual isolation between system outlets

The minimum isolation at any frequency between any two system outlets connected separately to a spur feeder system shall be those given in IEC 60728-101:2016, 5.6.1.

NOTE These requirements are relevant for the designer of the home network with respect to home networks installed in other households or dwelling units.

5.4.3 Isolation between individual outlets in one household

The minimum isolation between two individual outlets in one household shall be higher than 22 dB.

NOTE It can also be necessary to fulfil the requirements of IEC 60728-101:2016, 5.6.1 for one household, if special conditions require it (e.g. if several TV receivers are operated simultaneously).

5.4.4 Isolation between forward and return path

If system outlets are provided with return path inputs, the minimum isolation between return path input and any FM radio or television (digital: 64 QAM) output shall comply with IEC 60728-101:2016, 5.6.3.

5.4.5 Long-term frequency stability of distributed signals at any system outlet

The requirements given in IEC 60728-101:2016, 5.8 shall apply, when frequency conversion is performed inside the active home network.

5.5 Performance requirements at the HNI

5.5.1 Minimum and maximum signal levels at HNI1

The minimum and maximum signal levels at HNI1 shall not exceed those given in IEC 60728-101:2016, 7.2.2.1.

5.5.2 Minimum and maximum RF signal levels at HNI2 and HNI3

The minimum and maximum signal levels at HNI2 and HNI3 shall not exceed those given in IEC 60728-101:2016, 7.3.2.1.

5.6 RF signal level differences in the home network from HNI to system outlet

The differences of signal levels at system outlet shall not exceed 5 dB in the frequency range of 47 MHz to 862 MHz, 6 dB in the frequency range of 950 MHz to 2 150 MHz. The difference between adjacent channels shall not exceed 1,5 dB.

The limit of 5 dB or 6 dB can be exceeded only when the HNI slope is better than the worst case of -7 dB (e.g. when 0 dB or +7 dB applies).

5.7 Frequency response within a television channel in the home network

5.7.1 General

Taking into account the requirements given in IEC 60728-101:2016, 5.7, the following limits are given, applicable to active home networks, from the HNI to the system outlet (SO) or terminal input (TI).

5.7.2 Amplitude response

The amplitude response variations within any television channel shall not exceed the values given in Table 2.

Table 2 – Amplitude response variation in the home network

Signal modulation	Occupied or channel bandwidth MHz	Maximum variation (peak-to-peak) dB	Maximum slope of variation ^c dB/MHz
QPSK (DVB-S)	37,125	1	0,5
QPSK, 8PSK, 16 APSK, 32 APSK (DVB-S2)	37,125	u.c.	u.c.
TC 8 PSK (ISDB-S)	34,5	2	–
16 APSK (ISDB-S3)	34,5	2	–
64 QAM (DVB-C)	8	1 ^a	0,2
64 QAM (ISDB-C)	6	2 ^b	–
128 QAM (DVB-C)	8	0,75	u.c.
256 QAM (DVB-C)	8	0,5	u.c.
256 QAM (ISDB-C)	6	2 ^b	–
COFDM (DVB-T, DVB-T2)	8	0,2	0,2
OFDM (ISDB-T)	5,7	2 ^b	–
^a Cable modems require a tighter amplitude response variation of less than 0,5 dB peak-to-peak in a 8 MHz channel bandwidth. ^b Cable modems require a tighter amplitude response variation of less than 0,5 dB peak-to-peak in a 6 MHz channel bandwidth. ^c The value of "maximum slope of variation" is not specified in Japan.			

5.7.3 Group delay

The group delay variation within any 8 MHz shall not exceed 10 ns. If the home network is designed only for a specific modulation scheme, then the values given in Table 3 can be applied.

Table 3 – Group delay variation in the home network

Signal modulation	Frequency range MHz	Maximum group delay variation ns
QPSK	Signal bandwidth (see IEC 60728-101:2016, Clause C.3)	10
OFDM	Signal bandwidth (see IEC 60728-101:2016, Clause C.3)	10
QAM	Signal bandwidth (see IEC 60728-101:2016, Clause C.3)	10

5.8 Random noise produced in the home network

5.8.1 General

The level of noise voltage generated in the active home network, from the HNI to any SO or TI, in any channel shall be such that the signal-to-noise ratio shall be at least 6 dB or 7 dB higher than the limits given in IEC 60728-101:2016, 5.9, so that the contributing impairment produced by the home network is not higher than 1,0 dB in regard to the signal-to-noise ratio of the complete network.

This implies that the random noise contribution of the active home network shall be such that, in a typical case, the S/IN measured at any system outlet, with an unimpaired signal at the input of the home network (HNI), is higher than 42 dB in the VHF/UHF bands (47 MHz to 862 MHz) and higher than 26 dB in the first IF band (950 MHz to 2 150 MHz).

5.8.2 Maximum amplifier noise figure

The maximum amplifier noise figure F_N can be calculated considering the signal level L in dB(μV) at the HNI2 for VHF/UHF or first IF bands. The following formula can be applied:

$$F_N = R_{\text{SIN},\text{in}} - R_{\text{SIN},\text{out}} = (L - N_{\text{th}}) - R_{\text{SIN},\text{out}} \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

where N_{th} is the bandwidth-dependent thermal noise voltage in dB(μV) (e.g. at $T = 25^\circ\text{C}$, N_{th} is 3,3 dB(μV) for $B_W = 7$ MHz, 3,9 dB(μV) for $B_W = 8$ MHz, 9,2 dB(μV) for $B_W = 27$ MHz).

When the (worst case) signal level at HNI2 is $L = 57$ dB(μV) (VHF/UHF bands) or $L = 48$ dB(μV) (first IF band), the F_N of the amplifier shall not exceed 11,1 dB or 12,8 dB, respectively.

5.9 Interference produced into downstream channels within a home network

5.9.1 General

These requirements apply when the home network contains active components.

Subclause 5.9 considers only the multiple frequency intermodulation interference and the intermodulation noise generated in the active home network, from the HNI to any SO or TI.

NOTE Single frequency interference and single channel interference are not relevant for home networks.

5.9.2 Multiple frequency intermodulation interference

The level of the multiple frequency intermodulation interference generated in the active home network, from the HNI to any SO or TI, in any channel shall be sufficiently low in order for the contributing impairment produced by the home network to be not higher than 2 dB with regard to the signal-to-intermodulation ratio of the complete network, in accordance with IEC 60728-101:2016, 5.10.2 and IEC 60728-101:2016, 7.3.7.

This implies that the intermodulation contribution of the active coaxial home network shall be such that the signal-to-multiple frequency interference ratio, in any wanted television channel, measured at any outlet, with an unimpaired signal at the input of the home network, is higher than 71 dB in the VHF/UHF bands (47 MHz to 862 MHz) and higher than 32 dB in the 1st IF band (950 MHz to 2 150 MHz). The equipment used in the forward path of the home network shall be specified in accordance with the multicarrier measuring method described in IEC 60728-3.

NOTE 1 If the signal-to-intermodulation ratio of the active home network is higher than 76 dB in the VHF/UHF bands (47 MHz to 862 MHz) and higher than 35 dB in the first IF band (950 MHz to 2 150 MHz), the HNI2 values given in IEC 60728-101:2016, 7.3.6 can be decreased by 1 dB.

NOTE 2 When coherent carriers are used, lower limits are acceptable.

Because intermodulation products between multiple, closely spaced, digital TV channels are similar to random noise, this intermodulation should be taken into account in the signal-to-noise measurements.

NOTE 3 It can be necessary to adjust the maximum output level of the amplifier to ensure it meets the 71 dB requirement in the VHF/UHF bands.

5.9.3 Intermodulation noise

The level of the intermodulation noise generated in the home network, from the HNI to any SO or TI, in any channel shall be sufficiently lower than the limits given for noise in IEC 60728-101:2016, 5.9, so that the contribution of the impairment produced by the home network is not greater than 1 dB.

6 Home network design and examples

6.1 General

The home network can be realised using coaxial cables, balanced cables, optical cables or radio links and requires a suitable design to fulfil the requirements given above.

6.2 Basic design considerations

6.2.1 General

The design of the home network starts from the specifications given in 6.2.2, 6.2.3 and 6.2.4.

6.2.2 System outlet (SO) or terminal input (TI) specifications

The following subclauses and tables apply:

- minimum and maximum signal levels, as indicated in IEC 60728-101:2016, 5.5.1 and IEC 60728-101:2016, Table 3;
- maximum signal level differences allowed in the frequency range of interest, as indicated in IEC 60728-101:2016, 5.5.2 and IEC 60728-101:2016, Table 4 (e.g. 12 dB in the frequency range 47 MHz to 862 MHz);
- when balanced cables are used in the home network, the minimum signal levels are increased by 1 dB (see IEC 60728-101:2016, Table 27).

6.2.3 Home network interface (HNI) specifications

The following subclauses and tables apply:

- minimum and maximum signal levels at HNI1, as indicated in IEC 60728-101:2016, 7.2.2.1 and in IEC 60728-101:2016, Table 18;
- minimum and maximum signal levels at HNI2 and HNI3, as indicated in IEC 60728-101:2016, 7.3.2.1 and in IEC 60728-101:2016, Table 22;
- maximum signal level differences allowed in the frequency range of interest, for HNI1, HNI2 and HNI3 (e.g. 7 dB in the frequency range 47 MHz to 862 MHz).

Thus, the CATV/MATV/SMATV system provides, amongst others, television signals that, in the worst case, have a slope of –7 dB at the HNI; hence the requirements of 6.2.4 for home networks shall be taken into account.

NOTE The slope sign is considered:

- a) negative when the attenuation increases with frequency (cables) or the gain (amplifiers) decreases with frequency;
- b) positive when the gain (amplifiers) increases with frequency (compensating slope).

6.2.4 Requirements for the home network

6.2.4.1 Home network slope

The following requirements apply to the home network slope.

- The slope of the home cable link of the home network (between the HNI and the system outlet) shall be up to -5 dB (in the 47 MHz to 862 MHz frequency range), when the frequency response of the equipment, passive (splitter) or active (amplifier), is flat.
- The slope of the home cable link of the home network (between the HNI and the system outlet) can be lower than -5 dB (i.e., up to -11 dB), when the frequency response of the equipment, passive (splitter) or active (amplifier), has a compensating slope (i.e. up to +6 dB)
- The slope of the home cable link of the home network between the HNI and the terminal input (including a receiver lead 2 m long with characteristics according to the IEC 60966 series) shall be up to -5,6 dB, when the frequency response of the equipment (passive (splitter) or active (amplifier)) is flat, or can be lower than -5,6 dB (i.e. up to -11,6 dB), when the frequency response of the equipment (passive (splitter) or active (amplifier)) has a compensating slope (i.e. up to +6 dB).

6.2.4.2 HNI signal level

The following requirements apply to the HNI signal level.

- The HNI1 interface level specification is up to 18 dB higher than the minimum system outlet specification (e.g., 68 dB(μV) for digital channels with 50 dB(μV) minimum signal level at system outlet).
- The HNI2 and HNI3 interface minimum signal level specification is 3 dB to 6 dB higher than the minimum system outlet specification. The CATV/MATV/SMATV system may have at the HNI a positive slope ranging from 0 dB to +12 dB, when the HNI is near a CATV/MATV/SMATV amplifier; this is compatible with both types of standardized home-cabling (without or with a compensating slope up to +6 dB), but taking the full benefit from the positive slope at the HNI would require a case by case analysis.

6.3 Implementation considerations

The implementation of a home network for BCT (Broadcast and Communication Technologies) signals requires special and appropriate installation criteria; therefore, the following recommendations shall be met:

- a) in coaxial cabling systems, an interconnection model shall be chosen that minimizes the number of connections in series in order to not degrade the signal quality;
- b) jumpers and patch cords shall be avoided, by a direct connection of permanent link cables to the equipment;

NOTE As an installation rule, 0,5 m of cable is left hanging from the wall.

- c) equipment connectors left unused shall be terminated with a well-matched load to minimize radiation, ingress and in-band ripples due to mismatches.

Subclauses 6.4, 6.5 and 6.6 show some general examples of various types of home networks: coaxial and/or balanced cable networks, plastic or glass fibre optic networks, wireless links inside a home network, etc.

6.4 Home networks with coaxial and balanced cables

6.4.1 General

Subclause 6.4 shows some basic design considerations for home networks based upon coaxial cabling and/or balanced cabling or other types of links used inside an apartment for carrying BCT signals provided by CATV, MATV or SMATV cable networks.

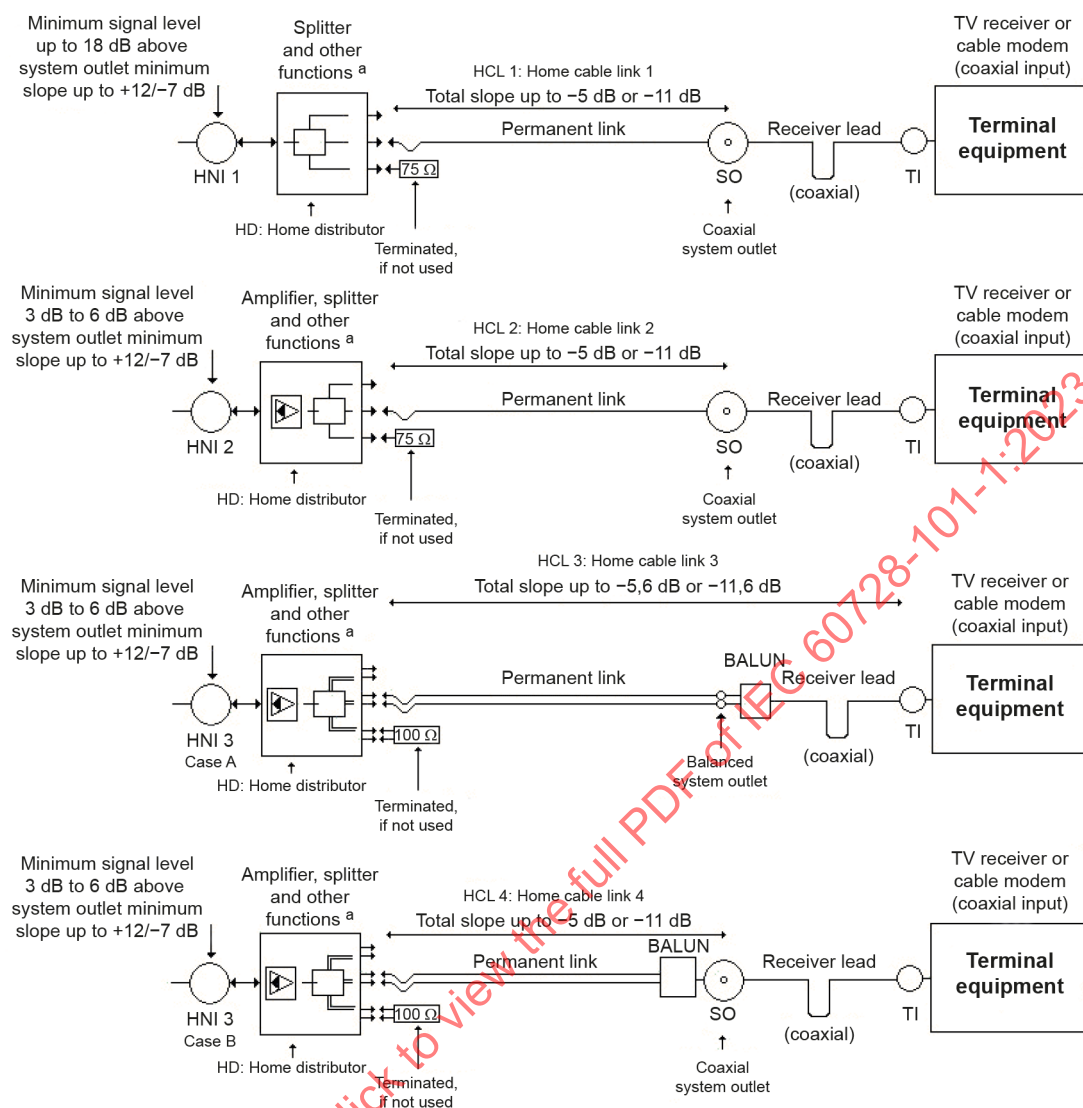
6.4.2 Network examples

Taking into account the above design and installation considerations, some examples of a home network implementation are indicated in Figure 3.

These examples show:

- the main requirement for signal level (maximum value) and slope (best and worst case) at the HNI and the total slope (worst case) allowed in the home network;
- the installation of a permanent link made with 0,5 m of cable left hanging from the wall, in order to allow direct connection to the equipment without jumpers or patch cords.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60728-101-1:2023



^a Slope compensation of 0 dB or +6 dB

IEC

Figure 3 – Examples of home network implementation using coaxial or balanced cables

6.4.3 Calculation examples

6.4.3.1 General

The examples given in Table 4, Table 5, Table 6 and Table 7 show the maximum allowed insertion loss (or gain) of the home network between the HNI and system outlet (for HNI1, HNI2 and HNI3 case B) or the terminal input (HNI3 Case A).

The home cable link (HCL) insertion loss is the addition of the losses of the fixed cabling (permanent link), of the equipment cords (receiver lead), of the system outlet and of any baluns used. The losses of the power splitter(s) and the gain of the amplifier near the HNI are not in the "HCL loss" and should be designed taking into account the number of system outlets to be connected and the type of the home network (passive or active, coaxial cable or balanced cables).

6.4.3.2 Passive or active coaxial home networks

The HNI1 and HNI2 specifications (IEC 60728-101:2016, 7.2 and IEC 60728-101:2016, 7.3) are related to a home network with coaxial cables and their connections, having a total length L_{PL} (permanent link length) which may be calculated, taking into account its attenuation and allowed slope.

The attenuation a_{PL} (dB), of the permanent link up to the system outlet, is given by Formula (2) (this coaxial cable model is an example and corresponds to a specific attenuation of about 21,5 dB/100 m at 1 GHz (or 19,0 dB/100m at 800 MHz) according to EN 50117-2-4), assuming a direct connection of the cable to the equipment:

$$a_{PL} = (L_{PL} / 100) (0,597 \sqrt{f} + 0,0026 f) + a_{SO} \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

where

f is the frequency, in MHz,

L_{PL} is the permanent link length, in m,

a_{SO} is the loss of the system outlet, in dB.

The values of Table 4 and Table 5 have been obtained assuming an attenuation of the system outlet (coaxial) of 0,5 dB.

NOTE The values given in Formula (2) and the tables are only examples, and they can differ using other cable types with different specific parameters.

The insertion loss (dB) of the home cable links 1 and 2 (HCL1 and HCL2), including the receiver lead of length L_{RL} having characteristics conforming to the IEC 60966 series, but without jumpers or patch cords at the equipment, as stated in 6.3 above, is given by Formula (3):

$$a_{HCL1,2} = a_{PL} + [0,08 + 0,4 L_{RL} (f / 1\,000)^{1/2}] \quad [\text{dB}] \quad (3)$$

6.4.3.3 Examples of signal levels in a home network with coaxial cables

6.4.3.3.1 General

In order to evaluate the behaviour of the HN when the television signals are flowing in the forward path, signal levels at relevant points are obtained and shown at different frequencies taking into account the worst case for the HN with coaxial cables.

6.4.3.3.2 Passive home networks (HN) with coaxial cables

The evaluation of the signal levels in a passive home network requires knowing the following characteristics:

- the signal levels and slope at the home network interface (HNI1);
- the splitter attenuation due to the number of system outlets (SO) served, taking into account the mutual isolation required;
- the length of coaxial cables from the home distributor (HD) to the SO;
- the system outlet attenuation.

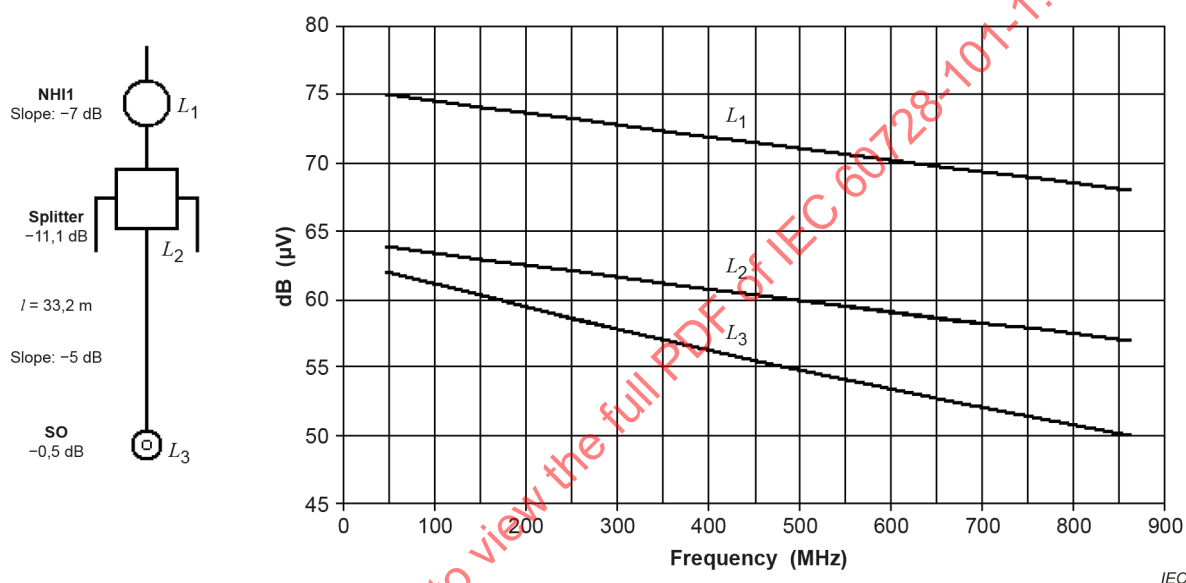
Assuming at the HNI1

- a slope of -7 dB,
- a signal level of 68 dB(μ V) (+18 dB over the minimum SO level) at 862 MHz,

the maximum length of the coaxial cables is $32,2$ m, as indicated in Table 5, in order to introduce a slope not higher than -5 dB and not to exceed the slope of -12 dB at SO. The splitter attenuation with a flat response is of $11,1$ dB, as also indicated in Table 4.

The signal levels at HNI1 (L_1), splitter output (L_2) and SO (L_3) are indicated in Figure 4.

It should be noted that the HNI1 maximum signal level is 85 dB(μ V) at 47 MHz, in accordance with the slope of -7 dB (worst case) and the signal level of 68 dB(μ V) at 862 MHz.

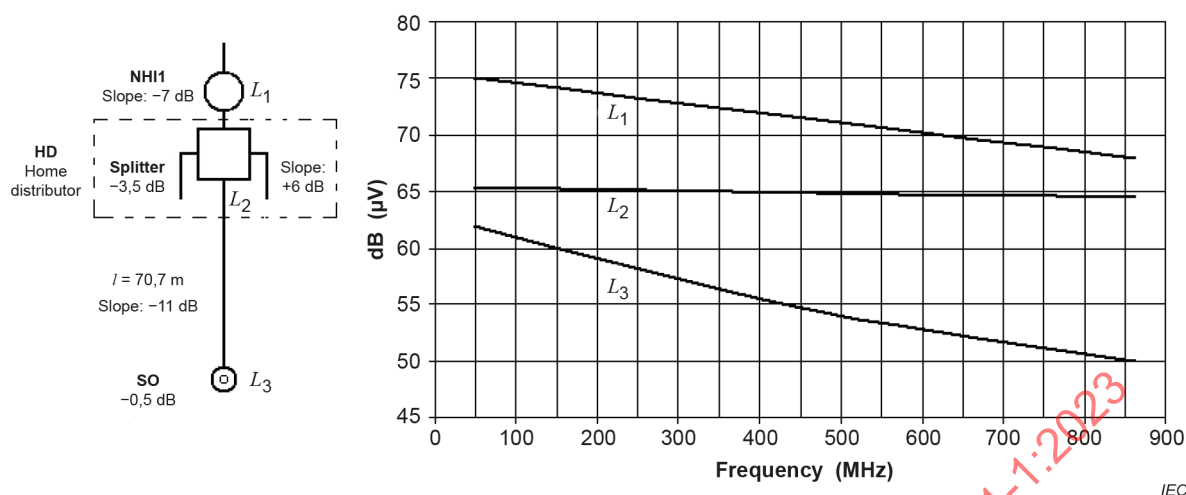


This diagram shows the signal levels at HNI1 (L_1), splitter output (L_2) and SO (L_3), assuming that the level delivered at HNI1 is +18 dB over the SO minimum at 862 MHz and the splitter has flat response over the frequency range.

Figure 4 – Signal levels at HNI1 (flat splitter response)

If the splitter has a compensating slope of $+6$ dB, the maximum splitter attenuation at 862 MHz should be not higher than $3,5$ dB, but the maximum cable length is increased up to $70,7$ m, as indicated in Table 4.

The signal levels at HNI1 (L_1), splitter output (L_2) and SO (L_3) are indicated in Figure 5.



This diagram shows the signal levels at HNI1 (L_1), splitter output (L_2) and SO (L_3), assuming that the level delivered at HNI1 is +18 dB over the SO minimum at 862 MHz and the splitter has a compensating slope of +6 dB over the frequency range.

Figure 5 – Signal levels at HNI1 (+6 dB compensating splitter slope)

6.4.3.3.3 Active home networks (HN) with coaxial cables

The evaluation of the signal levels in an active home network requires knowing the following characteristics:

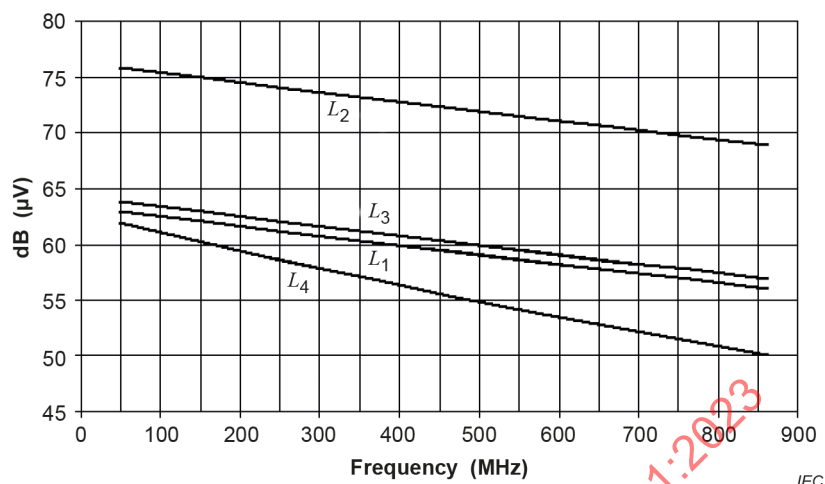
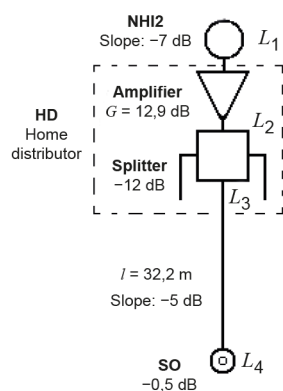
- the signal levels and slope at the home network interface (HNI2);
- the gain of the amplifier and splitter attenuation due to the number of system outlets (SO) served, taking into account the mutual isolation required;
- the length of coaxial cables from the home distributor (HD) to the SO;
- the system outlet attenuation.

Assuming at the HNI2

- a slope of -7 dB,
- a signal level of 56 dB(μV) (+6 dB over the minimum SO level) at 862 MHz,

the maximum length of the coaxial cables is 70,7 m, as indicated in Table 5, in order to introduce a slope not higher than -11 dB and not to exceed the slope of -12 dB at SO. The splitter attenuation, with a flat response, is of 12 dB and the gain of the amplifier is of 12,9 dB, as indicated in Table 5.

The signal levels at HNI2 (L_1), amplifier output (L_2), splitter output (L_3) and SO (L_4) are indicated in Figure 6.

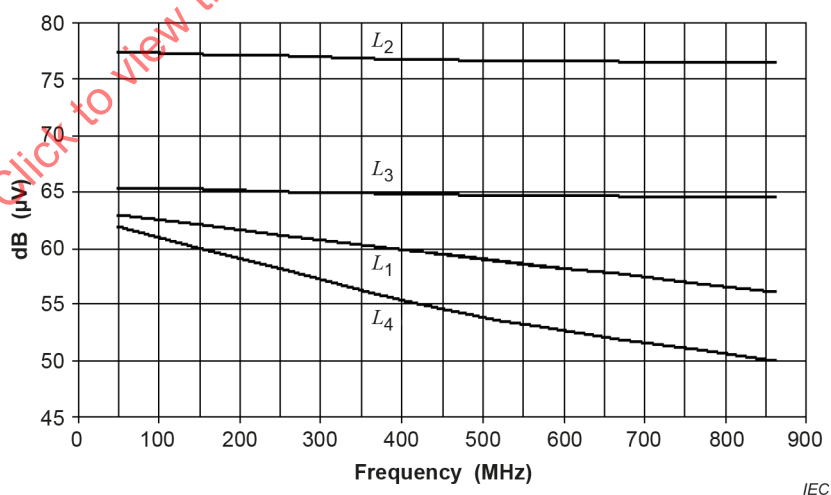
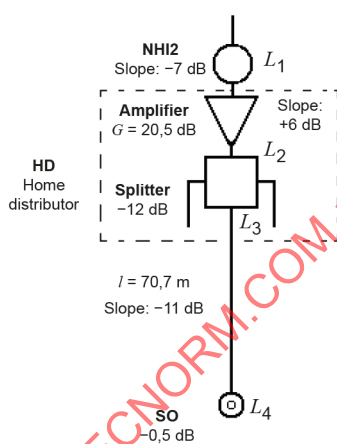


The diagram shows the signal levels at HNI2 (L_1), amplifier output (L_2), splitter output (L_3) and SO (L_4), assuming that the level delivered at HNI2 is +6 dB over the SO minimum at 862 MHz, the amplifier and the splitter have a flat response over the frequency range.

Figure 6 – Signal levels at HNI2 (L_1) (flat splitter/amplifier response)

If the amplifier and/or the splitter have a compensating slope of +6 dB (splitter attenuation of 12 dB and amplifier gain of 20,5 dB), the maximum cable length can be increased up to 70,7 m, as indicated in Table 5.

The signal levels at HNI2 (L_1), amplifier output (L_2), splitter output (L_3) and SO (L_4) are indicated in Figure 7.



This diagram shows the signal levels at HNI2 (L_1), amplifier output (L_2), splitter output (L_3) and SO (L_4), assuming that the level delivered at HNI2 is +6 dB over the SO minimum at 862 MHz, and the amplifier and/or the splitter have a compensating slope of +6 dB over the frequency range.

Figure 7 – Signal levels at HNI2 (+6 dB compensating splitter/amplifier slope)



a Permanent link plus system outlet.

b In the rare case of a positive slope of +7 dB at the HNI1, the UHF (862 MHz) signal level at HNI1 has to be slightly above 80 dB(μ V) for the Band I channels to meet the minimum level requirements, which are 50 dB(μ V) (47 MHz at system outlet) +1,9 dB (permanent link) +11,1 dB (splitter) +7 dB (HNI1 positive slope) = 70 dB(μ V)

from HNI2 to system outlet

a Permanent link plus system outlet.

6.4.3.4 Different home network type (balanced type cables) (Case A and Case B)

The HNI3 specifications (IEC 60728-101:2016, 7.4) are related to a home network with balanced pair cables, having a total length L_{PL} (permanent link length) which can be calculated, taking into account its attenuation and the allowed slope.

In case A of Figure 3, there is not a coaxial system outlet (SO) but a balanced system outlet (e.g. RJ45 type connector) and a connection to the terminal input by a standardised (IEC 60966 series) receiver lead (coaxial) that includes a balun.

The receiver lead is assumed to comply with the specification given in 5.3. The length of this coaxial cable L_{RL} is assumed to be 2 m.

The attenuation (dB) of the home cable link 3 (HCL3) up to the terminal input is given by Formula (4) (the balanced cable model corresponds to a specific attenuation of about 62 dB/100 m at 1 GHz):

$$a_{HCL3A} = [L_{PL}/100] (1,645 \sqrt{f} + 0,01 f + 0,25/\sqrt{f}) + (0,04 \sqrt{f}) + a_{BO} + a_{BAL} + (0,08 + 0,4 L_{RL} (f/1000)^{1/2}) \text{ [dB]} \quad (4)$$

where

f is the frequency, in MHz,

L_{PL} is the permanent link length, in m,

L_{RL} is the cable length of the coaxial receiver lead, in m,

a_{BO} is the loss of the balanced system outlet, in dB

a_{BAL} is the loss of the balun (in dB) included in the receiver lead.

The term: $0,08 + 0,4 L_{RL} (f/1000)^{1/2}$ is the attenuation model (see IEC 60966-2) for the receiver lead (coaxial) of length L_{RL} .

The values of Table 6 have been obtained assuming an attenuation of the system outlet (balanced) of 0,5 dB and of the balun of 0,5 dB.

The minimum signal level at terminal input shall comply with IEC 60728-1:2014, Table 39 (i.e., at least 60 dB(μ V) in this HNI3 case A).

NOTE 1 The 1 dB increase of minimum signal level at terminal input with respect to the all-coaxial case is a small provision against impairments due to a somewhat poorer return loss of balanced pair components.

NOTE 2 In this case, the losses due to the balanced connectors (or connections) at both ends of the permanent link are assumed to be $0,04 \sqrt{f}$.

For case B of Figure 3, where there is a coaxial system outlet (SO) and no patch cord or jumper in the connection to the equipment, the attenuation of the permanent link up to the system outlet is given by Formula (5) (the balanced cable model corresponds to a specific attenuation of about 62 dB/100m at 1 GHz):

$$a_{HCL3B} = [L_{PL}/100] (1,645 \sqrt{f} + 0,01 f + 0,25/\sqrt{f}) + (0,04 \sqrt{f}) + a_{SO} + a_{BAL} \text{ [dB]} \quad (5)$$

where

f is the frequency, in MHz,

L_{PL} is the permanent link length, in m,

a_{SO} is the loss of the coaxial system outlet (SO), in dB,

a_{BAL} is the loss of the balun (in dB) included in the system outlet.

The values of Table 7 have been obtained assuming the attenuations of the system outlet (SO) (coaxial) and of its balun to be 0,5 dB each.

The minimum signal levels at system outlet shall comply with IEC 60728-101:2016, Table 27 (i.e. at least 51 dB(μV) in case B of HNI3 for digital channels with a 50 dB(μV) minimum signal level in case A).

NOTE 3 The 1 dB increase of minimum signal level at system outlet with respect to the all-coaxial case is a small provision against impairments due to a somewhat poorer return loss of balanced pair components.

NOTE 4 In this case, the losses (dB) due to the balanced connectors (or connections) at both ends of the permanent link are assumed to be $0,04 \sqrt{f}$.

6.4.3.5 Examples of signal levels in a home network with balanced cables (Case B)

In order to evaluate the behaviour of the HN when the television signals are flowing in the forward path, the signal levels at relevant points are obtained and shown in the frequency domain, considering the worst case for a HN with balanced cables (Case B).

NOTE For a HN with balanced cables (Case A), the signal levels are very similar and therefore are not shown here.

The evaluation of the signal levels in a home network requires knowing the following characteristics:

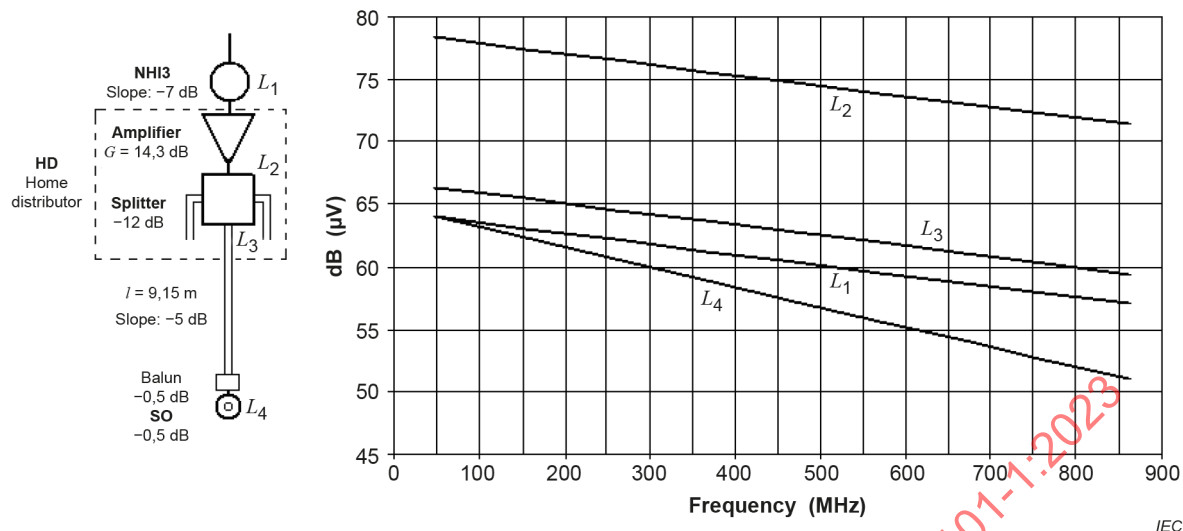
- the signal levels and slope at the home network interface (HNI3);
- the gain of the amplifier and splitter attenuation due to the number of system outlets (SO) served, taking into account the mutual isolation required;
- the length of balanced pair cables from the home distributor (HD) to the SO;
- the system outlet attenuation.

Assuming at the HNI3

- a slope of -7 dB,
- a signal level of 57 dB(μV) (+6 dB over the minimum SO level) at 862 MHz,

the maximum length of the balanced pair cables is 9,15 m, in order to introduce a slope not higher than -5 dB and not to exceed the slope of -12 dB at SO. The splitter attenuation with a flat response is of 12 dB and the gain of the amplifier is of 14,3 dB, as indicated in Table 5.

The signal levels at HNI3 (L_1), amplifier output (L_2), splitter output (L_3) and SO (L_4) are indicated in Figure 8.

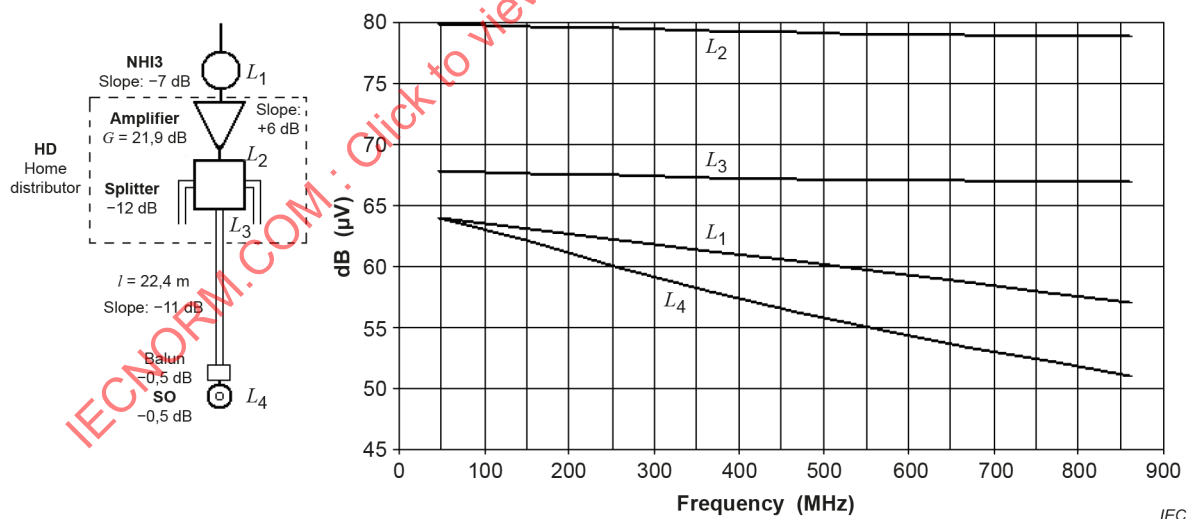


The diagram shows the signal levels at HNI3 (L_1), amplifier output (L_2), splitter output (L_3) and SO (L_4), assuming that the level delivered at HNI3 is +6 dB over the SO minimum at 862 MHz, and the amplifier and/or the splitter have a flat response over the frequency range.

Figure 8 – Signal levels at HNI3 (flat splitter/amplifier response)

If the amplifier and/or the splitter have a compensating slope of +6 dB (splitter attenuation of 12 dB and amplifier gain of 21,9 dB), the maximum cable length can be increased up to 22,4 m, as indicated in Table 7.

The signal levels at HNI3 (L_1), amplifier output (L_2), splitter output (L_3) and SO (L_4) are indicated in Figure 9.



This diagram shows the signal levels at HNI3 (L_1), amplifier output (L_2), splitter output (L_3) and SO (L_4), assuming that the level delivered at HNI3 is +6 dB over the SO minimum at 862 MHz, and the amplifier and/or the splitter have a compensating slope of +6 dB over the frequency range.

Figure 9 – Signal levels at HNI3 (+6 dB compensating splitter/amplifier slope)

**Table 6 – Example of home network implementation with balanced pair cables (active)
from HNI3 to coaxial terminal input (case A)**

HNI3 (case A) Minimum ^a signal level at HNI3 above minimum level at system outlet	Minimum amplifier gain	Amplifier or splitter slope	Home distribution splitter attenuation	Permanent link length L_{PL}	Receiver lead length L_{RL}	System outlet and baluns loss ^b	Home cable link 3 (HCL3) insertion loss			HCL3 slope 47 MHz to 862 MHz
							47 MHz	470 MHz	862 MHz	
6	14,2	0	12,0	9,15	2	1,0	2,6	6,2	8,2	-5,6
6	21,8	+6	12,0	22,5	2	1,0	4,2	11,5	15,8	-11,6
3	17,2	0	12,0	9,15	2	1,0	2,6	6,2	8,2	-5,6
3	24,8	+6	12,0	22,5	2	1,0	4,2	11,5	15,8	-11,6

^a The HNI3 signal level can be significantly above the minimum; some selectable or tuneable attenuation might then be required at the input to the 25 dB gain amplifier (with 6 dB compensating slope) to meet the multiple frequency interference requirement (5.9.2) of 71 dB; in this HNI3-case A, the terminal input level is at least 50 dB(µV).

^b 1 dB for both together.

**Table 7 – Example of home network implementation with balanced pair cables (active)
from HNI3 to coaxial system outlet (case B)**

HNI3 (case B) Minimum ^a signal level at HNI3 above minimum level at system outlet dB	Minimum amplifier gain ^b dB	Amplifier or splitter slope dB	Home distribution splitter attenuation dB	Permanent link length L_{PL} m	System outlet and baluns loss dB	Home cable link 4 (HCL 4) insertion loss ^c dB			HCL4 slope ^c 47 MHz to 862 MHz dB
						47 MHz	470 MHz	862 MHz	
6	14,4	0	12,0	9,15	1,0	2,4	5,5	7,4	–5,0
6	21,9	+6	12,0	22,4	1,0	3,9	10,9	14,9	–11,0
3	17,4	0	12,0	9,15	1,0	2,4	5,5	7,4	–5,0
3	24,9	+6	12,0	22,4	1,0	3,9	10,9	14,9	–11,0

^a The HNI3 signal level can be significantly above the minimum; some selectable or tuneable attenuation might then be required at the input to the 25 dB gain of the amplifier (with 6 dB compensating slope) to meet the multiple frequency interference requirement (5.9.2) of 71 dB.

^b The gain of the amplifier for HNI3-case B is calculated to deliver at least 51 dB(μV) at the coaxial system outlet to reduce the effects of balanced pair component mismatches (in band ripple).

^c Between the output of the balanced power splitter and the output of the coaxial system outlet.

6.4.4 General considerations

Table 4, Table 5, Table 6 and Table 7 clearly show that the cable length used for the home cable link depends on the type of cable used and also on the type and number of connectors, baluns, etc. introduced. These length values are mainly related to the maximum slope allowed in the cables. With cables of lower specific attenuation (dB/100 m), the lengths of the cables will be higher.

These tables also show the following.

- The maximum attenuation allowed for the splitter taking into account the signal delivered by the HNI1 (passive coaxial home network). The splitter attenuation with a flat response (Table 4) can be up to about 11 dB (splitting up to 8 ways), if the permanent link has the maximum length of 32 m. If one output of the splitter has a slope compensating response of +6 dB, with an attenuation of only about 3,5 dB at 862 MHz (like a two-way splitter) but 9,5 dB at 47 MHz, the permanent link connected to that output can be 70 m long.
- The required gain for the in-home amplifier is in the range between 12,8 dB and 24,9 dB (with or without slope), taking into account the signal delivered by the HNI2 (active coaxial home network) or by the HNI3 (active home network with balanced pair cables) and a splitter attenuation of 12 dB (Table 5, Table 6 and Table 7).

Typical losses for power splitters (F connectors, 22 dB isolation between outputs) are 3,6 dB for 2 outputs, 5,6 dB for 3 outputs and 7,4 dB for 4 outputs (0,4 dB should be added for the worst case loss at 862 MHz); therefore up to 8 system outlets could be installed within a total allocation of 11 dB to 12 dB for the home splitter(s) (see Table 4, Table 5, Table 6 and Table 7).

Therefore the examples given can lead to the following general considerations.

- The HNI1 specifications allow passive in-home cablings with up to 8 system outlets inside the dwelling unit when the CATV/MATV network is optimized to deliver to the HNI1 at least 68 dB(μV) at 862 MHz (or 70 dB(μV) in the rare case of a +7 dB slope, where the 47 MHz signal level is the limiting parameter). The required minimum mutual isolation of 22 dB between any two system outlets shall also be provided.
- The HNI2 and HNI3 specifications are compatible with several options of 13 dB to 25 dB in-home amplifiers for feeding in-home cablings with up to 8 to 10 system outlets inside the dwelling unit (the required minimum mutual isolation of 22 dB between any two system outlets shall also be provided).
- A +6 dB slope compensation built in the in-home splitter/amplifier extends the permissible lengths of the permanent link up to about 70 m for coaxial cables and up to about 22 m for balanced cables.
- More complex cases, where the in-home cabling slope is below -11 dB, require case-specific design and engineering, with several slope compensations in cascade to match the effective home cable link (HCL) losses, and/or equalization at HNI considering the slope delivered by the CATV/MATV/SMATV network at the HNI of the dwelling unit.

The required minimum mutual isolation between any two TV receivers belonging to the same dwelling units is 22 dB (see 5.4.3). The actual value achieved for mutual isolation is obtained adding to the splitter isolation twice the VHF/UHF insertion loss of the permanent link: thus, if the splitter itself has a 22 dB isolation, a value ranging from about 26 dB in VHF (lower frequency) to about 34 dB in UHF (upper frequency) can be achieved.

Asymmetrical power splitters (e.g. attenuations of 2 dB and 8 dB) can be useful when the lengths of the permanent links are very different (e.g. 10 m and 40 m). Combinations like a two-way splitter followed by a three-way splitter can support one "long" length up to 70 m (coaxial), and three shorter lengths up to 32 m (coaxial).

The upstream requirements for two-way home amplifiers are under consideration: a minimum gain of 10 dB to compensate for the insertion loss of the splitter is suggested.

6.4.5 Home network design in a MATV system

The case of a high signal level at HNI1 (e.g. 68 dB(μ V) to 70 dB(μ V) at 862 MHz) is that of an optimized MATV design when there are no in-home amplifiers, but a single collective amplifier (in the head end of the building's MATV system or in the "staircase") enabling home habitants to install extensive passive in-home cabling; it can be "the most convenient" or "most comfortable" design for the habitants of the flats.

NOTE With the availability of high-power network amplifiers, it is better practice to increase the level at the HNI to the maximum permissible HNI1 signal levels, with the aim of avoiding active elements in the home network.

6.4.6 Return path examples

Under consideration.

6.5 Different home network type (HNI3 case C) (glass or plastic fibre optic network)

This type of home network uses glass or plastic optical fibres. The optical transmitter (E/O) is placed at the HNI and the optical receiver (O/E), at the input of each terminal equipment.

The requirements of HNI2 (IEC 60728-101:2016, 7.3) with respect to the electrical signal level and to the other quality parameters (signal levels differences, frequency response, random noise, interference to television channels, etc.), apply also for HNI3, case C.

An example of a home network using optical fibres is indicated in Figure 10.

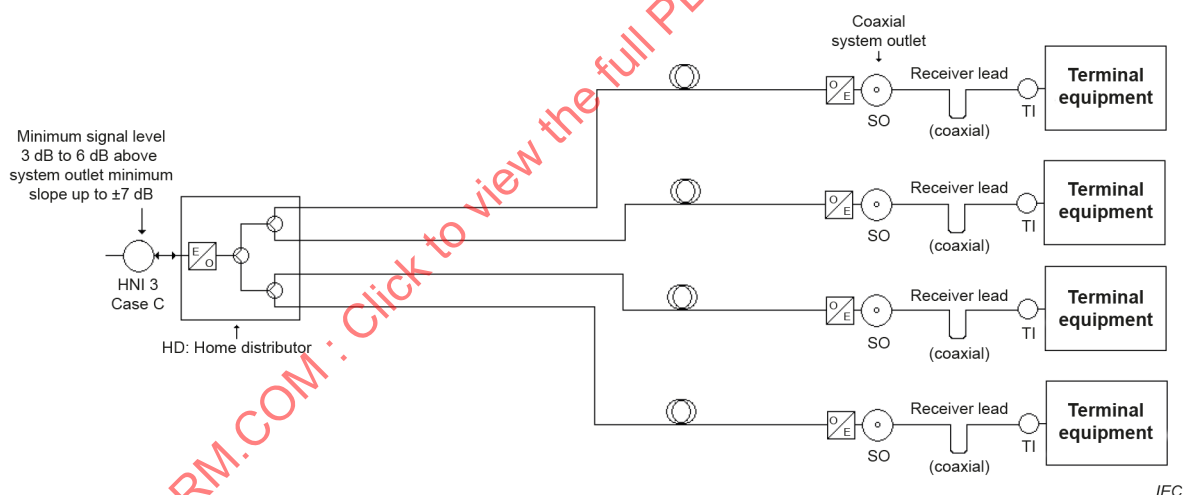


Figure 10 – Example of a home network using optical fibres

The length of the fibre and the number of splitters are designed taking into account the optical fibre attenuation characteristics, the optical power delivered by the optical source (LED, laser, etc.) of the optical transmitter and the required optical power at the optical receiver, either in front of each (coaxial) system outlet or at the input of each terminal equipment, usually in the range of -3 dB(mW) to -10 dB(mW), or -1 dB(mW) to $+7$ dB(mW) for Japan.

The electrical signal level and quality delivered at each system outlet shall comply with the requirements indicated in IEC 60728-101. Two-way transmission can be obtained using two separate optical fibres or a WDM technique.

6.6 Different home network type (HNI3 case D)

6.6.1 General

This home network uses different link types to carry signals to and from the (digital) audio/video and data in-/output of terminal equipment. Case D considers that in the downstream path, the signals are transmitted from a terminating box (NTU placed at the HNI) to the terminal equipment and in the upstream path from the terminal equipment (e.g. cable modem) to the NTU.

The requirements indicated for HNI3 (IEC 60728-101:2016, 7.4) in respect to the electrical signal level and the other quality parameters (signal levels differences, frequency response, random noise, interference to television channels, etc.), apply also for HNI3, case D.

6.6.2 Wireless links inside the home network

Case D also applies, amongst others, to the case where television signals and two-way services are distributed inside the home using wireless links.

Usually, a tree and branch coaxial cable network serves all the rooms where TV viewing is required. Digital in-home networking is desirable for most of the new digital audio and video appliances such as PVRs, PCs acting as PVRs, flat screens that have a network interface, and flatscreen TV sets. But for these applications, the installation of a twisted pair in-home network with Category 5/Category 6/Category 7 cables has some practical drawbacks.

For this reason, radio networking using ISO/IEC/IEEE 8802-11 equipment (WLAN) has become very popular, with WLAN hubs connected to or built into cable modems or ADSL modems.

The use of ISO/IEC/IEEE 8802-11 for the in-home audio and video service delivery and networking is, however, often limited by poor in-home radio coverage (concrete floors and ceilings, etc.) (see Annex A) limiting the available throughput.

The objective of the extension of the domestic coaxial cabling is to enable a good quality "unlicensed wireless bands" coverage of the home with a hub and several wall antennas fed from the coaxial cabling, unlocking the full capability of the ISO/IEC/IEEE 8802-11 (IEEE 802.11n/ac) standard.

On this basis, the coaxial in-home network can be used (see Figure 11):

- a) between a home router (WLAN base station) (located at the HD and F-connector interface) and appliances (F-connector interface) such as set-top boxes or digital TV sets, in which case the link is over the coaxial cable;
- b) between a home router (WLAN base station) (located at the HD and F-connector interface) and WLAN antennas located in selected rooms: in this case the link is in part over the coaxial network (e.g. the first 20 m to 30 m) and in part over the air (e.g. the last 5 m) and possibly with a line of sight between the WLAN antenna and the portable ISO/IEC/IEEE 8802-11-enabled appliance, connected to or included in the terminal equipment.

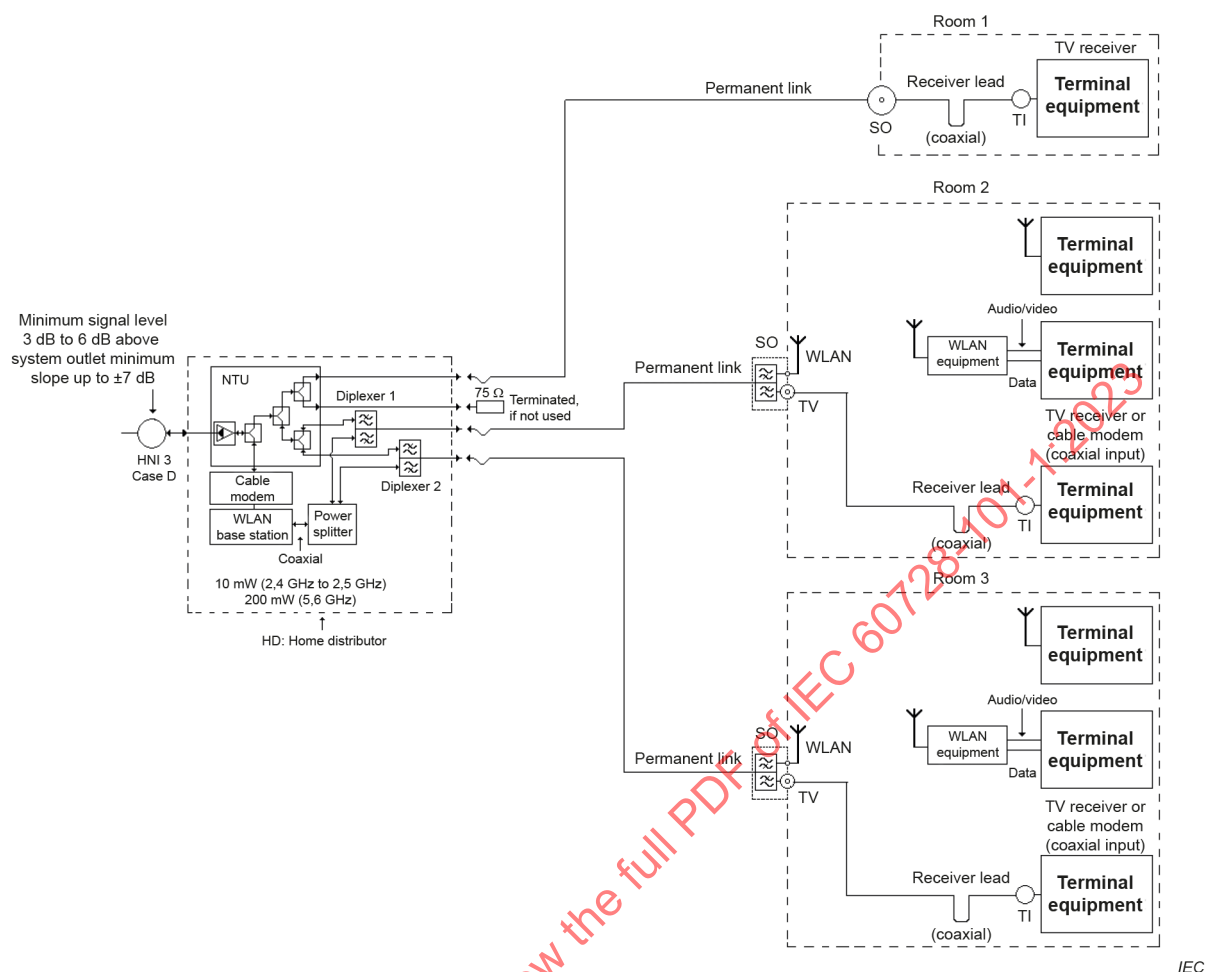


Figure 11 – Example of a home network using cable connection and cable/wireless connection

6.6.3 Applications of ISO/IEC/IEEE 8802-11 (WLAN)

Because there are only three non-interfering channels available in the 2 400 MHz to 2 483 MHz unlicensed band, the last World Radiocommunication Conference 2019 (WRC 2019) (see Resolution 229) allows allocation of the 5 GHz to 6 GHz band to such unlicensed services with some requirements to limit possible impairments to radiolocation and radiodetermination systems.

ISO/IEC/IEEE 8802-11 covers most WLAN standards also commonly referred to by means of their IEEE standard designation (see also Table 9). The ISO/IEC/IEEE 8802-11 (IEEE 802.11a/e and n/ac) provision in the 5 GHz to 6 GHz band, with quality of service, can be used for transmission of audio and video, as there are 10 to 20 channels (depending on national regulations) available: co-channel interference from neighbours or from roaming users is much less likely than with the 3 channels of the IEEE 802.11b/g/n; a stable high bit rate error-free channel is required to carry live TV in the 2 Mbit/s to 10 Mbit/s range. But there are concerns regarding the quality of service even in-home due to poor propagation through walls, floors and ceilings in the 5 GHz to 6 GHz band, as antenna gains are very small on most of the appliances marketed today.

Personal appliances such as portable recorders or telephone sets can in addition to their USB/Ethernet interface provide a WLAN interface to insure cordless usage in the home or in the business premises. Authentication and security mechanisms are being developed for the business voice and data communication environment, including some worldwide IP-based roaming capabilities.

Some improvement in the quality of the coverage could be achieved by the introduction of MIMO on bases and clients (ISO/IEC/IEEE 8802-11 (IEEE 802.11n, ac, ax, be)) (see Annex C).

6.6.4 Available bands in the 2 GHz to 6 GHz frequency range

The EIRP in the 2,4 GHz to 2,5 GHz band is limited to 100 mW, and in the 5 GHz to 6 GHz band, it is limited to 400 mW in most European countries. The limits recommended in the CEPT ERC 70-03 (2021) are indicated in Table 8. The limits recommended for other countries are indicated in Annex F.

For the 5 GHz band, the requirements are given in ETSI EN 301 893 V.2.1.1 (2017-05).

DFS (dynamic frequency selection) and TPC (transmission power control) are required for the protection of some radar bands and could be as well considered for avoiding interference with cordless networks in neighbouring homes.

Table 8 – Maximum EIRP according to CEPT ERC Recommendation 70-03 (2021)

Frequency band MHz	EIRP mW	Other conditions
2 400 to 2 483,5	100	10 mW for non-specific short-range devices (SRD)
	10	100 mW (FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum) 10 mW/MHz (other types of modulation) See CEPT ERC 70-03, Annexes 1, 3, 6 National limits can apply
2 446 to 2 454	500	RFID (see CEPT ERC 70-03 Annex 11)
5 725 to 5 875	25	See CEPT ERC 70-03, Annexes 1, 2
	400	National limits can apply

Sources of interference in those unlicensed bands may be

- IEEE 802.16 (WiMax) that has been designed for wide area coverage and may use the outdoor allowed parts of the above-mentioned bands (but they may be subject to the same power limitation),
- UWB (ultra-wide band) that is limited to -41 dB(mW/MHz) indoor (at the connector to the antenna) in the 3 100 MHz to 10 600 MHz range.

6.6.5 Main characteristics of a WLAN signal

Although reading ISO/IEC/IEEE 8802-11 is the most appropriate way to understand all its characteristics, a short summary is given below.

In the IEEE 802.11a/g standard, the modulation is OFDM with 52 subcarriers, 64 points FFT (including unmodulated carriers for channel estimation purpose), convolution coding $K = 7$, $R = 1/2, 2/3, 3/4$, interleaving and Viterbi decoding; the required profiles are

- 6 Mbit/s (BPSK, $R = 1/2$),
- 12 Mbit/s (QPSK, $R = 1/2$),
- 24 Mbit/s (16-QAM, $R = 1/2$),
- 54 Mbit/s (CCK, OFDM).

Typical maximal transmit/minimal receive levels from/to chips are

- Transmitted power: 16 dB(mW),
- Received power: –88 dB(mW) or –93 dB(mW) (specification is –85 dB(mW)) for 6 Mbit/s
–70 dB(mW) for 54 Mbit/s.

The available throughput with TCP or UDP for 1 500-byte packets and no errors is at most as indicated in Table 9.

New improved versions of the IEEE 802.11 standard have been agreed:

- 802.11ac (Wi-Fi 5) in 2014 operating in the 5 GHz band;
- 802.11ax (Wi-Fi 6) in 2019 operating in the 2,4 GHz and 5 GHz bands;
- 802.11be (Wi-Fi 7) designed to be ready in 2024 with a capacity of 30 Gbit/s operating also in a frequency range between 2,4 GHz and 5 GHz up to 6 GHz.

The MIMO technology will be improved with MU-MIMO (Multi User MIMO) (see Annex D) and CMU-MIMO (Coordinate multiuser MIMO) (see Annex E).

Table 9 – Available throughput of the WLAN signal

ISO/IEC/IEEE	Also known as IEEE Standard	Number of channels maximum	Modulation	Nominal Mbit/s	TCP Mbit/s	UDP Mbit/s
8802-11	802.11b	3	CCK	11	5,9	7,1
8802-11	802.11b/g	3	CCK, OFDM	54	11,4	11,5
8802-11	802.11a	19	OFDM	54	24,4	30,5
8802-11	802.11n (Wi-Fi 4)	–	DSSS, OFDM	600	–	–
8802-11	802.11ac (Wi-Fi 5)			6 900		
-	802.11ax (Wi-Fi 6)			9 600		
-	802.11be (Wi-Fi 7, under development until 2024)			< 30.000		

The values indicated in Table 9 are significantly degraded when the line of sight is no longer available, i.e., there is too high attenuation for signal transmission in the 30 m to 70 m range (with maximum allowed up-stream transmitter power).

6.6.6 Main characteristics of coaxial cables

In-home coaxial cables are defined by EN 50117 where the main parameters are given; the loss per 100 m of cables can be 19 dB at 800 MHz, about 36 dB at 2 483 MHz and 62 dB at 5 875 MHz.

6.6.7 Characteristics of WLAN signals at system outlet

6.6.7.1 WLAN signal level

The WLAN signal level delivered at the system outlet (antenna) shall be not lower than the values given in Table 10, i.e. not lower than –30 dB(mW) in the 2,4 GHz to 2,5 GHz frequency band and not lower than –23 dB(mW) in the 5 GHz to 6 GHz frequency band, in order to allow the minimum bit rate of 6 Mbit/s at a free space distance of 5 m. If a bit rate of 54 Mbit/s is required, the signal level shall be not lower than –16 dB(mW) in the 2,4 GHz to 2,5 GHz frequency band and not lower than –8 dB(mW) in the 5 GHz to 6 GHz frequency band. If the free space distance from the antenna is not greater than 1 m, the maximum bit rate of 54 Mbit/s can be obtained with a signal not lower than –30 dB(mW) in the 2,4 GHz to 2,5 GHz frequency band and not lower than –23 dB(mW) in the 5 GHz to 6 GHz frequency band.

Table 10 – Minimum signal level at system outlet (WLAN antenna)

Bit rate Mbit/s	Free space distance m	Minimum signal level at system outlet (WLAN antenna) dB(mW)	
		Frequency band 2,4 GHz to 2,483 GHz	Frequency band 5,150 GHz to 5,875 GHz
6	5	–30	–23
54	5	–16	–8
54	1	–30	–23

NOTE The minimum and maximum signal levels at the TV system outlet should comply with the requirements indicated in IEC 60728-101:2016, 5.5.

6.6.7.2 WLAN available bit rate

The minimum available bit rate shall be 6 Mbit/s. A bit rate of 54 Mbit/s should also be allowed at a reduced distance from the antenna. WLAN equipment can use transmission power control (TPC) and dynamic frequency selection (DFS) as specified by IEEE 802.11h.

6.6.7.3 Isolation between WLAN outlet (antenna) and coaxial outlet

The minimum isolation between the WLAN and coaxial outlets shall be between 100 dB to 75 dB in the frequency range 47 MHz to 862 MHz (see Annex B). Higher values can be required if higher antenna gains are used to increase the radiated power (EIRP) of the antenna.

6.6.7.4 WLAN antenna specification

The antenna gain shall be not lower than –3 dB. If higher antenna gains are used, the isolation (6.6.7.3) should be raised accordingly. National regulations can apply with regard to the maximum radiated power (EIRP).

The output impedance of the equipment and that of the connector where the antenna is attached shall be designed to match the antenna impedance in the relevant frequency range.

6.6.8 Characteristics of signals at the TV system outlet

The signal level and signal quality delivered at each system outlet shall comply with the requirements indicated in IEC 60728-101.

6.6.9 Example of diplexers and power splitters near the HNI

The diplexers and power splitters used to couple the WLAN interface into the home distribution network (Figure 11) can be implemented by a cascade of 3 dB couplers to provide room-to-room direct connectivity. An example of such a coupler is indicated in Figure 12, where a cascaded interconnection of two 8,34 dB symmetric tapered line couplers is used.

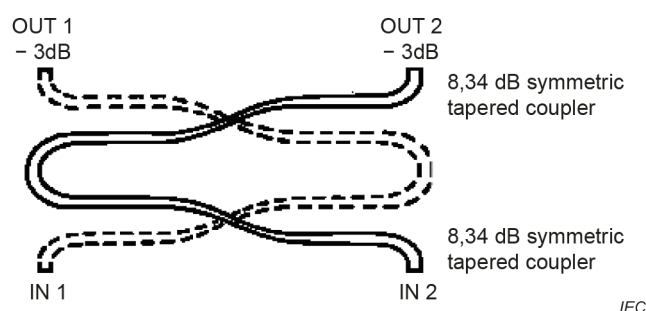


Figure 12 – Example of a coupler (two cascaded symmetric couplers) to insert WLAN signals into the home distribution network

6.6.10 Example of system outlet for coaxial TV connector and WLAN antenna

An example of a system outlet with a coaxial connector for direct TV connection (via receiver lead) and a connector for the WLAN antenna is shown in Figure 13.

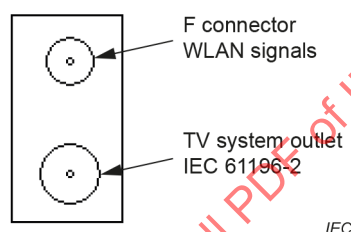


Figure 13 – Example of system outlet for coaxial TV connector and WLAN antenna

A possible way of implementation is a band-splitting filter made of a high-pass filter and a low-pass filter connected together at the 75 Ω coaxial cable port. The high-pass filter should have a strong attenuation (see Annex B) below 900 MHz to make sure that the immunity of the whole home network is not reduced by the WLAN antenna. The F-connector for the WLAN bands is fully coupled to the waveguide and most of the power goes to the radiating device. The low-pass filter (below 862 MHz) connected to the TV system outlet should introduce an attenuation in the 10 dB to 15 dB range in the WLAN bands, to allow connection of a set-top box with data in WLAN bands at the same connector as the TV set.

6.6.11 Examples of WLAN connection into home networks

6.6.11.1 General

Some examples of WLAN connections using home networks are presented in order to evaluate the maximum loss due either to the cable link part or also including the wireless part of these connections, based on the home network structure shown in Figure 11.

It is assumed that the system outlet, fed by a coaxial cable, splits the signals into the WLAN antenna (high-pass filter) and into the TV system outlet (low-pass filter). The main properties of the filters are indicated in Figure 14. The high-pass filter attenuation below 862 MHz is supposed to be above 65 dB (see also Annex B). The low-pass filter attenuation in the WLAN bands (2 300 MHz to 6 000 MHz) is assumed to be about 15 dB.

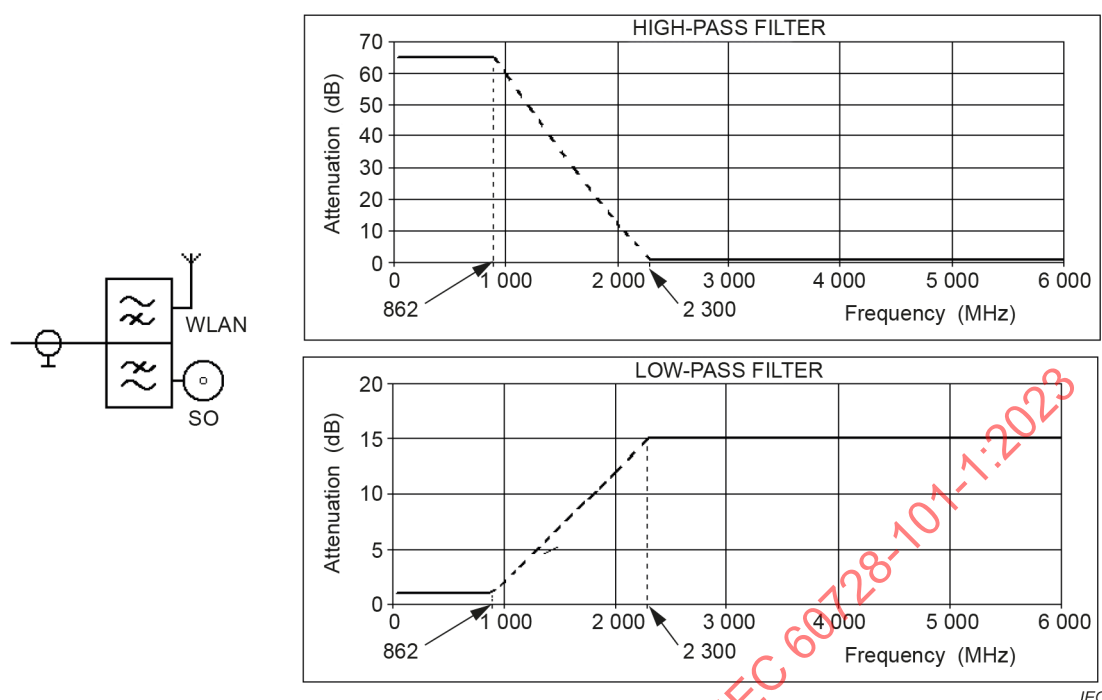


Figure 14 – Assumed properties of the filters in the system outlet

The examples of WLAN connection to the home network described in 6.6.11.2 to 6.6.11.6 are considered; these examples relate to the link between reference points (RP) indicated in Figure 15.

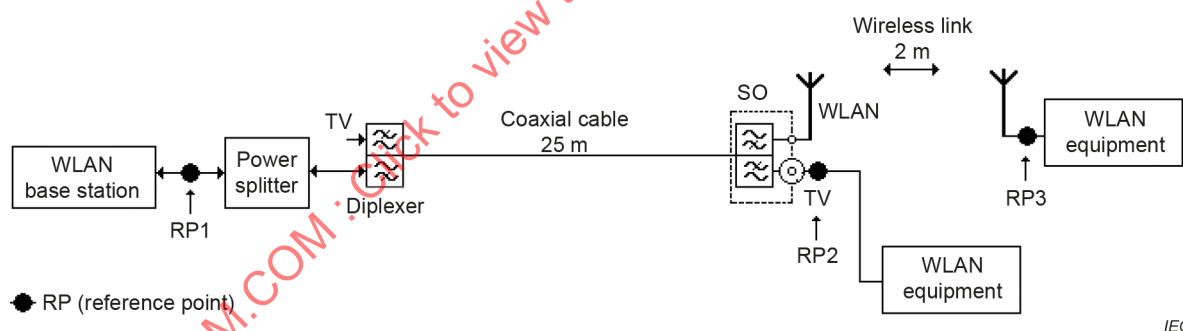


Figure 15 – Reference points for the examples of calculation of link loss or link budget

6.6.11.2 Loss from a system outlet (TV outlet) to the "WLAN base station" receiver

This example considers the loss from a WLAN equipment directly connected to the system outlet (TV outlet) (RP2 of Figure 15) to the "WLAN base station" receiver input (RP1 of Figure 15).

The loss from the system outlet (TV outlet) to the "WLAN base station" receiver input can be calculated taking into account the sum of the attenuations due to the TV outlet, the coaxial cable (length of 25 m), the diplexer and the power splitter of the "WLAN base station", as indicated in Table 11, for both the 2,4 GHz to 2,5 GHz and 5 GHz to 6 GHz frequency bands.

Table 11 – Loss from the system outlet to WLAN base station

Cascaded devices	Frequency band 2,4 GHz to 2,483 GHz	Frequency band 5,150 GHz to 5,875 GHz
TV outlet loss	15 dB	15 dB
Coaxial cable loss (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Diplexer and power splitter loss	10 dB	10 dB
Total loss	34,1 dB	40,5 dB

6.6.11.3 Direct connection between two system outlets (TV outlets)

This example considers two WLAN equipment operating in two different rooms and connected directly to a system outlet (TV outlet). In this case, it is supposed that the central "WLAN base station" works as a "WLAN access point".

The total link is considered as consisting of two sub-links: one from the WLAN equipment transmitter (RP2 of Figure 15) to the "WLAN base station" receiver (RP1 of Figure 15), the second link from the "WLAN base station" transmitter (RP1 of Figure 15) to the WLAN equipment receiver (RP2 of Figure 15) in a different room.

The first link starts from a WLAN equipment and considers the WLAN equipment transmitter, the system outlet (TV outlet), the coaxial cable (length of 25 m), the diplexer and power splitter (loss of 10 dB) up to the "WLAN base station" receiver.

The second link starts from the "WLAN base station" and considers the "WLAN base station" transmitter, the diplexer and power splitter (loss of 10 dB) of the "WLAN base station", the coaxial cable (length of 25 m), the system outlet (TV outlet) up to the WLAN receiver.

Each link budget is indicated in Table 12 for both the 2,4 GHz to 2,5 GHz and 5 GHz to 6 GHz frequency bands.

Table 12 – Direct connection between two system outlets (TV outlets)

Cascaded devices	Frequency band 2,4 GHz to 2,483 GHz	Frequency band 5,150 GHz to 5,875 GHz
First link: system outlet to base station		
WLAN equipment transmitter power	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
TV outlet loss	15 dB	15 dB
Coaxial cable loss (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Diplexer and power splitter loss	10 dB	10 dB
Base station received power	-24,1 dB (mW)	-17,5 dB(mW)
Second link: base station to system outlet		
Base station transmitter power	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Diplexer and power splitter loss	10 dB	10 dB
Coaxial cable loss (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
TV outlet loss	15 dB	15 dB
WLAN equipment received power	-24,1 dB (mW)	-17,5 dB(mW)
^a 1 W can be used in a restricted part of the band.		

6.6.11.4 Link budget from a WLAN equipment to the WLAN base station

This example considers the link budget from a WLAN equipment radiating towards the wall antenna to the "WLAN base station receiver".

The link is considered from the WLAN equipment transmitter (RP3 of Figure 15) to the "WLAN base station" receiver (RP1 of Figure 15) considering the wireless link (2 m), the wall receiving antenna, the WLAN outlet, the coaxial cable (length of 25 m), the diplexer and power splitter in the WLAN base station.

The link budget is indicated in Table 13 for both the 2,4 GHz to 2,5 GHz and 5 GHz to 6 GHz frequency bands.

Table 13 – Link budget between WLAN equipment and the WLAN base station

Cascaded devices	Frequency band 2,4 GHz to 2,483 GHz	Frequency band 5,150 GHz to 5,875 GHz
WLAN equipment transmitter power	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Wireless link loss (2 m)	46,4 dB	53,8 dB
Receiving antenna loss	3 dB	3 dB
WLAN outlet loss	2 dB	2 dB
Coaxial cable loss (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Diplexer and power splitter loss	10 dB	10 dB
Base station received power	-60,5 dB (mW)	-64,3 dB(mW)
^a 1 W can be used in a restricted part of the band.		

6.6.11.5 Wireless connection between WLAN equipment

This example considers a connection between two pieces of WLAN equipment operating wirelessly in the same room or in two different rooms. In this case, it is supposed that the "WLAN base station" works as a "WLAN access point".

The link is considered as consisting of two sub-links: one from the WLAN equipment transmitter (RP3 of Figure 15) to the WLAN base station receiver (RP1 of Figure 15), the second link from the "WLAN base station" transmitter (RP1 of Figure 15) to a WLAN equipment receiver (RP3 of Figure 15) in the same room or in a different room.

The first link starts from a WLAN equipment and considers the WLAN equipment transmitter, the wireless link (2 m), the wall receiving antenna, the WLAN outlet, the coaxial cable (length of 25 m), the diplexer and power splitter (loss of 10 dB) up to the WLAN base station receiver.

The second link starts from the "WLAN base station" and considers the "WLAN base station" transmitter, the diplexer and power splitter (loss of 10 dB) of the "WLAN base station", the coaxial cable (length of 25 m), the WLAN outlet, the wall transmitting antenna and the wireless link (2 m) up to the WLAN equipment receiver.

Each link budget is indicated in Table 14 for both the 2,4 GHz to 2,5 GHz and 5 GHz to 6 GHz frequency bands.

Table 14 – Wireless connection between two pieces of WLAN equipment

Cascaded devices	Frequency band 2,4 GHz to 2,483 GHz	Frequency band 5,150 GHz to 5,875 GHz
First link: WLAN equipment to base station		
WLAN equipment transmitter power	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Wireless link loss (2 m)	46,3 dB	53,8 dB
Receiving antenna loss	3 dB	3 dB
WLAN outlet loss	2 dB	2 dB
Coaxial cable loss (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Diplexer, power splitter loss	10 dB	10 dB
Base station received power	-60,5 dB (mW)	-64,3 dB(mW)
Second link: base station to WLAN equipment		
Base station transmitter power	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Diplexer, power splitter loss	10 dB	10 dB
Coaxial cable loss (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
WLAN outlet loss	2 dB	2 dB
Radiating antenna loss	3 dB	3 dB
Wireless link loss (2 m)	46,3 dB	53,8 dB
WLAN equipment received power	-60,5 dB (mW)	-64,3 dB(mW)
^a 1 W can be used in a restricted part of the band.		

6.6.11.6 Connection from a system outlet (TV outlet) to WLAN equipment

This example considers a piece of WLAN equipment directly connected to a system outlet (TV outlet) to another piece of WLAN equipment operating wirelessly. In this case, it is assumed that the WLAN base station works as a WLAN access point.

The total link is considered as consisting of two sub-links: one from the WLAN equipment transmitter (RP3 of Figure 15) to the "WLAN base station" receiver (RP1 of Figure 15), the second link from the "WLAN base station" transmitter (RP1 of Figure 15) to a WLAN equipment receiver (RP3 of Figure 15) in the same room or in a different room.

The first link starts from a piece of WLAN equipment and considers the WLAN equipment's transmitter, the system outlet (TV outlet), the coaxial cable (length of 25 m), the diplexer and power splitter (loss of 10 dB) up to the WLAN base station receiver.

The second link starts from the WLAN base station and considers the WLAN base station's transmitter, the diplexer and power splitter (loss of 10 dB) of the WLAN base station, the coaxial cable (length of 25 m), the WLAN outlet, the wall transmitting antenna and the wireless link (2 m) up to the WLAN equipment receiver.

Each link budget is indicated in Table 15 for both the 2,4 GHz to 2,5 GHz and 5 GHz to 6 GHz frequency bands.

Table 15 – Connection from a SO to a WLAN equipment

Cascaded devices	Frequency band 2,4 GHz to 2,483 GHz	Frequency band 5,150 GHz to 5,875 GHz
First link: system outlet to base station		
WLAN equipment transmitter power	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
TV outlet loss	15 dB	15 dB
Coaxial cable loss (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Diplexer, power splitter loss	10 dB	10 dB
Base station received power	–24,1 dB(mW)	–17,5 dB(mW)
Second link: base station to WLAN equipment		
Base station transmitter power	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Diplexer, power splitter loss	10 dB	10 dB
Coaxial cable loss (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
WLAN outlet loss	2 dB	2 dB
Radiating antenna loss	3 dB	3 dB
Wireless link loss (2 m)	46,4 dB	53,8 dB
WLAN equipment received power	–60,5 dB(mW)	–64,3 dB(mW)
^a 1 W can be used in a restricted part of the band.		

Annex A (informative)

Wireless links versus cable links

A.1 General

It is helpful to compare the link losses of a wireless link and a coaxial cable link, in order to understand the advantage of using mixed wireless and coaxial cable connections with respect to only wireless connections.

A.2 Wireless links

The attenuation introduced by a wireless link (free space attenuation) can be calculated taking into account the following formula:

$$\frac{W_R}{W_T} = \frac{G_T \cdot G_R \cdot \lambda^2}{16 \cdot \pi^2 \cdot R^2} \quad (\text{A.1})$$

where

W_R is the received power, in W,

W_T is the transmitter power, in W,

G_T is the transmitting antenna gain, in power ratio referred to isotropic dipole,

G_R is the receiving antenna gain, in power ratio referred to isotropic dipole,

λ is the wavelength of the radio link, in m,

R is the distance between receiving and transmitting antennae, in m.

This formula is valid when $R > 2 D^2 / \lambda$, where D is the dimension of the antenna.

The wireless link loss (L_{WL}) between the antenna input on the transmitter side and the antenna output on the receiver side in free space can be calculated, in dB, considering the two contributions due to frequency ($f = v / \lambda$) and distance (R):

$$L_{WL} \text{ (dB)} = 10 \lg(W_T G_T) - 10 \lg(W_R / G_R) = -20 \lg(\lambda / 4\pi) + 20 \lg(R) \quad (\text{A.2})$$

at $f = 2,483 \text{ GHz}$ ($\lambda = 0,12 \text{ m}$) is $-20 \lg(\lambda / 4\pi) = +40,3 \text{ dB}$, while

at $f = 5,875 \text{ GHz}$ ($\lambda = 0,05 \text{ m}$) is $-20 \lg(\lambda / 4\pi) = +47,8 \text{ dB}$.

More generally, the values of the L_{WL} can be evaluated using the following formulae:

$$L_{WL} = 40,3 \text{ dB} + 10 n \lg(R) \quad \text{at } 2,5 \text{ GHz} \quad (\text{A.3})$$

$$L_{WL} = 47,8 \text{ dB} + 10 n \lg(R) \quad \text{at } 5,875 \text{ GHz} \quad (\text{A.4})$$

where R is in metres and n is the propagation exponent, as follows:

- $n = 2$ free space,
- $n = 4,5$ in-house,
- $n = 3,3$ open office.

For in-home propagation at 5,875 GHz with $R = 10$ m, $n = 4,5$, the path loss is $L_{WL} = 92,8$ dB.

Common values for the attenuation of walls and floors are

- plywood = 4 dB,
- concrete = 10 dB to 15 dB.

This means that for a free space distance of 10 m, the term $+20 \lg(R)$ is +20 dB, while inside a building this loss becomes +35 dB to +45 dB if one or two walls or floors are placed across the wireless link connection.

Therefore, the total loss of the wireless link could be in the range of 75 dB to 85 dB at 2,5 GHz and in the range of 83 dB to 93 dB at 5,875 GHz.

Considering a transmitted power (EIRP) of 10 mW (+10 dB(mW)) in the 2,4 GHz to 2,483 GHz band, respectively 200 mW (23 dB(mW)) in the 5,15 GHz to 5,875 GHz band and that the received power should be not lower than:

- 85 dB(mW) at 6 Mbit/s,
- 70 dB(mW) at 54 Mbit/s,

the maximum distance R can be calculated:

$$R = 10^{[(10+85-40,3)/10n]} \quad \text{at 6 Mbit/s and 2,483 GHz} \quad (\text{A.5})$$

$$R = 10^{[(10+70-40,3)/10n]} \quad \text{at 54 Mbit/s and 2,483 GHz} \quad (\text{A.6})$$

$$R = 10^{[(23+85-47,8)/10n]} \quad \text{at 6 Mbit/s and 5,875 GHz} \quad (\text{A.7})$$

$$R = 10^{[(23+70-47,8)/10n]} \quad \text{at 54 Mbit/s and 5,875 GHz} \quad (\text{A.8})$$

The maximum distances (R) covered by a wireless link in free space ($n = 2$) and inside a home ($n = 4,5$) are indicated in Table A.1.

**Table A.1 – Maximum distance for a wireless link (WLAN)
in free space or inside a home**

Bit rate Mbit/s	Maximum distance R m			
	2,4 GHz to 2,483 GHz		5,150 GHz to 5,875 GHz	
	Free space $n = 2$	Inside home $n = 4,5$	Free space $n = 2$	Inside home $n = 4,5$
6	541	16,4	1 021	21,7
54	96,1	7,6	181,5	10,1

A.3 Cable links

If a combination of cable and wireless links is used, the maximum distance inside a home can be evaluated with the following considerations.

The wireless link loss inside a room can be evaluated considering a maximum distance of 5 m and a propagation in free space. Therefore, the wireless link loss (L_{WL}) at 5 m is:

$$L_{WL} (5 \text{ m}) = 54,3 \text{ dB} \quad \text{at 2,483 GHz}$$

$$L_{WL} (5 \text{ m}) = 61,8 \text{ dB} \quad \text{at 5,875 GHz}$$

Considering that the power injected in the cable by the WLAN device is 10 mW (10 dB(mW)) in the 2,4 GHz to 2,483 GHz band and 200 mW (23 dB(mW)) in the 5,15 GHz to 5,875 GHz band, but is reduced by 10 dB due to the losses of WLAN power splitter and diplexer, the maximum value of the cable loss (L_C) and antenna gain (G_a) can be evaluated as follows:

$$L_C + G_a = 10 - 10 + 85 - 54,3 = 30,7 \text{ dB} \quad \text{at 6 Mbit/s and 2,483 GHz}$$

$$L_C + G_a = 10 - 10 + 70 - 54,3 = 15,7 \text{ dB} \quad \text{at 54 Mbit/s and 2,483 GHz}$$

$$L_C + G_a = 23 - 10 + 85 - 61,8 = 36,2 \text{ dB} \quad \text{at 6 Mbit/s and 5,875 GHz}$$

$$L_C + G_a = 23 - 10 + 70 - 61,8 = 21,2 \text{ dB} \quad \text{at 54 Mbit/s and 5,875 GHz}$$

Assuming a coaxial cable attenuation of 21,5 dB/100 m at 1 GHz, 36,5 dB/100 m at 2,483 GHz, 62 dB/100 m at 5,875 GHz and an antenna gain (G_a) of -3 dB (loss of 3 dB), the maximum length of the cable in the home network can be calculated, as indicated in Table A.2.

Table A.2 – Maximum length of the cable

Bit rate Mbit/s	Maximum length of cable m	
	2,4 GHz to 2,483 GHz	5,150 GHz to 5,875 GHz
6	75,8	53,5
54	34,7	29,4

Annex B (informative)

Isolation between radiating element and system outlet

For an ambient field of 106 dB(μV/m), the voltage due to coupling from any radiating antenna to the coaxial system outlet for the terminal TV set must be below 3 dB(μV).

NOTE The ambient field according to IEC 60728-12 is the maximum admissible field outside the building, with the implicit assumption of a minimum 10 dB building penetration loss. This is assumed to be the absolute worst case.

The injected voltage U from a field E with an antenna gain G (with respect to the isotropic antenna) is given by

$$U^2 / 75 = G [\lambda^2 / (4\pi)] (E^2 / 120 \pi) \quad (\text{B.1})$$

If f is in MHz, the field E in dB(μV/m) and the injected voltage U in dB(μV), the following relation is derived:

$$U \text{ (dB(μV))} = E \text{ (dB(μV/m))} - 20 \lg(f / 37,75) + 10 \lg(G) \quad (\text{B.2})$$

Taking into account that the field has a maximum value of 106 dB(μV/m) and the injected voltage into the coaxial system outlet shall be not higher than 3 dB(μV), the following condition shall be fulfilled, introducing a suitable filter attenuation (F_a):

$$106 - 20 \lg(f / 37,75) + 10 \lg(G / F_a) < 3 \quad (\text{B.3})$$

Or

$$-10 \lg(G / F_a) < +103 - 20 \lg(f / 37,75) \quad (\text{B.4})$$

Therefore, the required isolation (F_a / G) (filter loss and antenna gain) with respect to the coaxial system outlet, shall be between 101 dB and 75 dB in the frequency range 47 MHz to 862 MHz, as shown in Figure B.1.

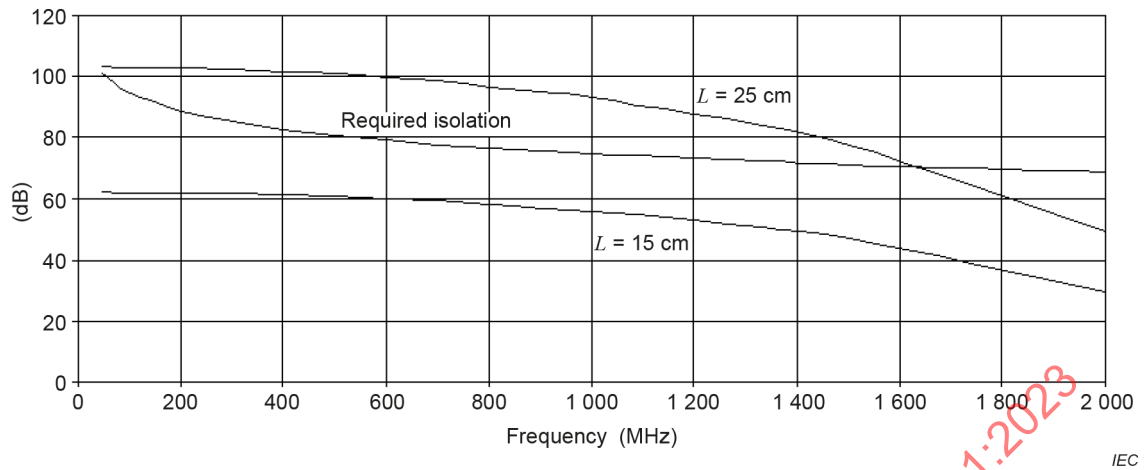


Figure B.1 – Required isolation and attenuation of a cut-off waveguide, with cut-off frequency of 2 275 MHz and a length (L) of 25 cm or 15 cm

If the filter is a waveguide, with a cut-off frequency (f_c), inserted between the WLAN outlet (antenna) and the coaxial system outlet, the propagation exponent

$$e^{-j2\pi L/\lambda \sqrt{1-(\lambda/\lambda_c)^2}} \quad (\text{B.5})$$

of a waveguide having a cut-off wavelength λ_c at frequency f_c , becomes, in dB:

$$(8,68 \cdot 2\pi / 300) L f \sqrt{(f_c / f)^2 - 1} \text{ [dB]} \quad (\text{B.6})$$

where f is the frequency in MHz.

At 600 MHz, an $L = 25$ cm length of cut-off waveguide (see Figure B.1) has an attenuation of about 100 dB for $f_c = 2\,275$ MHz, significantly above the curve $-103 + 20 \lg(f / 37,75)$.

A radiating element in the WLAN bands (2,4 GHz to 2,483 GHz and 5,150 GHz to 5,875 GHz) provides at least a 20 dB loss in UHF bands IV and V (470 MHz to 862 MHz) and 40 dB in VHF bands I and III (47 MHz to 230 MHz). Thus, the required isolation can also be obtained with a cut-off waveguide of only $L = 15$ cm length or even shorter.

Annex C (informative)

MIMO techniques of IEEE 802.11n

C.1 General

MIMO (multiple-input and multiple-output) techniques have introduced a true innovation in the area of wireless data transmission. Multipaths are a common phenomenon in wireless channels, where the signal reflects from walls, furniture, and people. While radio systems according to IEEE 802.11a/b/g work to overcome the effects of multipaths, IEEE 802.11n MIMO radio systems take advantage of multiple paths to increase throughput by sending several data streams simultaneously. This requires multiple transmitters and receivers in the radio. An $N \times M$ MIMO system has N transmitters and M receivers (Figure C.1).

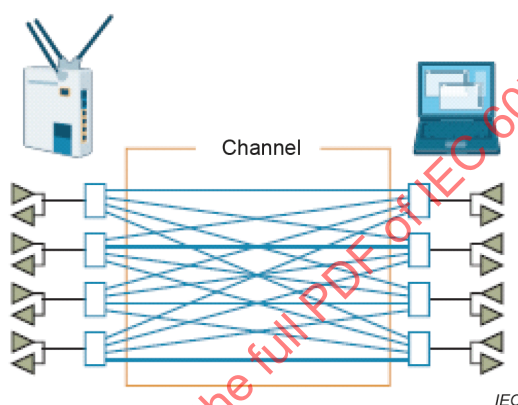


Figure C.1 – Principle of MIMO techniques according to IEEE 802.11n

MIMO according to IEEE 802.11n specifies operation with up to four transmitters and four receivers. Some products feature two transmitters and three receivers, and some have three transmitters and three receivers with other combinations possible.

Signals from each transmitter reach each receiver via a different path in the channel. MIMO works best if these paths are spatially distinct and each is capable of carrying its own data stream. If the radios are within line of sight of each other, MIMO can deteriorate into the traditional single-stream transmission, SISO (single input, single output).

C.2 MIMO techniques

The IEEE 802.11n standard incorporates two MIMO techniques: spatial multiplexing and beamforming.

Spatial multiplexing divides data into multiple streams and sends them simultaneously over multiple paths in the channel. These streams are recombined in the receiver to get the original data.

Beamforming is a technique that uses several directional antenna elements to spatially shape the emitted electromagnetic wave to beam the energy into the receiver over some optimum path. Beamforming requires the transmitting and receiving stations to perform channel sounding to optimize the shape and direction of the beam. Beamforming can be used in conjunction with spatial multiplexing or by itself when only a single path is available between the radios.

Beamforming at the transmitter can be augmented with Maximum Ratio Combining (MRC) at the receiver, a technique that phase-aligns and adds signals received by multiple antennas to optimize signal integrity. Multiple antennas or antenna elements can also be used for beamforming or for diversity.

NOTE Diversity is a technique of using two or more antennas for reception of the signal. Some diversity algorithms select the best signal from multiple antennas, and some algorithms can combine the signals.

The complexity of IEEE 802.11n rate adaptation has given birth to the concept of Modulation Coding Scheme (MCS). MCS includes variables such as the number of spatial streams, modulation, and the data rate on each stream. Radios establishing and maintaining a link must automatically negotiate the optimum MCS based on channel conditions and then continuously adjust the selection of MCS as conditions change due to interference, motion, fading, and other events. Eight MCSs are mandatory for IEEE 802.11n compliance. Table C.1 shows an example of how MCSs are specified.

MIMO throughput, number of spatial streams, selection of MCSs, and beamforming techniques are highly dependent on the physical channel.

Table C.1 – MCSs that are mandatory in IEEE 802.11n

MCS index	Modulation	R	$N_{\text{BPSC(iSS)}}$	N_{SD}	N_{SP}	N_{CBPS}	N_{DBP}	Data rate Mbps	
								800 ns I_G^a	400 ns I_G
0	BPSK	1/2	1	108	6	108	54	13,5	15,0
1	QPSK	1/2	2	108	6	216	108	27,0	30,0
2	QPSK	3/4	2	108	6	216	162	40,5	45,0
3	16 QAM	1/2	4	108	6	432	216	54,0	60,0
4	16 QAM	3/4	4	108	6	432	324	81,0	90,0
5	64 QAM	2/3	6	108	6	648	432	108,0	120,0
6	64 QAM	3/4	6	108	6	648	486	121,5	135,0
7	64 QAM	5/6	6	108	6	648	540	135,0	150,0

Legend

N_{SS} number of spatial streams

R code rate

N_{BPSC} number of coded bits per single carrier

$N_{\text{BPSC(iSS)}}$ number of coded bits per single carrier for each spatial stream, iSS

N_{SD} number of data subcarriers

N_{SP} number of pilot subcarriers

N_{CBPS} number of coded bits per symbol

N_{DBPS} number of data bits per symbol

N_{ES} number of FEC encoders

N_{TBPS} number of total bits per subcarrier

NOTE These are rate-dependent parameters for mandatory 20 MHz channels, $N_{\text{SS}} = 1$ MCS, $N_{\text{ES}} = 1$. The draft (see ISO/IEC/IEEE 8802-11) goes on to specify 77 different MCSs for 20 MHz and 40 MHz channels.

^a Guard interval (I_G) is the time delay used by the receiver to let the reflections in the channel settle before sampling data bits.

Annex D (informative)

MU-MIMO Protocol for IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6)

Multi-user, multiple-input, multiple-output technology, MU-MIMO, allows a Wi-Fi router to communicate with multiple devices simultaneously. This decreases the time each device must wait for a signal and dramatically speeds up the network. Considering that the average household has upwards of eight devices battling for bandwidth simultaneously, MU-MIMO greatly improves Wi-Fi experience.

For home Wi-Fi users, annoyances such as choppy video and continual buffering can really put a damper on the fun, but anyone who uses a Wi-Fi network will benefit from the performance improvements of MU-MIMO.

Both MU-MIMO and non-MU-MIMO (SU-MIMO) devices operate faster because all devices on the network have to wait less time to get data from the Wi-Fi router.

MU-MIMO technology increases the capacity and efficiency of the router, allowing it to handle more Wi-Fi-intensive activities such as streaming and gaming.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60728-101-1:2023

Annex E (informative)

CMU-MIMO Protocol for IEEE 802.11be (Wi-Fi 7)

E.1 CMU-MIMO protocol

To achieve the goal of improvement of the throughput for each user, firstly a dense network is assumed. Secondly, the number of members in one cluster is identical to the number of antennas in the access point (AP). Thirdly, each antenna (angle) has one member in each cluster and only the leader of the cluster will compete each time. Fourthly, each station has data to send and the transmission time of all stations relatively close to each other. Lastly, the nodes were clustered using the MIMOMate technique.

The CMU-MIMO algorithms explained in Clauses E.2, E.3 and E.4 (and shown in Figure E.1) are considered.

The Win-cluster variable is the global variable for the antennas and local variable in each AP that is needed for identification. It is used to store the number of the winning cluster in the contention process. After that, the variable used by all antennas tells the members of this cluster that they have to send information at a specific time.

The first step of the algorithm is to initialize the global variable as 0, and then apply the MIMOMate matching algorithm to generate clusters. After that, the next step is to call the contention algorithm that allows the contention between leaders for the first stream to access the channel, which is described in Clause E.2.

NOTE CMU-MIMO Protocol is under development until 2024.

E.2 Contention algorithm

The main goal of this algorithm is to start the contention between all leaders when all antennas are idle after each cycle (one cycle means one cluster occupies the channel and has finish off sending). The steps of this algorithm are shown in Figure E.1.

First, set the variable Win-cluster to zero when new contention starts. Then apply the CSMA/CA protocol that integrates PBA by all cluster leaders; the antenna of the winning cluster will update the value of Win-cluster. After that, all other antennas will know that the value of this variable is changed and store the number of the new winning cluster. Then, all other antennas will communicate with their stations by calling the antennas' communication with the members' algorithm. Finally, the cluster will start the transmission by calling the transmission algorithm.

These algorithms are explained in Clauses E.3 and E.4.

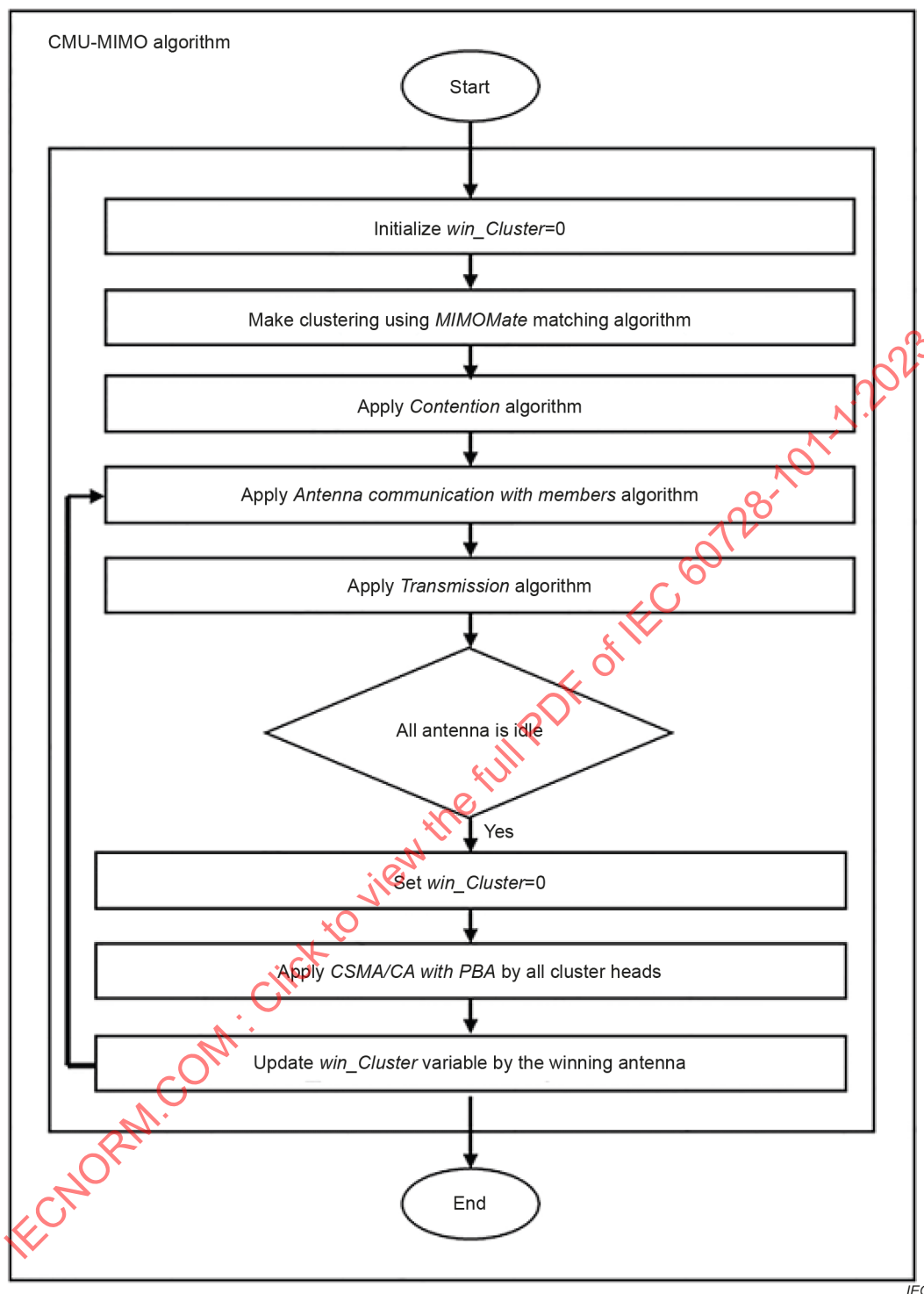


Figure E.1 – Flow diagram of CMU-MIMO algorithm

E.3 Antennas' communication with members' algorithm

The main goal of this algorithm is to get each antenna to communicate with the members of the winning cluster. The steps of this algorithm are shown in Figure E.2: the input of this algorithm is the number of the winning cluster. According to the number of antennas in the AP, this algorithm loops to check all antennas.

If this antenna is the winning antenna, the algorithm will allow the antenna's station to start sending its data by using the mechanism of handshaking (RTS/CTS). Otherwise, the antenna will check first if the number of the winning cluster matches its table to fetch the MAC address. After that, add the MAC address to the request-to-receive (RTR) frame header, and then broadcast this frame to all its stations. Therefore, all members of the winning cluster will know that they have to send their data in this cycle. In contrast, if there is no match, then it broadcasts an error message.

Antennas communication with members algorithm

Input: the number of the winner cluster (Win-cluster)

1. **For** (k=1 to number of antenna) **do**
2. **If** (k == winner antenna) **then**
3. Send RTS/CTS
4. Send frame
5. **Else**
6. Look for the Win-cluster in the Cluster-num column at each antenna's table
7. **If** (there is match) **then**
8. Fetch the MAC address from the **Address-STA** that corresponds to matching cluster
9. Create RTR frame.
10. Add the fetched address to the frame header
11. Send the frame to start the communication
12. **Else**
13. Send broadcast error message
14. **End if**
15. **End if**
16. **End for**

IEC

Source: <https://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=76576>

Figure E.2 – Antennas communication with members algorithm

E.4 Transmission algorithm

This algorithm allows the member of the winning cluster to start its transmission concurrently, as shown in Figure E.3. At the beginning, the algorithm will first check if this antenna is not the winning antenna, and then check if the member (station) has data to send or not. If yes, then it starts sending an RTS/CTS control message, and the station will send the data frames.

Transmission algorithm

// the member of the winner cluster will send its data at the same time.

1. **For** (k = 1 (to number antenna – 1)) **do**
2. **If** (k!=the winner antenna) **then**
3. **If** (STAs k has data to send) **then**
4. Send RTS/CTS
5. Send frame.
6. **End if**
7. **End if**
8. **End for**

IEC

Source: <https://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=76576>

Figure E.3 – Transmission algorithm

Annex F (informative)

Frequency and maximum EIRP of Radio LAN (in Japan)

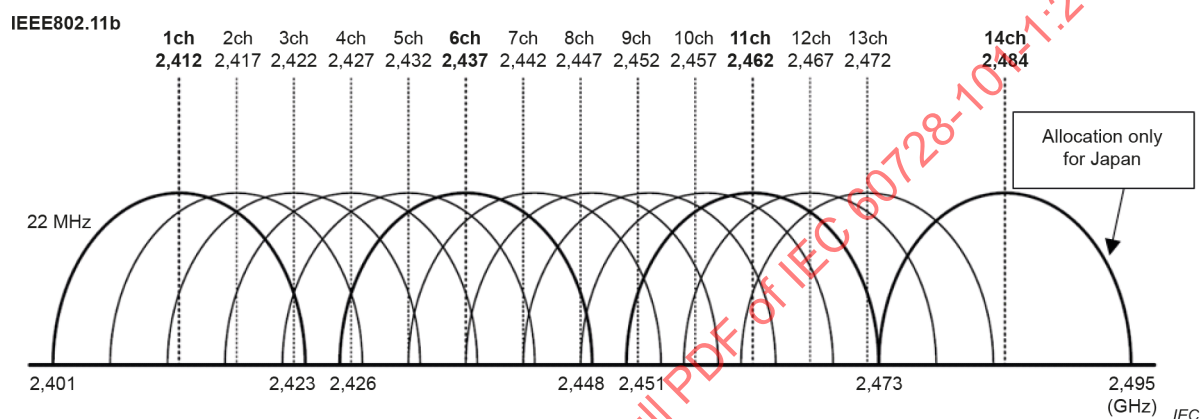
The Japanese Radio LAN technical standards stipulated by the Radio Law of Japan are almost compliant with international standards such as ISO/IEC/IEEE 8802-11 (IEEE 802.11a/b/g/n). The IEEE standard stipulates that antenna power complies with the technical standards of each country.

Japan's EIRP (or antenna power) of Radio LAN is shown in Table F.1. The EIRP in the 2.4 GHz to 2.5 GHz band is limited to 200 mW and in the 5 GHz to 6 GHz band, it is limited to 1 000 mW outdoors or indoors in Japan. The limits are recommended in the Radio equipment regulations in Japan.

Table F.1 – Frequency and maximum EIRP of Radio LAN (Japan)

Standard	Frequency band (GHz)	2 nd Modulation	Nominal speed (Mbps)	Channel bandwidth (MHz)	EIRP (mW)	Remarks (in Japan)	Channel layout
IEEE 802.11b	2,4 to 2,5	DSSS/CCK	11/22	22	200	No licence	Figure F.1
IEEE 802.11a	5,15 to 5,35 5,47 to 5,73	OFDM ^c	54	20	200	5,15 to 5,35: Licence required ^a 5,47 to 5,73 : No licence	Figure F.4 Figure F.5
IEEE 802.11g	2,4 to 2,5	OFDM ^c	54	20	200	No licence	Figure F.2
IEEE 802.11j	4,9 to 5,0 5,03 to 5,091	OFDM ^c	54	20	200	License required ^b 5,03 to 5,091 : Do not use from November 2017	
IEEE 802.11n	2,4 to 2,5 5,15 to 5,35 5,47 to 5,73	OFDM ^c	65 to 600	20/40	200	2,4 to 2,5 : No licence 5,15 to 5,35 : License required ^a 5,47 to 5,73 : No licence	Figure F.3 Figure F.4 Figure F.5
IEEE 802.11ac	5,15 to 5,35 5,47 to 5,73	OFDM ^c	292,5 to 6 930	80/160	200 1000	5,15 to 5,35: Licence required ^a 5,47 to 5,73 : No licence (Wi-Fi 5)	Figure F.4 Figure F.5
IEEE 802.11ad	57 to 66	Single carrier/ OFDM	4 600 to 6 800	Up to 9 000	250	No licence (Wi-Gig)	Figure F.6
IEEE 802.11ax	2,4 to 2,5 ^d 5,47 to 5,73	OFDM	9 600	80 160	200	No licence (Wi-Fi 6)	Figure F.5

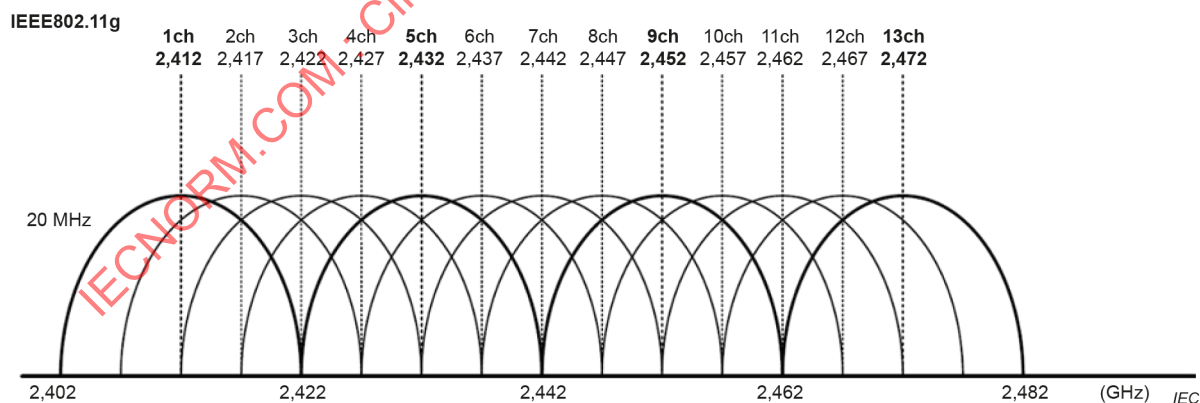
- a 5,15 MHz to 5,35 MHz: no licence required for indoor use only.
- b No licence required only for terminals within certain limits, such as those for transmission power.
- c In the case of OFDM modulation, the upper limit of EIRP per 1 MHz differs depending on the bandwidth used.
 20 MHz system: 10 mW/MHz or less
 40 MHz system: 5 mW/MHz or less
 80 MHz system: 2,5 mW/MHz or less
- d The upper limit of EIRP per 1 MHz differs depending on the bandwidth used.
 Occupied frequency bandwidth: 26 MHz: 10 mW/MHz or less
 Occupied frequency bandwidth: Over 26 MHz and below 40 MHz: 5 mW/MHz or less



NOTE 1 Bandwidth per channel: 22 MHz

NOTE 2 Generally, channels are separated from each other by 5 channels, such as "1/6/11/14 ch", "2/7/12 ch", and "3/8/13 ch", so that the access points do not overlap.

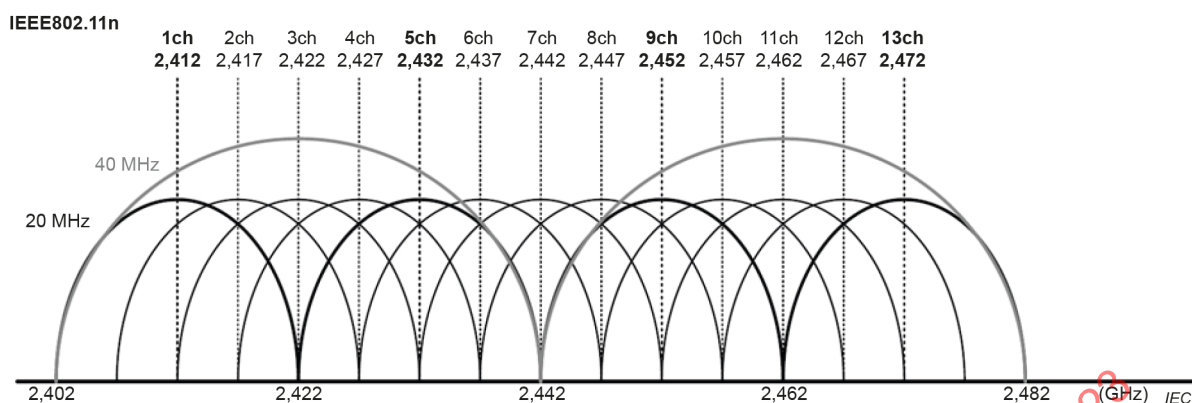
Figure F.1 – Wi-Fi channel layout (IEEE 802.11b)



Even if 802.11b is not a prerequisite, it is recommended to design at 22 MHz intervals so that the access points do not overlap. It is common to assign 5 channels apart, such as "1/6/11 ch", "2/7/12 ch", and "3/8/13 ch".

NOTE Bandwidth per channel: 20 MHz

Figure F.2 – Wi-Fi channel layout (IEEE 802.11g)



When using the 40 MHz bandwidth, it is strongly recommended to use the 5 GHz band.

NOTE Bandwidth per channel: 20 MHz

Figure F.3 – Wi-Fi channel layout (IEEE 802.11n)

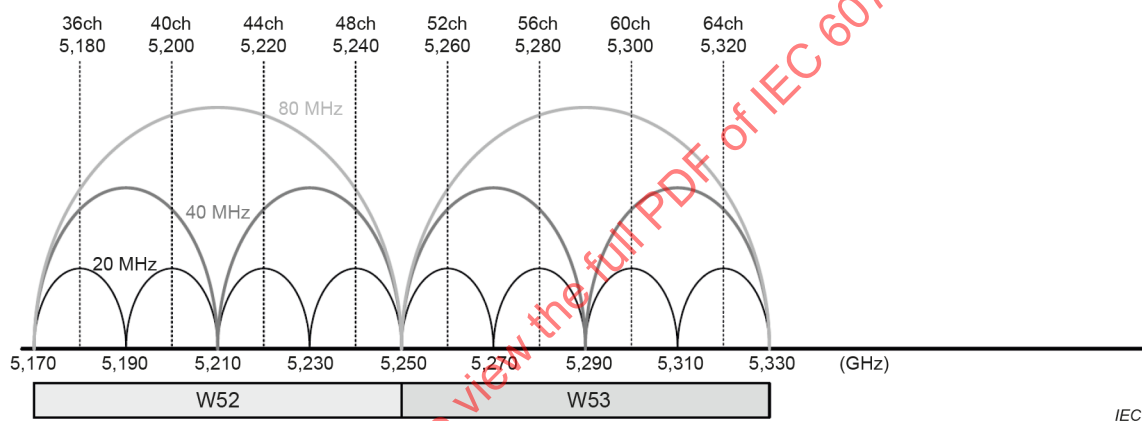
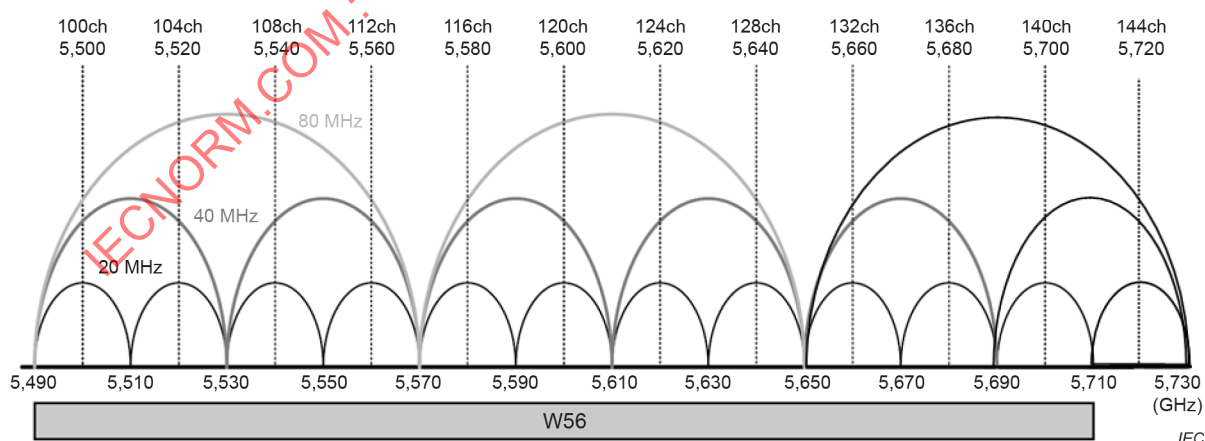


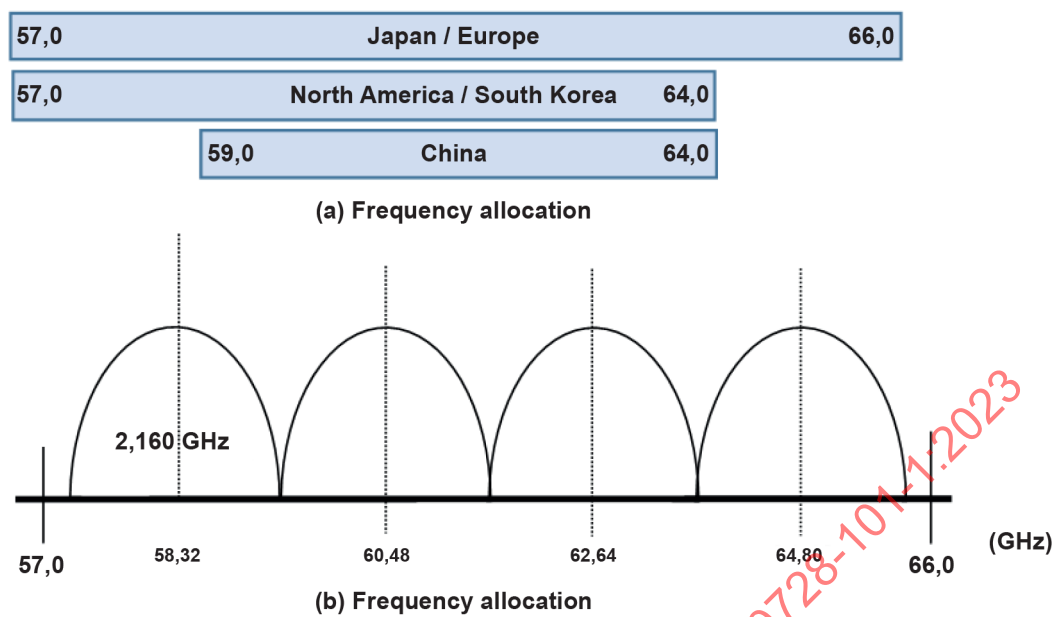
Figure F.4 – Wi-Fi channel layout (5 GHz: W52, W53)



NOTE 1 Bandwidth per channel: 20 MHz

NOTE 2 Available bandwidth: 20 MHz (802.11a/n), 40 MHz (802.11n), 80 MHz (802.11ac), 160 MHz (802.11ac option)

Figure F.5 – Wi-Fi channel layout (5 GHz: W56)



IEC

Figure F.6 – 60 GHz band frequency allocation and ISO/IEC/IEEE 8802-11 (IEEE 802.11ad) / WiGig channel allocation in major countries

Bibliography

IEC 60050-705, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 705: Radio wave propagation*

IEC 60050-712, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 712: Antennas*

IEC 60050-725, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 725: Space radiocommunications*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60728-101-2, *Cable networks for television signals sound signals and interactive services – Part 101-2: Performance requirements for signals delivered at system outlet in operation with all-digital channels load*

IEC 60728-12, *Cabled distribution systems for television and sound signals – Part 12: Electromagnetic compatibility of systems*

IEC 61169-2, *Radio-frequency connectors – Part 2: Sectional specification – Radio frequency coaxial connectors of type 9,52*

IEC 61169-24, *Radio-frequency connectors – Part 24: Sectional specification – Radio frequency coaxial connectors with screw coupling, typically for use in 75 ohm cable distribution systems (type F)*

IEC 61196-2, *Radio-frequency cables – Part 2: Sectional specification for semi-rigid radio-frequency and coaxial cables with polytetrafluoroethylene (PTFE) insulation*

CEPT ERC Recommendation 70-03, *Relating to the use of short range devices (SRD)*. 2021

IEEE 802.11ax, *IEEE Standard for Information Technology – Telecommunications and Information Exchange between Systems – Local and Metropolitan Area Networks – Specific Requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications – Amendment 1: Enhancements for High-Efficiency WLAN*

IEEE 802.16-2004, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems (WiMax)*

EN 50117-2-4, *Coaxial cables – Part 2-4: Sectional specification for cables used in cabled distribution networks – Indoor drop cables for systems operating at 5 MHz to 3000 MHz*

ETSI EN 300 421, *Digital Video Broadcasting (DVB): DVB framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services*

ETSI EN 300 429, *Digital Video Broadcasting (DVB): DVB framing structure, channel coding and modulation for cable systems*

ETSI EN 300 473, *Digital Video Broadcasting (DVB): DVB Satellite Master Antenna Television (SMATV) distribution systems*

ETSI EN 300 744, *Digital Video Broadcasting (DVB): Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television*

ETSI EN 301 893 V2.1.1 (2017-05): *5 GHz RLAN; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU*

ETSI EN 302 307, *Digital Video Broadcasting (DVB): Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications*

ETSI EN 302 755, *Digital Video Broadcasting (DVB): Frame structure channel coding and modulation for a second-generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)*

ETSI EN 302 769 (2015), *Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital transmission system for cable systems (DVB-C2)*

WRC-19, Resolution 229, *Use of the frequency bands 5 150-5 250 MHz, 5 250-5 350 MHz and 5 470-5 725 MHz by the mobile service for the implementation of wireless access systems including radio local area network*, 2019

Bakalla, M., Al-Rodhaan, M. and Tian, Y., Performance Improvement of Multi-User Multiple-Input Multiple-Output Protocol for WLAN. *Communications and Network*, 9. May 2017, 124-141 [viewed 2023-03-20]. Available at <https://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=76576>

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60728-101-1:2023

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60728-101-1:2023

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).

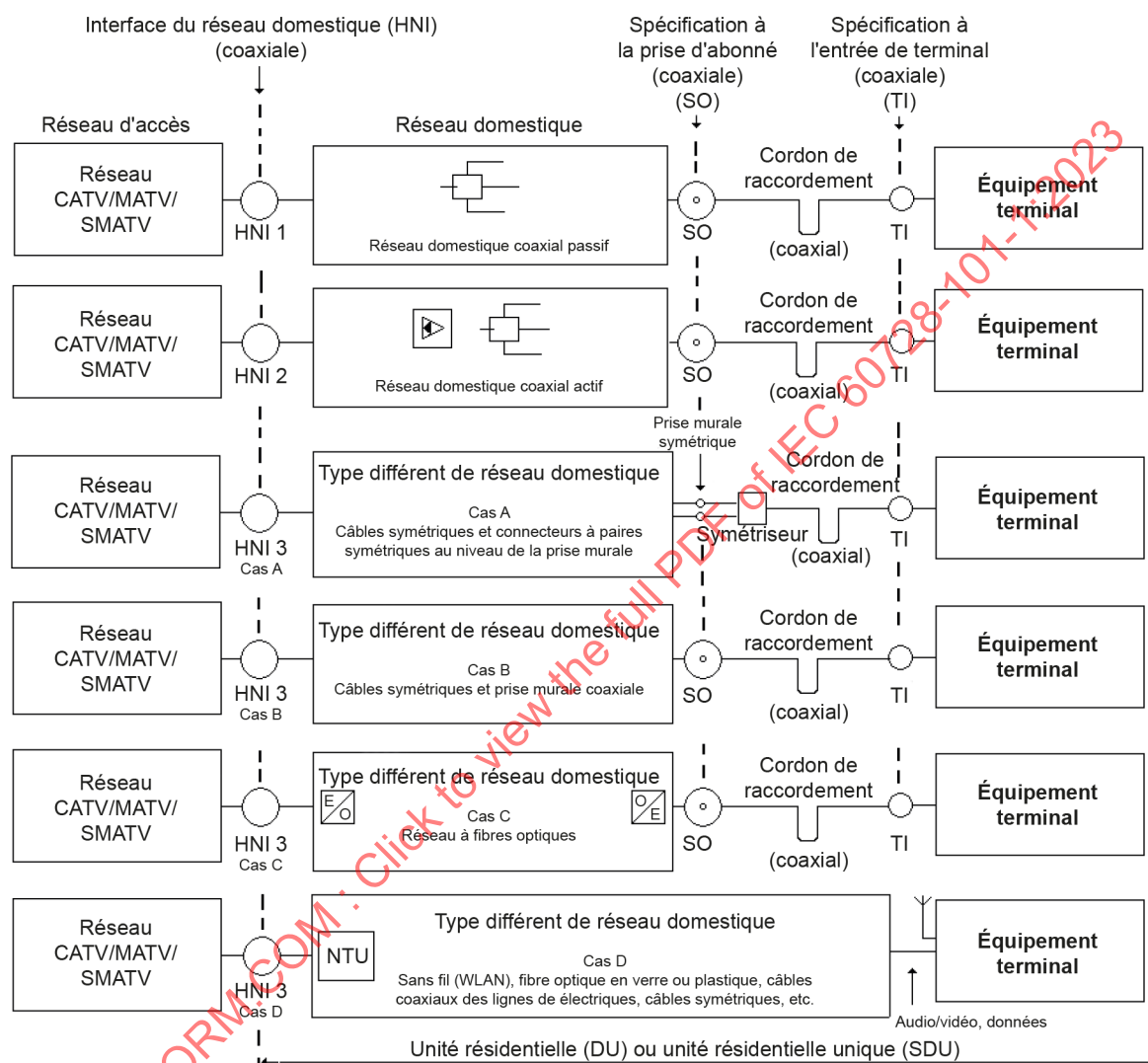
La Figure 1 représente les configurations habituelles possibles lors de l'étude de réseaux domestiques RF.

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.



IEC

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)*

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

3.1 Termes et définitions

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

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

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

3.1.1

réseau domestique actif

réseau domestique qui utilise des équipements actifs (par exemple des amplificateurs) en plus des équipements passifs comme les répartiteurs, les dérivateurs, les prises d'abonné, les câbles et les connecteurs jusqu'à l'interface RF coaxiale (entrée et/ou sortie) de l'équipement terminal pour distribuer et combiner les signaux RF

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.2]

3.1.2

antenne

partie d'une installation d'émission ou de réception d'ondes radioélectriques destinée à assurer le couplage entre un émetteur ou un récepteur et le milieu où se propagent les ondes radioélectriques

Note 1 à l'article: Dans chaque cas particulier, le point considéré comme accès de l'antenne ou comme sa jonction avec l'émetteur ou le récepteur est spécifié.

Note 2 à l'article: Si l'émetteur ou le récepteur est relié à l'antenne par une ligne d'alimentation, l'antenne peut être considérée comme un dispositif qui permet de passer d'un régime d'ondes radioélectriques guidées à un régime d'ondes libres et inversement.

Note 3 à l'article: Voir également l'IEC 60728-1:2014, 3.1.3, l'IEC 60728-1-1:2014, 3.1.2 et l'IEC 60728-1-2:2014, 3.1.2.

[SOURCE: IEC 60050-712:1992, 712-01-01, modifié – Le terme proscrit dans ce sens "aérien" ainsi que le terme déconseillé "système d'antenne" ont été supprimés. Dans la Note 1 "on doit spécifier" a été remplacé par "est spécifié". La Note 2 a été clarifiée et une Note 3 qui indique des références supplémentaires a été ajoutée.]

3.1.3

affaiblissement

rapport de la puissance d'entrée à la puissance de sortie d'un équipement ou d'un système

Note 1 à l'article: Le rapport est exprimé en décibels.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.5]

3.1.4

symétriseur

dispositif qui transforme une tension asymétrique en une tension symétrique ou inversement

Note 1 à l'article: Le terme anglais "balun" est une contraction de l'expression "balanced to unbalanced transformer" (transformateur symétrique-dissymétrique).

3.1.5

taux d'erreur binaire

BER

rapport entre les bits erronés et le nombre total de bits transmis

Note 1 à l'article: L'abréviation "BER" est dérivée du terme anglais développé correspondant "bit error ratio".

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.9]

3.1.6**technologies de diffusion et de communication****BCT**

groupe d'applications comprenant la distribution RF de signaux sonores et de signaux vidéo

Note 1 à l'article: Pour le présent document, il s'agit d'un groupe d'applications utilisant la bande HF (3 MHz à 30 MHz), la bande VHF (30 MHz à 300 MHz) et la bande UHF (300 MHz à 3 000 MHz) pour la transmission de signaux de télévision, de signaux sonores et de services interactifs, ainsi que pour l'interconnexion de réseaux à domicile.

Note 2 à l'article: L'abréviation "BCT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "broadcast and communication technologies".

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.13]

3.1.7**réseau CATV**

réseaux de distribution par câbles à large bande régionaux et locaux permettant de fournir des signaux de radiodiffusion sonore et de télévision ainsi que des signaux pour des services interactifs vers une zone régionale ou locale

Note 1 à l'article: À l'origine défini comme un réseau de télévision à antenne communautaire.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.9]

3.1.8**rapport en décibels**

dix fois le logarithme en base 10 du rapport entre deux valeurs de puissance P_1 et P_2 , c'est-à-dire:

$$10 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ en dB}$$

Note 1 à l'article: Ce rapport peut également être exprimé en valeurs de tension électrique, à condition que les impédances de U_1 et U_2 soient identiques (75 Ω , par exemple).

$$20 \lg \frac{U_1}{U_2} \text{ en dB}$$

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.24, modifié – La Note 1 à l'article a été clarifiée.]

3.1.9**directivité**

affaiblissement entre l'accès de sortie et l'interface ou l'accès de dérivateur moins l'affaiblissement entre l'accès d'entrée et l'interface ou l'accès de dérivateur, de tout équipement ou système

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.27]

3.1.10**unité résidentielle****DU**

domicile ou bureau où sont distribués les signaux de télévision et de son et qui donne accès à des services interactifs

Note 1 à l'article: L'abréviation "DU" est dérivée du terme anglais développé correspondant "dwelling unit".

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.31]

3.1.11

réseau ou système étendu de distribution de télévision par satellite

réseau ou système de distribution prévu pour fournir aux logements d'un ou de plusieurs bâtiments des signaux de télévision et de radiodiffusion sonore reçus par l'antenne de réception satellite

Note 1 à l'article: Ce type de réseau ou de système peut être combiné à des antennes terrestres pour recevoir aussi des signaux de télévision et/ou de radio via des réseaux terrestres.

Note 2 à l'article: Ce type de réseau ou de système peut aussi transporter des signaux de commande pour les systèmes commutés sur satellite ou d'autres signaux pour des systèmes de transmission spécifiques (par exemple MoCA ou WiFi) dans le sens de la voie de retour.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.35]

3.1.12

réseau ou système étendu de distribution de télévision terrestre

réseau ou système de distribution prévu pour fournir aux logements d'un ou de plusieurs bâtiments des signaux de télévision et de radiodiffusion sonore reçus par les antennes de réception terrestre

Note 1 à l'article: Ce type de réseau ou de système peut être combiné à des antennes satellites pour recevoir aussi des signaux de télévision et/ou de radio via des réseaux satellites.

Note 2 à l'article: Ce type de réseau ou de système peut également transporter d'autres signaux pour des systèmes de transmission spécifiques (par exemple MoCA ou WiFi) dans le sens de la voie de retour.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.36]

3.1.13

liaison de connexion

voie de transmission faisant partie d'un réseau de distribution par câbles

Note 1 à l'article: Une telle voie peut comporter des câbles métalliques, des fibres optiques, des guides d'ondes ou toute combinaison de ceux-ci.

Note 2 à l'article: Par extension, ce terme s'applique également à des liaisons comprenant une ou plusieurs liaisons hertziennes.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.38]

3.1.14

gain

rapport de la puissance de sortie à la puissance d'entrée de tout équipement ou système

Note 1 à l'article: Le gain est exprimé en décibels.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.42]

3.1.15

tête de réseau

matériel connecté entre les antennes de réception ou d'autres sources de signaux et le reste du réseau de distribution par câbles, destiné à traiter les signaux à distribuer

Note 1 à l'article: La tête de réseau peut, par exemple, comprendre des amplificateurs d'antenne, des convertisseurs de fréquences, des combineurs, des séparateurs et des générateurs.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.43]

3.1.16**liaison par câble domestique****HCL**

liaison physique (câble) entre le distributeur domestique (HD) et la prise d'abonné ou l'entrée de terminal

Note 1 à l'article: L'abréviation "HCL" est dérivée du terme anglais développé correspondant "home cable link".

3.1.17**distributeur domestique****HD**

distributeur au sein d'un domicile où les câbles aboutissent

Note 1 à l'article: L'abréviation "HD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "home distributor".

3.1.18**réseau domestique****HN**

réseau de distribution par câbles RF à l'intérieur d'une unité résidentielle unique (maison monofamille ou unité dans un immeuble à unités résidentielles multiples), dans des environnements de professions libérales et télétravailleurs (SOHO) ou dans les chambres d'hôtels et d'hôpitaux

Note 1 à l'article: La topologie préférentielle de ce réseau est une étoile.

Note 2 à l'article: Ce réseau transporte les signaux de télévision, les signaux sonores et les services interactifs jusqu'à l'interface RF coaxiale (entrée et/ou sortie) de l'équipement terminal. Il peut comprendre des équipements actifs, des équipements passifs, des câbles et des connecteurs.

Note 3 à l'article: L'abréviation "HN" est dérivée du terme anglais développé correspondant "home network".

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.48]

3.1.19**interface de réseau domestique****HNI**

interface servant à accéder au réseau pour la transmission de signaux de télévision, de signaux sonores et de services interactifs à l'intérieur d'un domicile (unité résidentielle unique)

Note 1 à l'article: Il s'agit du premier point accessible après l'entrée du réseau dans la résidence individuelle (voir Figure 2).

Note 2 à l'article: Dans certains cas, l'interface de réseau domestique peut coïncider avec la prise d'abonné. Dans ce cas, les exigences de performances d'une prise d'abonné s'appliquent.

Note 3 à l'article: L'abréviation "HNI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "home network interface".

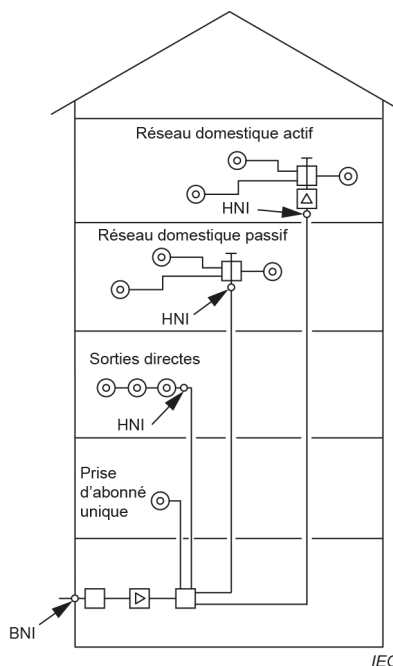


Figure 2 – Exemples d'emplacements de l'interface de réseau domestique pour différents types de réseaux domestiques

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.49, modifié – Les Notes à l'article et la Figure 2 ont été ajoutées.]

3.1.20

système de réception individuelle de télévision par satellite

système conçu pour fournir des signaux de radiodiffusion sonore et de télévision reçus d'un ou plusieurs satellites à un logement individuel

Note 1 à l'article: Ce type de système peut également transporter des signaux de commande pour des systèmes commutés sur satellite ou d'autres signaux pour des systèmes de transmission spécifiques (par exemple MoCA ou WiFi) dans le sens de la voie de retour.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.51]

3.1.21

système de réception individuelle de télévision terrestre

système conçu pour fournir des signaux de radiodiffusion sonore et de télévision reçus au moyen de réseaux de radiodiffusion terrestres à un logement individuel

Note 1 à l'article: Ce type de système peut également transporter d'autres signaux pour des systèmes de transmission spécifiques (par exemple MoCA ou WiFi) dans le sens de la voie de retour.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.52]

3.1.22

intermodulation

processus par lequel la non-linéarité des équipements dans un système provoque des signaux de sortie (appelés produits d'intermodulation) à des fréquences qui sont des combinaisons linéaires de celles des signaux d'entrée

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.53]

3.1.23**isolation**

affaiblissement entre deux accès de sortie, de dérivateur ou d'interface de tout équipement ou système

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.54]

3.1.24**niveau**

<puissance> rapport de toute puissance P_1 à la puissance de référence normalisée P_0 , c'est-à-dire

$$10 \lg \frac{P_1}{P_0} \quad \text{en dB}$$

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.55.1, modifié – Les Notes 1 et 2 ont été supprimées.]

3.1.25**niveau**

<tension> rapport de toute tension U_1 à la tension de référence normalisée U_0 , c'est-à-dire

$$20 \lg \frac{U_1}{U_0} \quad \text{en dB}$$

Note 1 à l'article: Il peut être exprimé en décibels (par rapport à 1 µV à travers 75 Ω) ou plus simplement en dB(µV) s'il n'existe pas de risque d'ambiguïté.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.55.2, modifié – La Note 1 à l'article a été supprimée et l'ancienne Note 2 à l'article est devenue la Note 1 à l'article.]

3.1.26**réseau local de distribution par câbles à large bande**

réseau conçu pour fournir des signaux de radiodiffusion sonore et de télévision ainsi que des signaux pour services interactifs à une zone locale (une ville ou un village, par exemple)

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.56]

3.1.27**sortie directe**

dispositif traversé par la ligne tertiaire et utilisé et auquel est connecté un cordon de raccordement sans utiliser une liaison de connexion d'abonné

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.58]

3.1.28**réseau MATV**

réseaux ou systèmes de distribution de télévision terrestres étendus destinés à fournir des signaux de radiodiffusion sonore ou de télévision reçus par des antennes de réception terrestre à des logements dans un ou plusieurs bâtiments

Note 1 à l'article: Défini à l'origine comme un réseau de télévision par antenne collective.

Note 2 à l'article: Ce type de réseau ou de système peut être combiné à des antennes satellites pour recevoir aussi des signaux de télévision et/ou de radio via des réseaux satellites.

Note 3 à l'article: Ce type de réseau ou de système peut également transporter d'autres signaux pour des systèmes de transmission spécifiques (par exemple MoCA ou WiFi) dans le sens de la voie de retour.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.60]

3.1.29

unité résidentielle multiple

MDU

bâtiment comprenant plusieurs domiciles ou bureaux utilisés par des propriétaires uniques où sont distribués les signaux de télévision et sonores et avec accès à des services interactifs

Note 1 à l'article: L'abréviation "MDU" est dérivée du terme anglais développé correspondant "multi dwelling unit".

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.64]

3.1.30

multiplex

signaux issus de plusieurs sources distinctes, assemblés en un seul signal composite pour être transmis sur une voie de transmission commune

Note 1 à l'article: Voir également l'IEC 60728-1:2014, 3.1.65.

[SOURCE: IEC 60050-701:2016, 701-03-09, modifié – Le terme et la définition ont été modifiés pour décrire le résultat du processus de multiplexage, et la Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.1.31

isolation mutuelle

affaiblissement entre deux prises d'abonné spécifiées à toute fréquence au sein de la plage du système étudié, lequel est toujours spécifié, pour toute installation particulière, comme étant égal à la valeur minimale obtenue dans les limites de fréquences spécifiées

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.66]

3.1.32

interface de réseau

NI

interface avec le réseau destiné à la transmission de signaux de télévision, de signaux sonores et de services interactifs

Note 1 à l'article: L'abréviation "NI" est dérivée du terme anglais développé correspondant "network interface".

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.67]

3.1.33

unité de terminaison de réseau

NTU

équipement servant à accéder au réseau de distribution par câbles pour les signaux de télévision, les signaux sonores et les services interactifs

Note 1 à l'article: L'abréviation "NTU" est dérivée du terme anglais développé correspondant "network termination unit".

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.68]

3.1.34

liaison permanente

voie de transmission entre deux interfaces d'essai quelconques au sein d'une liaison de sous-système de câblage, y compris le matériel de connexion à chaque extrémité

3.1.35**cordon de raccordement**

cordon reliant la prise d'abonné à l'équipement de l'abonné

Note 1 à l'article: La définition d'un cordon de raccordement inclut les filtres et/ou transformateurs symétriseurs éventuels en plus du câble.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.74, modifié – La Note 1 à l'article a été affinée.]

3.1.36**réseau régional de distribution par câbles à large bande**

réseau conçu pour fournir des signaux de télévision et de radiodiffusion sonore ainsi que des signaux pour des services interactifs à une zone régionale, comprenant plusieurs villes et/ou villages

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.75]

3.1.37**systèmes de distribution de télévision à antenne collective par satellite****SMATV**

système conçu pour fournir des signaux de télévision et sonores aux accès d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments

Note 1 à l'article: Deux configurations de systèmes sont définies dans l'ETSI EN 300 473 comme suit:

- SMATV système A, basé sur une transmodulation transparente de signaux QPSK par satellite en signaux MAQ pour diffusion vers les utilisateurs;
- SMATV système B, basé sur la diffusion directe de signaux QPSK vers les utilisateurs, avec deux options:
 - distribution SMATV-IF dans la bande FI satellite (au-dessus de 950 MHz);
 - distribution SMATV-S dans la bande VHF/UHF, par exemple dans la bande S étendue (230 MHz à 470 MHz).

Note 2 à l'article: L'abréviation "SMATV" est dérivée du terme anglais développé correspondant "satellite master antenna television system".

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.77]

3.1.38**S/IN**

rapport signal sur niveau d'intermodulation et de bruit pour un signal à modulation numérique dans la bande RF

[SOURCE: IEC 60728-101:2016, 3.1.67]

3.1.39**unité résidentielle unique****SDU**

domicile, bureau ou maison individuelle utilisé(e) par un propriétaire unique où sont distribués des signaux de télévision et sonores et avec accès à des services interactifs

Note 1 à l'article: L'abréviation "SDU" est dérivée du terme anglais développé correspondant "single dwelling unit".

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.81]

3.1.40**pente**

différence de gain ou d'affaiblissement à deux fréquences spécifiées entre deux points quelconques d'un système

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.85]

3.1.41

réseau SMATV

réseaux ou systèmes de distribution étendus destinés à fournir des signaux de radiodiffusion sonore et de télévision reçus par une antenne de réception satellite à des logements dans un ou plusieurs bâtiments

Note 1 à l'article: Défini à l'origine comme un réseau de télévision à antenne satellite collective.

Note 2 à l'article: Ce type de réseau ou de système peut être combiné à des antennes terrestres pour recevoir aussi des signaux de télévision et/ou de radio via des réseaux terrestres.

Note 3 à l'article: Ce type de réseau ou de système peut aussi transporter des signaux de commande pour les systèmes commutés sur satellite ou d'autres signaux pour des systèmes de transmission spécifiques (par exemple MoCA ou WiFi) dans le sens de la voie de retour.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.87]

3.1.42

répartiteur

unité de distribution

dispositif dans lequel la puissance du signal à l'accès (d'entrée) est divisée de manière égale ou inégale entre deux accès (de sortie) ou plus

Note 1 à l'article: Certaines formes de ce dispositif peuvent être utilisées en sens inverse pour mélanger des signaux.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.88]

3.1.43

ligne tertiaire

liaison de connexion à laquelle sont connectés des répartiteurs, des dérivateurs d'abonné ou des sorties directes

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.90]

3.1.44

puissance de référence normalisée

P_0

<dans les réseaux de distribution par câbles> 1/75 pW

Note 1 à l'article: Il s'agit de la puissance dissipée dans une résistance de 75 Ω avec une chute de tension de 1 μ V EFF à ses bornes.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.92]

3.1.45

liaison de connexion d'abonné

liaison de connexion reliant un dérivateur d'abonné à une prise d'abonné ou, en l'absence de cette dernière, directement à l'équipement de l'abonné

Note 1 à l'article: Une liaison de connexion d'abonné peut comprendre des filtres et des transformateurs symétriseurs.

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.93]

3.1.46

équipement de l'abonné

équipement situé dans les locaux de l'abonné, tel que récepteurs, syntoniseurs, décodeurs, magnétoscopes

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.94]

3.1.47**dérivateur d'abonné**

dispositif permettant le branchement d'une liaison de connexion d'abonné à une ligne tertiaire

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.95]

3.1.48**prise d'abonné; sortie d'abonné****SO**

dispositif permettant le branchement d'une liaison de connexion d'abonné à un cordon de raccordement

Note 1 à l'article: L'abréviation "SO" est dérivée du terme anglais développé correspondant "system outlet".

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.99]

3.1.49**équipement terminal**

équipement (récepteur de télévision, récepteur radio, boîtier décodeur, etc.) capable de recevoir les signaux distribués ou d'envoyer (par le biais d'un modem câblé) des signaux en retour pour des services interactifs

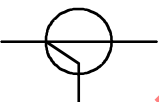
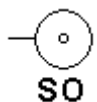
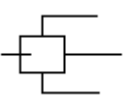
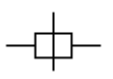
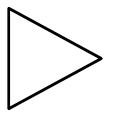
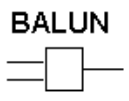
3.1.50**bien adapté, adj**

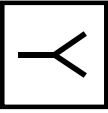
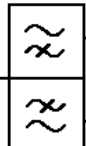
condition d'adaptation dans laquelle l'affaiblissement en réflexion de l'équipement satisfait aux exigences du Tableau 3 de l'IEC 60728-3:2017

[SOURCE: IEC 60728-1:2014, 3.1.105, modifié – Référence à l'IEC 60728-3:2017]

3.2 Symboles

Les symboles graphiques suivants sont utilisés dans les figures du présent document. Ces symboles sont soit énumérés dans l'IEC 60617 soit inspirés de symboles définis dans l'IEC 60617.

Symboles	Termes	Symboles	Termes
	coupleur directif [IEC 60617-S01340 (2001-07)]		prise d'abonné (SO) [IEC 60617-S00438, modifié (2001-07)]
	HNI: interface de réseau domestique		répartiteur
	dérivateur d'abonné		cordon de raccordement
	amplificateur [IEC 60617-S01239 (2001-07)]		amplificateur bidirectionnel
	symétriseur: transformateur symétrique- dissymétrique		NTU: unité de terminaison de réseau

Symboles	Termes	Symboles	Termes
	émetteur optique selon [IEC 60617-S01231 (2001-07)]		récepteur optique selon [IEC 60617-S01231 (2001-07)]
	fibres optiques [IEC 60617-S01318 (2001-07)]		oscilloscope selon [IEC 60617-S00059 et IEC 60617-S01188 (2001-07)]
	antenne [IEC 60617-S01102 (2001-07)]		diplexeur selon [IEC 60617-S01247 et IEC 60617-S01248 (2001-07)]

3.3 Abréviations

ADSL (asynchronous digital subscriber line)	ligne d'abonné numérique à débit asymétrique	AP (access point)	point d'accès
APSK (amplitude and phase shift keying)	modulation par déplacement d'amplitude et de phase	BCH	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (codes)
BCT (broadcast and communication technologies)	technologies de diffusion et de communication	BER (bit error ratio)	taux d'erreur binaire
BPSK (binary phase shift keying)	modulation binaire par déplacement de phase	BW (bandwidth)	largeur de bande
CATV (community antenna television)	télévision par antenne communautaire	CCK (complementary code keying)	modulation par codes complémentaires
CEPT	Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications	COFDM (coded orthogonal frequency division multiplex)	multiplexage par répartition en fréquence orthogonale codée
CSMA/CA (carrier sense multiple access with collision avoidance)	accès multiple avec écoute de porteuse et évitement de collision	DAB (digital audio broadcasting)	radiodiffusion audionumérique
DFS (dynamic frequency selection)	sélection de fréquence dynamique	DSSS (direct sequence spread spectrum)	spectre étalé à séquence directe
DU (dwelling unit)	unité résidentielle	DVB (digital video broadcasting)	radiodiffusion vidéo numérique
DVB-C	système de base de radiodiffusion vidéo numérique pour la télévision numérique par câbles (ETSI EN 300 429)	DVB-C2	système de base de radiodiffusion vidéo numérique pour la télévision numérique par câbles de deuxième génération (ETSI EN 302 769)
DVB-S	système de base de radiodiffusion vidéo numérique pour la télévision numérique par satellite (ETSI EN 300 421)	DVB-S2	système de base de radiodiffusion vidéo numérique pour la télévision numérique par satellite de deuxième génération (ETSI EN 302 307)

DVB-T	système de base de radiodiffusion vidéo numérique pour la télévision numérique terrestre (ETSI EN 300 744)	DVB-T2	système de base de radiodiffusion vidéo numérique pour la télévision numérique terrestre de deuxième génération (ETSI EN 302 755)
PIRE	puissance isotrope rayonnée équivalente	FDM (frequency division multiplex)	multiplexage par répartition en fréquence
FFT (fast fourier transformation)	transformation de Fourier rapide	HCL (home cable link)	liaison par câble domestique
HD (home distributor)	distributeur domestique	HFC (hybrid fibre coaxial)	fibre hybride coaxiale
HN (home network)	réseau domestique	HNI (home network interface)	interface de réseau domestique
FI	fréquence intermédiaire	IP (Internet protocol)	protocole Internet
ISDB-C (integrated services digital broadcasting – cable)	radiodiffusion numérique à intégration de service – câble	ISDB-S (integrated services digital broadcasting – satellite)	radiodiffusion numérique à intégration de service – satellite
ISDB-S3 (integrated services digital broadcasting – satellite third generation)	radiodiffusion numérique à intégration de service – satellite de troisième génération	ISDB-T (integrated services digital broadcasting – terrestrial)	radiodiffusion numérique à intégration de service – terrestre
LAN (local area network)	réseau local	LDPC (low-density parity check)	contrôle de parité à faible densité (codes)
LED (light emitting diode)	diode électroluminescente	MAC (medium access control)	contrôle d'accès au support
MAN (metropolitan area network)	réseau métropolitain	MATV (master antenna television)	télévision par antenne collective (réseau)
MoCA (Multimedia over Coax Alliance)	Alliance pour le multimédia sur câble coaxial	MCS (modulation coding scheme)	schéma de codage par modulation
MDU (multi-dwelling unit)	unité résidentielle multiple	MIMO (multiple input multiple output)	entrées multiples, sorties multiples
MRC (maximum ratio combining)	combinaison à rapport maximal	NI (network interface)	interface de réseau
NICAM (near-instantaneously companded audio multiplex)	multiplex audio avec compression quasi instantanée	NTU (network termination unit)	unité de terminaison de réseau
OFDM (orthogonal frequency division multiplex)	multiplexage par répartition en fréquence orthogonale	PBA (Padovan sequence based backoff algorithm)	algorithme de réémission fondé sur la suite de Padovan
PC (personal computer)	ordinateur personnel	PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association)	Association internationale de cartes mémoire pour ordinateurs personnels
PER (packet error ratio)	taux d'erreurs sur les paquets	PHY	(couche) physique
PSK (phase shift keying)	modulation par déplacement de phase	PVR (personal video recorder)	enregistreur vidéo personnel
MAQ	modulation d'amplitude en quadrature	QEF (quasi error free)	quasi sans erreurs
QPSK (quaternary phase shift keying)	modulation par déplacement de phase quadrivalente	RF	radiofréquence
SDU (single dwelling unit)	unité résidentielle unique	SISO (single input single output)	entrée unique, sortie unique
SMATV (satellite master antenna television)	télévision à antenne collective par satellite	SO (system outlet)	prise d'abonné

SOHO (small office home office)	bureau personnel ou domestique	TCP (transmission control protocol)	protocole de contrôle de transmission
TC8PSK (trellis coded 8-phase shift keying)	codage en treillis avec déplacement de phase à octovalent	TI (terminal input)	entrée de terminal
TPC (transmission power control)	contrôle de puissance de transmission	TV	télévision
UDP (user datagram protocol)	protocole de datagramme utilisateur	UHF	ultra-haute fréquence
USB (universal serial bus)	bus universel en série	UWB (ultra-wide-band)	bande ultralarge
VHF (very high frequency)	très haute fréquence	MRL	multiplexage par répartition en longueur d'onde
Wi-Fi (wireless fidelity)	accès sans fil à l'Internet	WLAN (wireless local area network)	réseau local sans fil

4 Méthodes de mesure pour le réseau domestique

Les méthodes de mesure concernent les plus importantes caractéristiques et exigences auquel le réseau domestique doit satisfaire. Le réseau domestique peut être considéré comme un réseau de transmission par câbles bidirectionnel. Par conséquent, les méthodes de mesure décrites dans l'IEC 60728-101 et l'IEC 60728-10 pour CATV/MATV/SMATV s'appliquent, même si la taille du réseau est nettement inférieure. Pour la voie directe, l'entrée du réseau se trouve en l'occurrence au niveau de l'interface de réseau domestique, la sortie étant toujours la prise d'abonné (SO) ou l'entrée de terminal (TI). Les méthodes de mesure de la voie directe pour les signaux à modulation numérique sont indiquées dans le Tableau 1, accompagnées de la référence aux paragraphes correspondants de l'IEC 60728-101:2016.

Tableau 1 – Méthodes de mesure de l'IEC 60728-101 applicables au réseau domestique

Méthodes de mesure Paragraphe de référence de l'IEC 60728-101:2016	Télévision				Radio
	Image et son DVB			Son	
	PSK, APSK	MAQ	OFDM	NICAM	
4.11 Isolation mutuelle entre prises d'abonné	x	x	x	x	x
4.12 Réponse en amplitude à l'intérieur d'un canal	x	x	x	x	x
4.13 Distorsion non linéaire	x	x	x	x	X
x La méthode de mesurage s'applique					

5 Exigences de performances du réseau domestique

5.1 Généralités

Pour les signaux numériques DVB-S, DVB-C et DVB-T, les limites de performances du système assurent un service quasi sans erreurs (QEF), ce qui correspond à un taux d'erreur binaire (BER) de 1×10^{-4} dans un signal DVB, avant la correction d'erreur de Reed-Solomon.

Pour les signaux numériques DVB-S2, DVB-C2 et DVB-T2, le service quasi exempt d'interruption est prévu pour un taux d'erreurs sur les paquets (PER de 10^{-7} après les décodeurs LDPC et BCH).

NOTE 1 Les exigences de performances qui dépendent de la fréquence sont spécifiées jusqu'à 2 150 MHz. Les exigences pour la plage de fréquences de 2 150 MHz à 3 000 MHz (6 000 MHz) sont à l'étude.

Lors du mesurage des paramètres du système à la prise d'abonné ou à l'entrée de terminal en fonctionnement, les valeurs limites indiquées du 5.2 au 5.9 peuvent être dépassées, en tenant compte de la contribution des performances du signal (qualité) de chaque paramètre présent au niveau de la HNI.

EXEMPLE: Le rapport signal/bruit mesuré au niveau de la prise d'abonné en fonctionnement est inférieur aux valeurs données au niveau de l'interface de réseau domestique à l'Article 7 de l'IEC 60728-101, c'est-à-dire que pour DVB-S ou DVB-S2, le rapport signal/bruit est décalé jusqu'à 1 dB par rapport aux valeurs de l'interface de réseau domestique données à l'Article 7 de l'IEC 60728-101:2016.

5.2 Impédance

L'impédance nominale du réseau domestique doit être de 75 Ω si des câbles coaxiaux sont utilisés ou de 100 Ω si des câbles à paire torsadée sont utilisés. La valeur de 75 Ω s'applique à tous les câbles d'alimentation coaxiaux et à toutes les prises d'abonné, et doit faire office d'impédance de référence pour toutes les mesures.

5.3 Exigences de performances au niveau de l'entrée de terminal

5.3.1 Généralités

Les exigences suivantes s'appliquent lorsqu'un "cordon de raccordement" relie la "prise d'abonné" directement à l'"entrée de terminal" (voir 3.1.62 et 3.1.83 de l'IEC 60728-101:2016).

5.3.2 Niveau de signal

Les niveaux de signal sont ceux donnés dans l'IEC 60728-101 à la prise d'abonné, diminués de l'affaiblissement spécifié dans l'IEC 60966-2-4, l'IEC 60966-2-5 et l'IEC 60966-2-6. Un cordon de raccordement de moins de 3 m de longueur n'est pas considéré comme ayant une influence sur les autres paramètres de qualité du service fourni par le terminal.

NOTE À l'entrée de terminal, le niveau de signal présent à la prise d'abonné est réduit d'environ 1,5 dB (à 1 000 MHz) en raison de la perte du cordon de raccordement.

Si des câbles symétriques sont utilisés dans le réseau domestique, les niveaux de signal minimaux à l'entrée de terminal sont augmentés de 1 dB (voir Tableau 3 de l'IEC 60728-101:2016).

5.3.3 Autres paramètres

Les exigences de performances indiquées dans l'IEC 60728-101 à la prise d'abonné restent inchangées à l'entrée de terminal.

5.4 Exigences de performances au niveau de la prise d'abonné

5.4.1 Niveaux de signal RF minimaux et maximaux

Les niveaux de signal RF minimaux et maximaux indiqués en 5.5.1 de l'IEC 60728-101:2016 s'appliquent.

Si des câbles symétriques sont utilisés dans le réseau domestique, les niveaux de signal minimaux à la prise d'abonné sont augmentés de 1 dB (voir Tableau 3 de l'IEC 60728-101:2016).

5.4.2 Isolation mutuelle entre prises d'abonné

L'isolation minimale, quelle que soit la fréquence, entre deux prises d'abonné connectées séparément à un système de ligne tertiaire doit être conforme au 5.6.1 de l'IEC 60728-101:2016.

NOTE Ces exigences concernent le concepteur du réseau domestique eu égard aux réseaux domestiques installés dans d'autres logements ou unités résidentielles.

5.4.3 Isolation entre les prises individuelles dans un logement

L'isolation minimale entre deux prises individuelles dans un même logement doit être supérieure à 22 dB.

NOTE Il peut également être nécessaire de satisfaire aux exigences du 5.6.1 de l'IEC 60728-101:2016 pour un logement si des conditions particulières l'exigent (si plusieurs récepteurs TV fonctionnent simultanément, par exemple).

5.4.4 Isolation entre les voies directe et de retour

Si les prises d'abonné sont équipées d'entrées de voie de retour, l'isolation minimale entre l'entrée de voie de retour et une sortie de radiodiffusion FM ou de télévision (numérique: 64 MAQ) doit satisfaire au 5.6.3 de l'IEC 60728-101:2016.

5.4.5 Stabilité à long terme de la fréquence des signaux distribués au niveau d'une prise d'abonné

Les exigences données en 5.8 de l'IEC 60728-101:2016 doivent s'appliquer si la conversion de fréquence est réalisée à l'intérieur du réseau domestique actif.

5.5 Exigences de performances au niveau de l'interface de réseau domestique

5.5.1 Niveaux de signal minimaux et maximaux à la HNI1

Les niveaux de signal minimaux et maximaux à la HNI1 ne doivent pas dépasser ceux indiqués en 7.2.2.1 de l'IEC 60728-101:2016.

5.5.2 Niveaux de signal RF minimaux et maximaux à la HNI2 et la HNI3

Les niveaux de signal minimaux et maximaux à la HNI2 et la HNI3 ne doivent pas dépasser ceux indiqués en 7.3.2.1 de l'IEC 60728-101:2016.

5.6 Différences de niveau de signal RF dans le réseau domestique entre la HNI et la prise d'abonné

Les différences de niveaux de signal sur la prise d'abonné ne doivent pas dépasser 5 dB dans la plage de fréquences comprise entre 47 MHz et 862 MHz, et 6 dB dans la plage de fréquences comprise entre 950 MHz et 2 150 MHz. La différence entre canaux adjacents ne doit pas dépasser 1,5 dB.

La limite de 5 dB ou de 6 dB peut être dépassée uniquement lorsque la pente de la HNI est meilleure que le cas le plus défavorable de -7 dB (lorsque 0 dB ou +7 dB s'applique, par exemple).

5.7 Réponse en fréquence au sein d'un canal de télévision dans le réseau domestique

5.7.1 Généralités

Compte tenu des exigences formulées en 5.7 de l'IEC 60728-101:2016, les limites suivantes sont données et s'appliquent aux réseaux domestiques actifs, entre la HNI et la prise d'abonné (SO) ou l'entrée de terminal (TI).

5.7.2 Réponse en amplitude

Les variations de réponse en amplitude dans un canal de télévision ne doivent pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Variations de réponse en amplitude dans le réseau domestique

Modulation du signal	Largeur de bande du canal ou largeur de bande occupée MHz	Variation maximale (crête à crête) dB	Pente de variation maximale ^c dB/MHz
QPSK (DVB-S)	37,125	1	0,5
QPSK, 8PSK, 16 APSK, 32 APSK (DVB-S2)	37,125	u.c.	u.c.
TC 8 PSK (ISDB-S)	34,5	2	–
16 APSK (ISDB-S3)	34,5	2	–
64 MAQ (DVB-C)	8	1 ^a	0,2
64 MAQ (ISDB-C)	6	2 ^b	–
128 MAQ (DVB-C)	8	0,75	u.c.
256 MAQ (DVB-C)	8	0,5	u.c.
256 MAQ (ISDB-C)	6	2 ^b	–
COFDM (DVB-T, DVB-T2)	8	0,2	0,2
OFDM (ISDB-T)	5,7	2 ^b	–

^a Les modems câblés exigent une variation de réponse en amplitude plus stricte de moins de 0,5 dB crête à crête dans une largeur de bande de canal de 8 MHz.

^b Les modems câblés exigent une variation de réponse en amplitude plus stricte de moins de 0,5 dB crête à crête dans une largeur de bande de canal de 6 MHz.

^c La valeur de la "pente de variation maximale" n'est pas spécifiée au Japon.

5.7.3 Temps de propagation de groupe

La variation de temps de propagation de groupe dans un canal de 8 MHz ne doit pas dépasser 10 ns. Si le réseau domestique est conçu uniquement pour un schéma de modulation particulier, les valeurs indiquées dans le Tableau 3 peuvent être appliquées.

Tableau 3 – Temps de propagation de groupe dans le réseau domestique

Modulation du signal	Plage de fréquences MHz	Variation maximale du temps de propagation de groupe ns
QPSK	Largeur de bande du signal (voir l'IEC 60728-101:2016, Article C.3)	10
OFDM	Largeur de bande du signal (voir l'IEC 60728-101:2016, Article C.3)	10
MAQ	Largeur de bande du signal (voir l'IEC 60728-101:2016, Article C.3)	10

5.8 Bruit aléatoire généré dans le réseau domestique

5.8.1 Généralités

Le niveau de tension de bruit généré dans le réseau domestique actif entre la HNI et une prise d'abonné ou une entrée de terminal, dans tout canal, doit être tel que le rapport signal sur bruit doit être d'au moins 6 dB ou 7 dB supérieur aux limites indiquées en 5.9 de l'IEC 60728-101:2016, de sorte que la contribution de la dégradation produite par le réseau domestique ne soit pas supérieure à 1,0 dB en ce qui concerne le rapport signal/bruit de l'ensemble du réseau.

Cela implique que la contribution du bruit aléatoire du réseau domestique actif doit être telle que, dans un cas type, le S/IN mesuré au niveau d'une prise d'abonné, avec un signal non dégradé à l'entrée du réseau domestique (HNI), est supérieur à 42 dB dans les bandes VHF/UHF (47 MHz à 862 MHz) et supérieur à 26 dB dans la première bande FI (950 MHz à 2 150 MHz).

5.8.2 Facteur de bruit maximal de l'amplificateur

Le facteur de bruit F_N maximal de l'amplificateur peut être calculé en prenant en considération le niveau de signal L en dB(μV) à la HNI2 pour les bandes VHF/UHF ou pour les premières bandes FI. La formule suivante peut être appliquée:

$$F_N = R_{\text{SIN},\text{in}} - R_{\text{SIN},\text{out}} = (L - N_{\text{th}}) - R_{\text{SIN},\text{out}} \text{ [dB]} \quad (1)$$

où N_{th} est la tension de bruit thermique en fonction de la largeur de bande en dB(V) (par exemple, à $T = 25^\circ\text{C}$, N_{th} est de 3,3 dB(μV) pour $B_W = 7$ MHz, 3,9 dB(μV) pour $B_W = 8$ MHz, 9,2 dB(μV) pour $B_W = 27$ MHz).

Si le niveau de signal (le plus défavorable) à la HNI2 est $L = 57$ dB(μV) (bandes VHF/UHF) ou $L = 48$ dB(μV) (première bande FI), la valeur F_N de l'amplificateur ne doit pas dépasser 11,1 dB ou 12,8 dB, respectivement.

5.9 Brouillage généré dans les canaux en aval à l'intérieur d'un réseau domestique

5.9.1 Généralités

Ces exigences s'appliquent lorsque le réseau domestique contient des composants actifs.

Le 5.9 ne couvre que le brouillage d'intermodulation à fréquences multiples et le bruit d'intermodulation généré dans le réseau domestique actif entre la HNI et une prise d'abonné ou une entrée de terminal.

NOTE Le brouillage à fréquence unique et le brouillage à canal unique ne sont pas pertinents pour les réseaux domestiques.

5.9.2 Brouillage d'intermodulation à fréquences multiples

Le niveau de brouillage d'intermodulation à fréquences multiples généré dans le réseau domestique actif entre la HNI et une prise d'abonné ou une entrée de terminal, dans tout canal, doit être suffisamment faible pour que la contribution de la dégradation produite par le réseau domestique ne soit pas supérieure à 2 dB en ce qui concerne le rapport signal sur intermodulation de l'ensemble du réseau, conformément aux 5.10.2 et 7.3.7 de l'IEC 60728-101:2016.

Cela implique que la contribution d'intermodulation du réseau domestique coaxial actif doit être telle que le rapport signal sur brouillage à fréquences multiples, dans tout canal de télévision utile, mesuré à toute sortie, avec un signal non dégradé à l'entrée du réseau domestique, est supérieur à 71 dB dans les bandes VHF/UHF (47 MHz à 862 MHz) et supérieur à 32 dB dans la 1^{ère} bande FI (950 MHz à 2 150 MHz). L'équipement utilisé dans la voie directe du réseau domestique doit être spécifié conformément à la méthode de mesure à plusieurs porteuses décrite dans l'IEC 60728-3.

NOTE 1 Si le rapport signal sur intermodulation du réseau domestique actif est supérieur à 76 dB dans les bandes VHF/UHF (47 MHz à 862 MHz) et supérieur à 35 dB dans la première bande FI (950 MHz à 2 150 MHz), les valeurs de la HNI2 données en 7.3.6 de l'IEC 60728-101:2016 peuvent être réduites de 1 dB.

NOTE 2 Des limites plus basses sont acceptables lorsque des porteuses cohérentes sont utilisées.

Du fait que les produits d'intermodulation entre plusieurs canaux de télévision numérique étroitement espacés sont similaires à du bruit aléatoire, il convient de prendre cette intermodulation en compte dans les mesures du rapport signal sur bruit.

NOTE 3 Il peut s'avérer nécessaire de régler le niveau de sortie maximal de l'amplificateur pour s'assurer qu'il soit conforme à l'exigence de 71 dB dans les bandes VHF/UHF.

5.9.3 Bruit d'intermodulation

Le niveau de bruit d'intermodulation généré dans le réseau domestique entre la HNI et une prise d'abonné ou une entrée de terminal, dans tout canal, doit être suffisamment inférieur aux limites indiquées pour le bruit en 5.9 de l'IEC 60728-101:2016, de sorte que la contribution de la dégradation produite par le réseau domestique ne soit pas supérieure à 1 dB.

6 Conception et exemples de réseaux domestiques

6.1 Généralités

Le réseau domestique peut être réalisé à l'aide de câbles coaxiaux, de câbles symétriques, de câbles optiques ou de liaisons hertziennes et exige une conception adaptée pour satisfaire aux exigences indiquées ci-dessus.

6.2 Considérations de base en matière de conception

6.2.1 Généralités

La conception du réseau domestique commence par les spécifications données en 6.2.2, 6.2.3 et 6.2.4.

6.2.2 Spécifications relatives à la prise d'abonné (SO) ou à l'entrée de terminal (TI)

Les paragraphes et tableaux suivants s'appliquent:

- niveaux de signal minimaux et maximaux, indiqués en 5.5.1 et dans le Tableau 3 de l'IEC 60728-101:2016;
- différences de niveau de signal maximales admises dans la plage de fréquences à l'étude d'intérêt, indiquées en 5.5.2 et dans le Tableau 4 de l'IEC 60728-101:2016 (12 dB dans la plage de fréquences comprise entre 47 MHz et 862 MHz, par exemple);
- si des câbles symétriques sont utilisés dans le réseau domestique, les niveaux de signal minimaux sont augmentés de 1 dB (voir Tableau 27 de l'IEC 60728-101:2016).

6.2.3 Spécifications relatives à l'interface de réseau domestique (HNI)

Les paragraphes et tableaux suivants s'appliquent:

- niveaux de signal minimaux et maximaux à la HNI1, indiqués en 7.2.2.1 et dans le Tableau 18 de l'IEC 60728-101:2016;
- niveaux de signal minimaux et maximaux à la HNI2 et de la HNI3, indiqués en 7.3.2.1 et dans le Tableau 22 de l'IEC 60728-101:2016;
- différences de niveau de signal maximales admises dans la plage de fréquences d'intérêt, pour la HNI1, la HNI2 et la HNI3 (7 dB dans la plage de fréquences comprise entre 47 MHz et 862 MHz, par exemple).

Par conséquent, le système CATV/MATV/SMATV fournit, entre autres, des signaux de télévision qui, dans le cas le plus défavorable, présentent une pente de -7 dB au niveau de la HNI. Ainsi, les exigences du 6.2.4 relatives aux réseaux domestiques doivent être prises en compte.

NOTE Le signe de la pente est considéré comme:

- a) négatif lorsque l'affaiblissement augmente avec la fréquence (câbles) ou lorsque le gain (amplificateurs) diminue avec la fréquence;
- b) positif lorsque le gain (amplificateurs) augmente avec la fréquence (pente de compensation).

6.2.4 Exigences relatives au réseau domestique

6.2.4.1 Pente du réseau domestique

Les exigences suivantes s'appliquent à la pente du réseau domestique.

- La pente de la liaison par câble domestique du réseau domestique (entre la HNI et la prise d'abonné) doit être de -5 dB au maximum (dans la plage de fréquences comprise entre 47 MHz et 862 MHz) lorsque la réponse en fréquence de l'équipement, passif (répartiteur) or actif (amplificateur), est plate.
- La pente de la liaison par câble domestique du réseau domestique (entre la HNI et la prise d'abonné) peut être inférieure à -5 dB (c'est-à-dire jusqu'à -11 dB) lorsque la réponse en fréquence de l'équipement, passif (répartiteur) or actif (amplificateur), présente une pente de compensation (c'est-à-dire jusqu'à $+6$ dB).
- La pente de la liaison par câble domestique du réseau domestique entre la HNI et l'entrée de terminal (y compris un cordon de raccordement de 2 m de longueur dont les caractéristiques sont conformes à la série IEC 60966) doit être de $-5,6$ dB au maximum lorsque la réponse en fréquence de l'équipement (passif (répartiteur) ou actif (amplificateur)) est plate, ou peut être inférieure à $-5,6$ dB (c'est-à-dire jusqu'à $-11,6$ dB) lorsque la réponse en fréquence de l'équipement (passif (répartiteur) or actif (amplificateur)) présente une pente de compensation (c'est-à-dire jusqu'à $+6$ dB).

6.2.4.2 Niveau du signal HNI

Les exigences suivantes s'appliquent au niveau du signal HNI.

- La spécification du niveau d'interface HNI1 est au maximum 18 dB supérieure à la spécification minimale de la prise d'abonné (par exemple, 68 dB(μ V) pour les canaux numériques avec un niveau de signal minimal de 50 dB(μ V) à la prise d'abonné).

- La spécification du niveau de signal minimal des interfaces HNI2 et HNI3 est de 3 dB à 6 dB supérieure à la spécification minimale de la prise d'abonné. Au niveau de la HNI, le système CATV/MATV/SMATV peut présenter une pente positive comprise entre 0 dB et +12 dB, lorsque la HNI est proche d'un amplificateur CATV/MATV/SMATV. Cela est compatible avec les deux types de câblages domestiques normalisés (avec ou sans pente de compensation jusqu'à +6 dB), mais pour profiter pleinement de la pente positive au niveau de la HNI, une analyse au cas par cas est nécessaire.

6.3 Considérations relatives à la mise en œuvre

La mise en œuvre d'un réseau domestique pour les signaux BCT (technologies de diffusion et de communication) exige des critères d'installation particuliers et appropriés; par conséquent, les recommandations suivantes doivent être suivies:

- a) dans les systèmes de câblages coaxiaux, le modèle d'interconnexion choisi doit permettre de réduire le plus possible le nombre de connexions en série afin de ne pas dégrader la qualité du signal;
- b) les cavaliers et fiches de connexion doivent être évités, par une connexion directe des câbles de liaison permanente à l'équipement;

NOTE Comme règle d'installation, laisser pendre 0,5 m de câble du mur.

- c) les connecteurs d'équipement qui ne sont pas utilisés doivent être terminés par une charge bien adaptée, afin de réduire le plus possible le rayonnement, le captage et les ondulations dans la bande dus à des désadaptations.

Les 6.4, 6.5 et 6.6 donnent des exemples généraux de différents types de réseaux domestiques: réseaux de distribution par câbles coaxiaux et/ou symétriques, réseaux optiques à fibres plastiques ou fibres de verre, liaisons sans fil à l'intérieur d'un réseau domestique, etc.

6.4 Réseaux domestiques à câbles coaxiaux et à câbles symétriques

6.4.1 Généralités

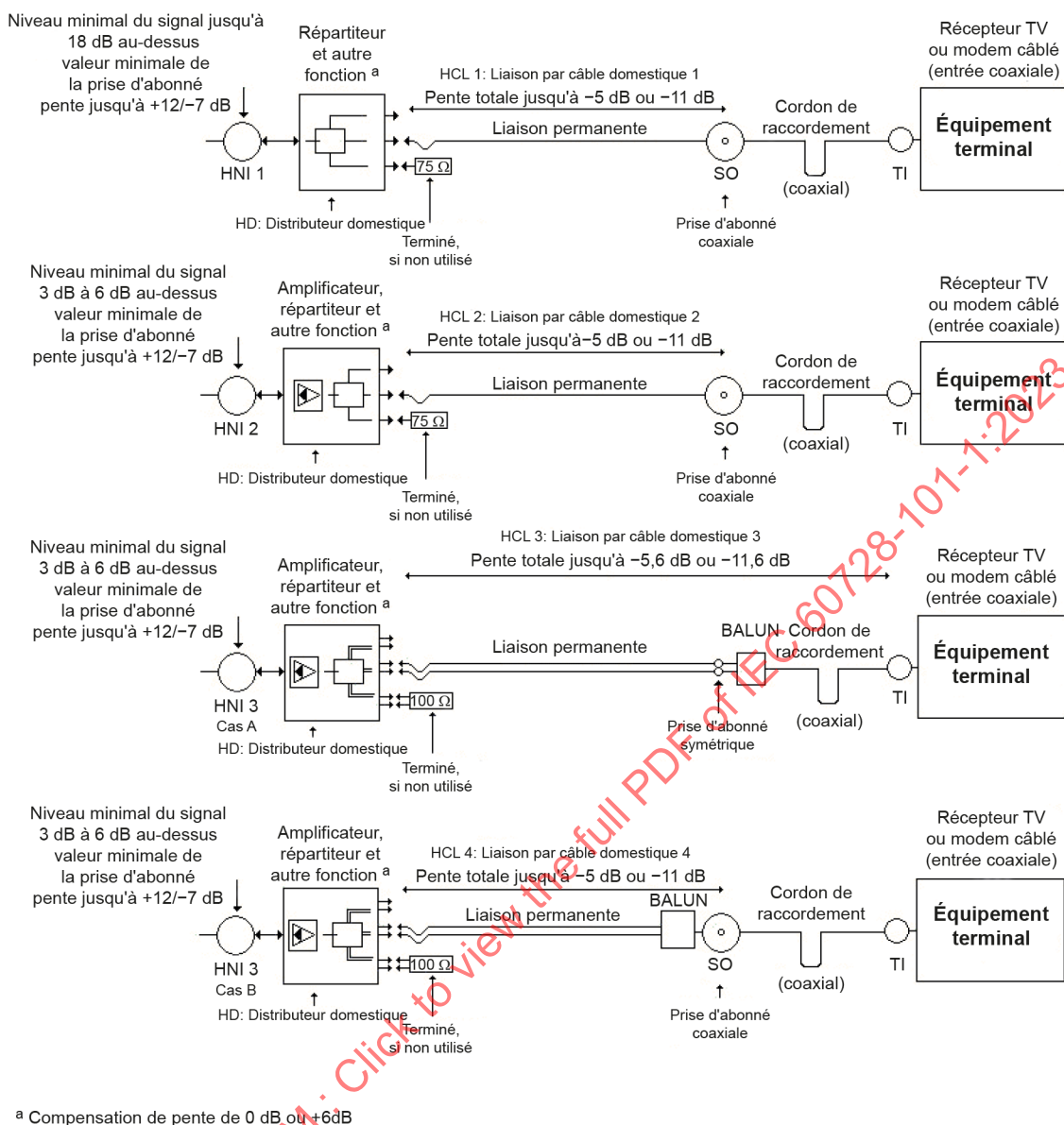
Le 6.4 décrit quelques considérations de base en matière de conception pour les réseaux domestiques qui reposent sur un câblage coaxial et/ou symétrique ou d'autres types de liaisons utilisées à l'intérieur d'un appartement pour l'acheminement des signaux BCT fournis par des réseaux de distribution par câbles CATV, MATV ou SMATV.

6.4.2 Exemples de réseaux

Compte tenu des considérations ci-dessus en matière de conception et d'installation, la Figure 3 donne des exemples de mises en œuvre d'un réseau domestique.

Ces exemples décrivent:

- les principales exigences en matière de niveau de signal (valeur maximale) et de pente (cas le plus favorable et le plus défavorable) à la HNI, ainsi que la pente totale (cas le plus défavorable) admise dans le réseau domestique;
- l'installation d'une liaison permanente réalisée avec 0,5 m de câble sortant du mur pour permettre de connecter directement l'équipement sans cavaliers ni fiches de connexion.



IEC

Figure 3 – Exemples de mises en œuvre d'un réseau domestique à l'aide de câbles coaxiaux ou symétriques

6.4.3 Exemples de calculs

6.4.3.1 Généralités

Les exemples donnés dans le Tableau 4, le Tableau 5, le Tableau 6 et le Tableau 7 décrivent la perte d'insertion maximale admise (ou le gain maximal admis) du réseau domestique entre la HNI et la prise d'abonné (pour la HNI1, la HNI2 et la HNI3, cas B) ou l'entrée du terminal (HNI3, cas A).

La perte d'insertion de la liaison par câble domestique (HCL) est l'addition des pertes du câblage fixe (liaison permanente), des cordons d'équipements (cordons de raccordement), de la prise d'abonné et de tous les symétriseurs utilisés. Les pertes du ou des répartiteurs de puissance et le gain de l'amplificateur à proximité de la HNI ne sont pas pris en compte dans la "perte HCL", et il convient de les calculer en tenant compte du nombre de prises d'abonné à connecter et du type de réseau domestique (passif ou actif, à câble coaxial ou à câbles symétriques).

6.4.3.2 Réseaux domestiques coaxiaux passifs ou actifs

Les spécifications de la HNI1 et de la HNI2 (7.2 et 7.3 de l'IEC 60728-101:2016) concernent un réseau domestique à câbles coaxiaux et leurs connexions, dont la longueur totale L_{PL} (longueur de liaison permanente) peut être calculée en tenant compte de son affaiblissement et de la pente admise.

L'affaiblissement a_{PL} (dB) de la liaison permanente jusqu'à la prise d'abonné est donné par la Formule (2) (ce modèle de câble coaxial est un exemple et correspond à un affaiblissement spécifique d'environ 21,5 dB/100 m à 1 GHz (ou 19,0 dB/100 m à 800 MHz) selon l'EN 50117-2-4), en prenant pour hypothèse une connexion directe du câble à l'équipement:

$$a_{PL} = (L_{PL} / 100) (0,597 \sqrt{f} + 0,0026 f) + a_{SO} \text{ [dB]} \quad (2)$$

où

f est la fréquence, en MHz,

L_{PL} est la longueur de la liaison permanente, en m,

a_{SO} est la perte de la prise d'abonné, en dB.

Les valeurs du Tableau 4 et du Tableau 5 ont été obtenues en prenant pour hypothèse un affaiblissement de la prise d'abonné (coaxiale) de 0,5 dB.

NOTE Les valeurs données dans la Formule (2) et les tableaux ne sont que des exemples. Elles peuvent être différentes si d'autres types de câbles sont utilisés avec des paramètres spécifiques différents.

La perte d'insertion (dB) des liaisons par câble domestiques 1 et 2 (HCL1 et HCL2), y compris le cordon de raccordement de longueur L_{RL} dont les caractéristiques sont conformes à la série IEC 60966, mais sans cavaliers ni fiches de connexion au niveau de l'équipement (voir 6.3 ci-dessus) est donnée par la Formule (3):

$$a_{HCL1,2} = a_{PL} + [0,08 + 0,4 L_{RL} (f / 1\,000)^{1/2}] \text{ [dB]} \quad (3)$$

6.4.3.3 Exemples de niveaux de signal dans un réseau domestique à câbles coaxiaux

6.4.3.3.1 Généralités

Pour évaluer le comportement du réseau domestique lorsque les signaux de télévision circulent dans la voie directe, les niveaux de signal aux points pertinents sont obtenus et donnés à différentes fréquences en tenant compte du cas le plus défavorable pour le réseau domestique à câbles coaxiaux.

6.4.3.3.2 Réseaux domestiques (HN) passifs à câbles coaxiaux

L'évaluation des niveaux de signal dans un réseau domestique passif exige de connaître les caractéristiques suivantes:

- les niveaux de signal et la pente à l'interface de réseau domestique (HNI1);
- l'affaiblissement du répartiteur dû au nombre de prises d'abonné (SO) desservies, en tenant compte de l'isolation mutuelle exigée;
- la longueur des câbles coaxiaux entre le distributeur domestique (HD) et la prise d'abonné;
- l'affaiblissement de la prise d'abonné.

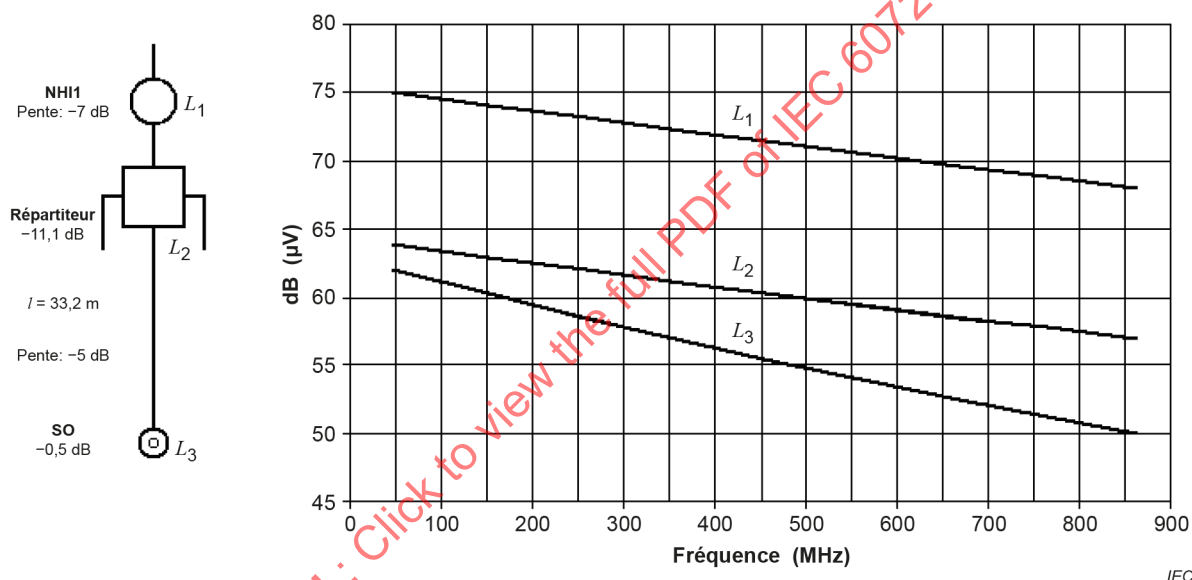
En prenant pour hypothèse à la HNI1

- Une pente de -7 dB.
- Un niveau de signal de 68 dB(μ V) (+18 dB au-dessus du niveau minimal de la prise d'abonné) à 862 MHz.

La longueur maximale des câbles coaxiaux est de $32,2$ m (voir Tableau 5) de manière à introduire une pente maximale de -5 dB et à ne pas dépasser la pente de -12 dB à la prise d'abonné. L'affaiblissement du répartiteur avec une réponse plate est de $11,1$ dB (voir aussi le Tableau 4).

Les niveaux de signal à la HNI1 (L_1), à la sortie du répartiteur (L_2) et à la prise d'abonné (L_3) sont indiqués à la Figure 4.

Il convient de noter que le niveau de signal maximal à la HNI1 est de 85 dB(μ V) à 47 MHz, conformément à la pente de -7 dB (cas le plus défavorable) et au niveau de signal de 68 dB(μ V) à 862 MHz.

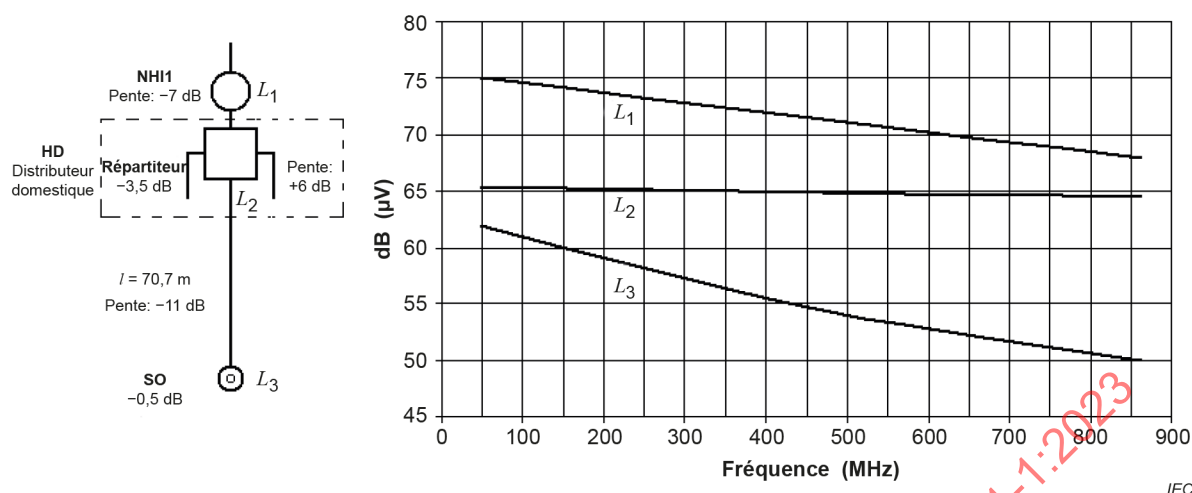


Ce schéma représente les niveaux de signal à la HNI1 (L_1), à la sortie du répartiteur (L_2) et à la prise d'abonné (L_3) en prenant pour hypothèse que le niveau délivré à la HNI1 est +18 dB supérieur à la valeur minimale de la prise d'abonné à 862 MHz et que le répartiteur a une réponse plate sur la plage de fréquences.

Figure 4 – Niveaux de signal à la HNI1 (réponse plate du répartiteur)

Si le répartiteur présente une pente de compensation de $+6$ dB, il convient que l'affaiblissement maximal du répartiteur à 862 MHz ne soit pas supérieur à $3,5$ dB, mais la longueur maximale du câble est augmentée à $70,7$ m (voir Tableau 4).

Les niveaux de signal à la HNI1 (L_1), à la sortie du répartiteur (L_2) et à la prise d'abonné (L_3) sont indiqués à la Figure 5.



Ce schéma représente les niveaux de signal à la HNI1 (L_1), à la sortie du répartiteur (L_2) et à la prise d'abonné (L_3), en prenant pour hypothèse que le niveau délivré à la HNI1 est +18 dB supérieur à la valeur minimale de la prise d'abonné à 862 MHz et que le répartiteur présente une pente de compensation de +6 dB sur la plage de fréquences.

Figure 5 – Niveaux de signal à la HNI1 (pente de compensation du répartiteur de +6 dB)

6.4.3.3.3 Réseaux domestiques (HN) actifs à câbles coaxiaux

L'évaluation des niveaux de signal dans un réseau domestique actif exige de connaître les caractéristiques suivantes:

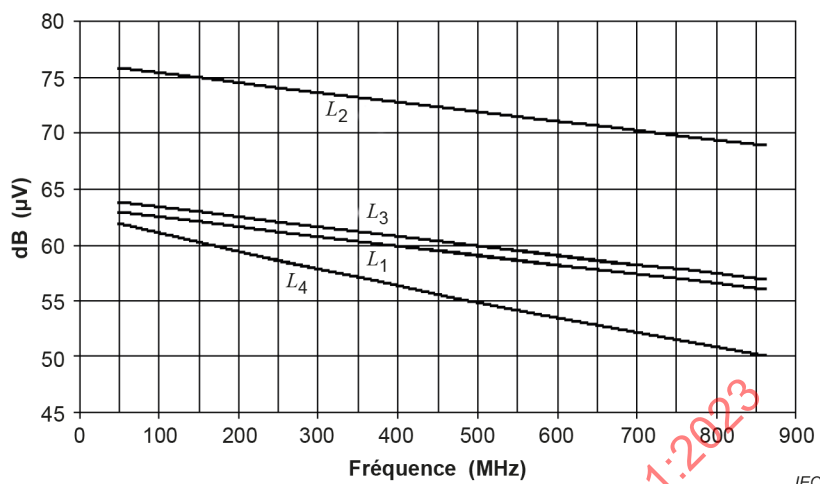
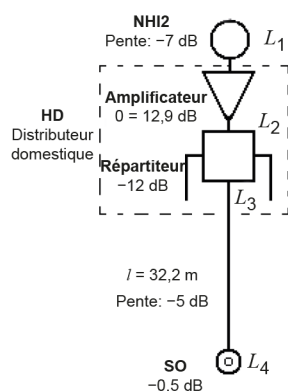
- les niveaux de signal et la pente à l'interface de réseau domestique (HNI2);
- le gain de l'amplificateur et l'affaiblissement du répartiteur dû au nombre de prises d'abonné (SO) desservies, en tenant compte de l'isolation mutuelle exigée;
- la longueur des câbles coaxiaux entre le distributeur domestique (HD) et la prise d'abonné;
- l'affaiblissement de la prise d'abonné.

En prenant pour hypothèse à la HNI2

- Une pente de -7 dB.
- Un niveau de signal de 56 dB(μV) (+6 dB au-dessus du niveau minimal de la prise d'abonné) à 862 MHz.

La longueur maximale des câbles coaxiaux est de 70,7 m (voir Tableau 5) de manière à introduire une pente maximale de -11 dB et à ne pas dépasser la pente de -12 dB à la prise d'abonné. L'affaiblissement du répartiteur, avec une réponse plate, est de 12 dB, et le gain de l'amplificateur est de 12,9 dB (voir Tableau 5).

Les niveaux de signal à la HNI2 (L_1), à la sortie de l'amplificateur (L_2), à la sortie du répartiteur (L_3) et à la prise d'abonné (L_4) sont indiqués à la Figure 6.

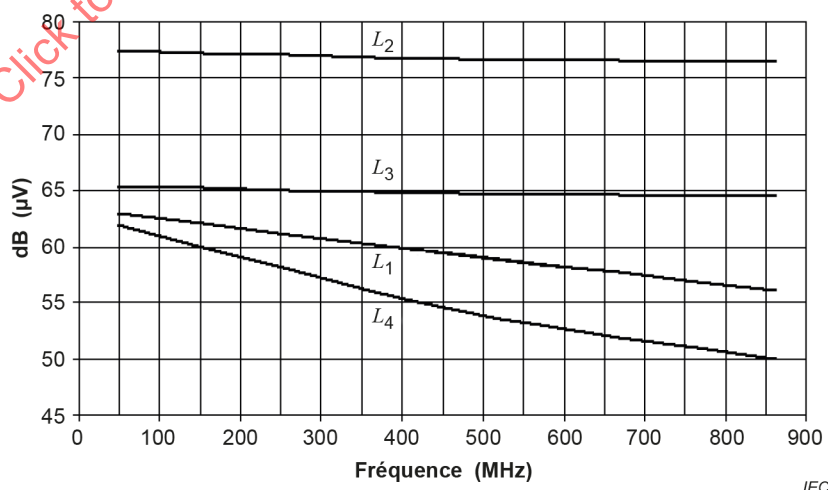
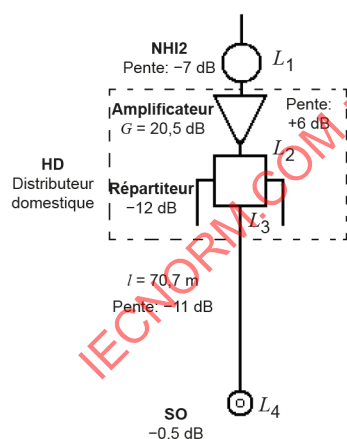


Le schéma représente les niveaux de signal à la HNI2 (L_1), à la sortie de l'amplificateur (L_2), à la sortie du répartiteur (L_3) et à la prise d'abonné (L_4), en prenant pour hypothèse que le niveau délivré à la HNI2 est +6 dB supérieur à la valeur minimale de la prise d'abonné à 862 MHz et que l'amplificateur et le répartiteur ont une réponse plate sur la plage de fréquences.

**Figure 6 – Niveaux de signal à la HNI2 (L_1)
(réponse plate du répartiteur/de l'amplificateur)**

Si l'amplificateur et/ou le répartiteur présentent une pente de compensation de +6 dB (affaiblissement du répartiteur de 12 dB et gain de l'amplificateur de 20,5 dB), la longueur maximale de câble peut être augmentée jusqu'à 70,7 m, comme cela est indiqué dans le Tableau 5.

Les niveaux de signal à la HNI2 (L_1), à la sortie de l'amplificateur (L_2), à la sortie du répartiteur (L_3) et à la prise d'abonné (L_4) sont indiqués à la Figure 7.



Ce schéma représente les niveaux de signal à la HNI2 (L_1), à la sortie de l'amplificateur (L_2), à la sortie du répartiteur (L_3) et à la prise d'abonné (L_4), en prenant pour hypothèse que le niveau délivré à la HNI2 est +6 dB supérieur à la valeur minimale de la prise d'abonné à 862 MHz et que l'amplificateur et/ou le répartiteur présentent une pente de compensation de +6 dB sur la plage de fréquences.

**Figure 7 – Niveaux de signal à la HNI2 (pente de compensation de +6 dB
du répartiteur/de l'amplificateur)**

Tableau 4 – Exemple de mise en œuvre d'un réseau domestique à câblage coaxial (passif) entre la HNI1 et la prise d'abonné

HN11 Niveau de signal au-dessus de la valeur minimale de la prise d'abonné	Pente du répartiteur dB	Affaiblissement du répartiteur de distribution domestique dB	Longueur de liaison permanente maximale L_{PL} m	Perte de la prise d'abonné dB	Perte d'insertion de la liaison par câble domestique 1 (HCL1) ^a dB					Pente HCL1 ^a 47 MHz à 862 MHz dB	Pente HCL1 ^a 950 MHz à 2 150 MHz dB
					47	470	862	950	2 150		
18	0	11,1	32,2	0,5	1,9	5,1	6,9	7,2	11,2	-5,0	-4,0
18	+6	3,5	70,7	0,5	3,5	10,5	14,5	15,2	24,0	-11,0	-8,8

^a Liaison permanente plus prise d'abonné.

^b Dans le rare cas d'une pente positive de +7 dB à la HNI1, le niveau de signal UHF (862 MHz) à la HNI1 doit être légèrement supérieur à 80 dB(μV) pour les canaux de bande I afin de satisfaire aux exigences de niveau minimal, qui sont de 50 dB(μV) (47 MHz à la prise-d'abonné) +1,9 dB (liaison permanente) +11,1 dB (répartiteur) +7 dB (pente positive de la HNI1) = 70 dB(μV).

Tableau 5 – Exemple de mise en œuvre d'un réseau domestique à câblage coaxial (actif) entre la HNI2 et la prise d'abonné

HNI2	Gain de l'amplificateur	Pente de l'amplificateur ou du répartiteur	Affaiblissement du répartiteur de distribution domestique	Longueur de liaison permanente maximale L_{PL}	Perte de la prise d'abonné	Perte d'insertion de la liaison par câble domestique 2 (HCL2) ^a dB					Pente HCL2 ^a 47 MHz à 862 MHz	Pente HCL2 ^a 950 MHz à 2 150 MHz
						47	470	862	950	2 150		
						MHz	MHz	MHz	MHz	MHz		
6	12,9	0	12,0	32,2	0,5	1,9	5,1	6,9	7,2	11,2	-5,0	-4,0
6	20,5	+6	12,0	70,7	0,5	3,5	10,5	14,5	15,2	24,0	-11,0	-8,8
3	15,8	0	12,0	32,2	0,5	1,9	5,1	6,9	7,2	11,2	-5,0	-4,0
3	23,5	+6	12,0	70,7	0,5	3,5	10,5	14,5	15,2	24,0	-11,0	-8,8

^a Liaison permanente plus prise d'abonné.

6.4.3.4 Type de réseau domestique différent (câbles symétriques) (cas A et cas B)

Les spécifications de la HNI3 (7.4 de l'IEC 60728-101:2016) concernent un réseau domestique à câbles à paires symétriques, dont la longueur totale L_{PL} (longueur de liaison permanente) peut être calculée en tenant compte de son affaiblissement et de la pente admise.

Dans le cas A de la Figure 3, la prise d'abonné (SO) n'est pas coaxiale, mais symétrique (connecteur de type RJ45, par exemple) et la connexion à l'entrée de terminal est réalisée par un cordon de raccordement (coaxial) normalisé (série IEC 60966) qui comporte un symétriseur.

Par hypothèse, le cordon de raccordement satisfait à la spécification énoncée en 5.3. La longueur L_{RL} de ce câble coaxial est par hypothèse de 2 m.

L'affaiblissement (dB) de la liaison par câble domestique 3 (HCL3) jusqu'à l'entrée de terminal est donné par la Formule (4) (le modèle de câble symétrique correspond à un affaiblissement spécifique d'environ 62 dB/100 m à 1 GHz):

$$a_{HCL3A} = [L_{PL}/100] (1,645 \sqrt{f} + 0,01 f + 0,25/\sqrt{f}) + (0,04 \sqrt{f}) + a_{BO} + a_{BAL} + (0,08 + 0,4 L_{RL} (f/1000)^{1/2}) \text{ [dB]} \quad (4)$$

où

f est la fréquence, en MHz,

L_{PL} est la longueur de la liaison permanente, en m,

L_{RL} est la longueur de câble du cordon de raccordement coaxial, en m,

a_{BO} est la perte de la prise d'abonné symétrique, en dB,

a_{BAL} est la perte du symétriseur (en dB) inclus dans le cordon de raccordement.

Le terme $0,08 + 0,4 L_{RL} (f/1000)^{1/2}$ est le modèle d'affaiblissement (voir l'IEC 60966-2) pour le cordon de raccordement (coaxial) de longueur L_{RL} .

Les valeurs du Tableau 6 ont été obtenues en prenant pour hypothèse un affaiblissement de la prise d'abonné (symétrique) de 0,5 dB et du symétriseur de 0,5 dB.

Le niveau de signal minimal à l'entrée de terminal doit être conforme au Tableau 39 de l'IEC 60728-1:2014 (c'est-à-dire d'au moins 60 dB(μV) dans le cas A de la HNI3).

NOTE 1 L'augmentation de 1 dB du niveau de signal minimal à l'entrée de terminal par rapport au cas du tout coaxial est une modeste disposition contre les dégradations en raison d'un affaiblissement en réflexion légèrement moindre des composants à paires symétriques.

NOTE 2 Dans ce cas, les pertes dues aux connecteurs (ou aux connexions) symétriques aux deux extrémités de la liaison permanente sont par hypothèse de $0,04 \sqrt{f}$.

Pour le cas B de la Figure 3, en présence d'une prise d'abonné (SO) coaxiale et en l'absence de fiche de connexion ou de cavalier dans la connexion à l'équipement, l'affaiblissement de la liaison permanente jusqu'à la prise d'abonné est donné par la Formule (5) (le modèle de câble symétrique correspond à un affaiblissement spécifique d'environ 62 dB/100 m à 1 GHz):

$$a_{HCL3B} = [L_{PL}/100] (1,645 \sqrt{f} + 0,01 f + 0,25/\sqrt{f}) + (0,04 \sqrt{f}) + a_{SO} + a_{BAL} \text{ [dB]} \quad (5)$$

où

f est la fréquence, en MHz,

L_{PL} est la longueur de la liaison permanente, en m,

a_{SO} est la perte de la prise d'abonné (SO) coaxiale, en dB,

a_{BAL} est la perte du symétriseur (en dB) inclus dans la prise d'abonné.

Les valeurs du Tableau 7 ont été obtenues en prenant pour hypothèse que les affaiblissements de la prise d'abonné (SO) (coaxiale) et de son symétriseur sont de 0,5 dB chacun.

Les niveaux de signal minimaux à la prise d'abonné doivent être conformes au Tableau 27 de l'IEC 60728-101:2016 (c'est-à-dire au moins 51 dB(μV) dans le cas B de la HNI3 pour les canaux numériques avec un niveau de signal minimal de 50 dB(μV) dans le cas A).

NOTE 3 L'augmentation de 1 dB du niveau de signal minimal à la prise d'abonné par rapport au cas du tout coaxial est une modeste disposition contre les dégradations en raison d'un affaiblissement en réflexion légèrement moindre des composants à paires symétriques.

NOTE 4 Dans ce cas, les pertes (dB) dues aux connecteurs (ou aux connexions) symétriques aux deux extrémités de la liaison permanente sont par hypothèse de $0,04 \sqrt{f}$.

6.4.3.5 Exemples de niveaux de signal dans un réseau domestique à câbles symétriques (cas B)

Pour évaluer le comportement du réseau domestique lorsque les signaux de télévision circulent dans la voie directe, les niveaux de signal aux points pertinents sont obtenus et donnés dans le domaine de fréquences en prenant en considération le cas le plus défavorable pour un réseau domestique à câbles symétriques (cas B).

NOTE Pour un réseau domestique à câbles symétriques (cas A), les niveaux de signal sont très similaires et ne sont donc pas indiqués ici.

L'évaluation des niveaux de signal dans un réseau domestique exige de connaître les caractéristiques suivantes:

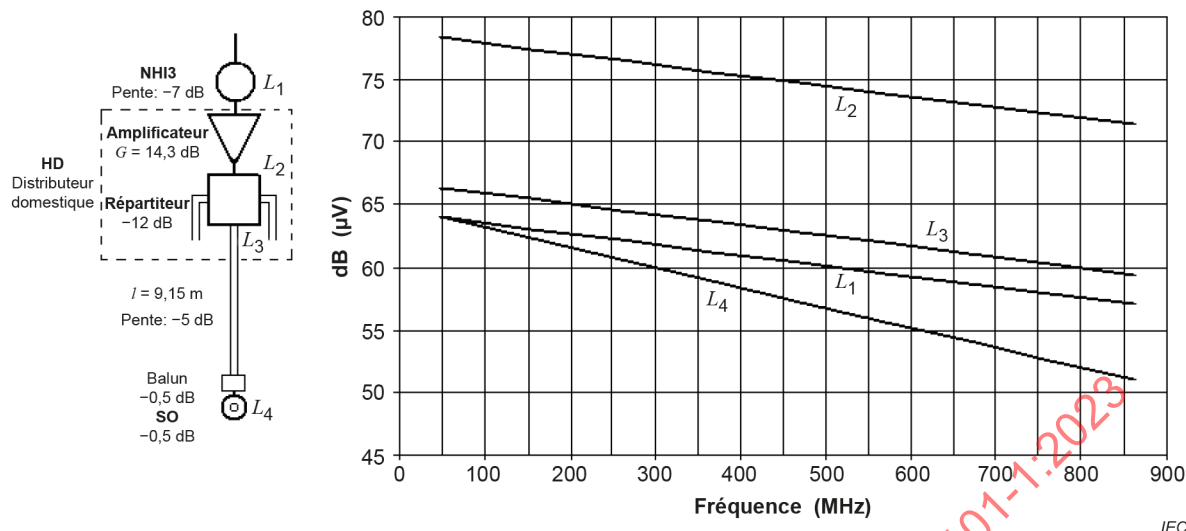
- les niveaux de signal et la pente à l'interface de réseau domestique (HNI3);
- le gain de l'amplificateur et l'affaiblissement du répartiteur dû au nombre de prises d'abonné (SO) desservies, en tenant compte de l'isolation mutuelle exigée;
- la longueur des câbles à paires symétriques entre le distributeur domestique (HD) et la prise d'abonné;
- l'affaiblissement de la prise d'abonné.

En prenant pour hypothèse à la HNI3

- Une pente de –7 dB.
- Un niveau de signal de 57 dB(μV) (+6 dB au-dessus du niveau minimal de la prise d'abonné) à 862 MHz.

La longueur maximale des câbles à paires symétriques est de 9,15 m de manière à introduire une pente maximale de –5 dB et à ne pas dépasser la pente de –12 dB à la prise d'abonné. L'affaiblissement du répartiteur avec une réponse plate est de 12 dB, et le gain de l'amplificateur est de 14,3 dB (voir Tableau 5).

Les niveaux de signal à la HNI3 (L_1), à la sortie de l'amplificateur (L_2), à la sortie du répartiteur (L_3) et à la prise d'abonné (L_4) sont indiqués à la Figure 8.

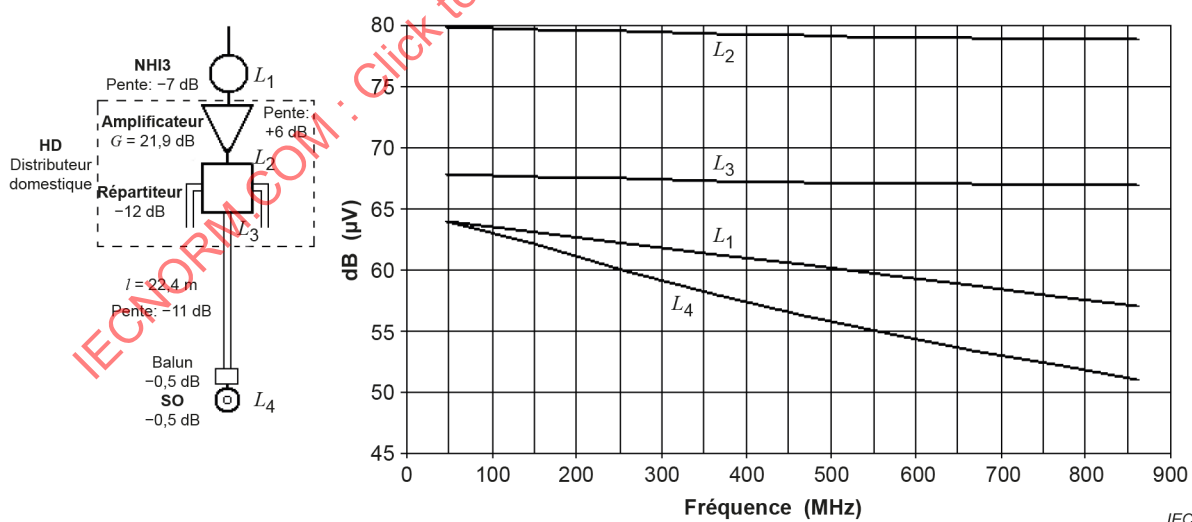


Le schéma représente les niveaux de signal à la HNI3 (L₁), à la sortie de l'amplificateur (L₂), à la sortie du répartiteur (L₃) et à la prise d'abonné (L₄), en prenant pour hypothèse que le niveau délivré à la HNI3 est +6 dB supérieur à la valeur minimale de la prise d'abonné à 862 MHz et que l'amplificateur et/ou le répartiteur ont une réponse plate sur la plage de fréquences.

Figure 8 – Niveaux de signal à la HNI3 (réponse plate du répartiteur/de l'amplificateur)

Si l'amplificateur et/ou le répartiteur présentent une pente de compensation de +6 dB (affaiblissement du répartiteur de 12 dB et gain de l'amplificateur de 21,9 dB), la longueur maximale de câble peut être augmentée jusqu'à 22,4 m, comme cela est indiqué dans le Tableau 7.

Les niveaux de signal à la HNI3 (L₁), à la sortie de l'amplificateur (L₂), à la sortie du répartiteur (L₃) et à la prise d'abonné (L₄) sont indiqués à la Figure 9.



Ce schéma représente les niveaux de signal à la HNI3 (L₁), à la sortie de l'amplificateur (L₂), à la sortie du répartiteur (L₃) et à la prise d'abonné (L₄), en prenant pour hypothèse que le niveau délivré à la HNI3 est +6 dB supérieur à la valeur minimale de la prise d'abonné à 862 MHz et que l'amplificateur et/ou le répartiteur présentent une pente de compensation de +6 dB sur la plage de fréquences.

Figure 9 – Niveaux de signal à la HNI3 (pente de compensation de +6 dB du répartiteur/de l'amplificateur)

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)

HNI3 (cas A) Niveau de signal minimal ^a à la HNI3 au-dessus du niveau minimal à la prise d'abonné	Gain minimal de l'amplificateur	Pente de l'amplificateur ou du répartiteur	Affaiblissement du répartiteur de distribution domestique	Longueur de la liaison permanente L_{PL}	Longueur du cordon de raccordement L_{RL}	Perte de la prise d'abonné et des symétriseurs ^b	Perte d'insertion de la liaison par câble domestique 3 (HCL3) dB			Pente HCL3 47 MHz à 862 MHz
							47	470	862	
6	14,2	0	12,0	9,15	2	1,0	MHz	MHz	MHz	dB
6	21,8	+6	12,0	22,5	2	1,0	4,2	11,5	15,8	
3	17,2	0	12,0	9,15	2	1,0	2,6	6,2	8,2	
3	24,8	+6	12,0	22,5	2	1,0	4,2	11,5	15,8	

^a Le niveau de signal HNI3 peut être considérablement supérieur aux valeurs minimales. Un affaiblissement sélectionnable ou accordable peut donc être exigé à l'entrée de l'amplificateur de gain de 25 dB (avec une pente de compensation de 6 dB) afin de satisfaire aux exigences de brouillage à fréquences multiples (5.9.2) de 71 dB. Dans le cas A de la HNI3, l'entrée de terminal est d'au moins 50 dB(μV).

^b 1 dB pour les deux ensemble.

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)

HNI3 (Cas B) Niveau de signal minimal ^a à la HNI3 au-dessus du niveau minimal à la prise d'abonné	Gain minimal de l'amplificateur ^b	Pente de l'amplificateur ou du répartiteur	Affaiblissement du répartiteur de distribution domestique	Longueur de la liaison permanente <i>L_{PL}</i>	Perte de la prise d'abonné et des symétriseurs	Perte d'insertion de la liaison par câble domestique 4 (HCL 4) ^c			Pente HCL4 ^c 47 MHz à 862 MHz
						47 MHz	470 MHz	862 MHz	
6	14,4	0	12,0	9,15	1,0	2,4	5,5	7,4	–5,0
6	21,9	+6	12,0	22,4	1,0	3,9	10,9	14,9	–11,0
3	17,4	0	12,0	9,15	1,0	2,4	5,5	7,4	–5,0
3	24,9	+6	12,0	22,4	1,0	3,9	10,9	14,9	–11,0

^a Le niveau de signal HNI3 peut être considérablement supérieur aux valeurs minimales. Un affaiblissement sélectionnable ou accordable peut donc être exigé à l'entrée de l'amplificateur de gain de 25 dB (avec une pente de compensation de 6 dB) afin de satisfaire aux exigences de brouillage à fréquences multiples (5.9.2) de 71 dB.

^b Le gain de l'amplificateur pour le cas B de la HNI3 est calculé pour délivrer au moins 51 dB(μV) à la prise d'abonné coaxiale, afin de réduire les effets de désadaptation des composants à paires symétriques (ondulation dans la bande).

^c Entre la sortie du répartiteur de puissance symétrique et la sortie de la prise d'abonné coaxiale.

6.4.4 Considérations générales

Le Tableau 4, le Tableau 5, le Tableau 6 et le Tableau 7 montrent clairement que la longueur de câble utilisée pour la liaison par câble domestique dépend du type de câble utilisé, mais également du type et du nombre de connecteurs, de symétriseurs, etc. introduits. Ces valeurs de longueur sont essentiellement liées à la pente maximale admise dans les câbles. Avec des câbles dont l'affaiblissement spécifique est inférieur (dB/100 m), les longueurs de câbles sont plus importantes.

Ces tableaux montrent également ce qui suit.

- L'affaiblissement maximal admis pour le répartiteur en tenant compte du signal délivré par la HNI1 (réseau domestique coaxial passif). L'affaiblissement du répartiteur avec une réponse plate (Tableau 4) peut être au maximum d'environ 11 dB (répartition jusqu'à 8 voies), si la longueur maximale de la liaison permanente est de 32 m. Si une sortie du répartiteur présente une pente de compensation de +6 dB, avec un affaiblissement d'environ 3,5 dB seulement à 862 MHz (comme un répartiteur bidirectionnel), mais de 9,5 dB à 47 MHz, la liaison permanente connectée à cette sortie peut mesurer 70 m.
- Le gain exigé dans l'amplificateur à domicile est compris entre 12,8 dB et 24,9 dB (avec ou sans pente) compte tenu du signal délivré par la HNI2 (réseau domestique coaxial actif) ou par la HNI3 (réseau domestique actif à câbles à paires symétriques) et d'un affaiblissement du répartiteur de 12 dB (Tableau 5, Tableau 6 et Tableau 7).

Les pertes habituelles pour les répartiteurs de puissance (connecteurs F, isolation de 22 dB entre les sorties) sont de 3,6 dB pour 2 sorties, de 5,6 dB pour 3 sorties et de 7,4 dB pour 4 sorties (il convient d'ajouter 0,4 dB pour la perte la plus défavorable à 862 MHz). Jusqu'à 8 prises d'abonné peuvent donc être installées dans le cadre d'une allocation totale de 11 dB à 12 dB pour le ou les répartiteurs domestiques (voir Tableau 4, Tableau 5, Tableau 6 et Tableau 7).

Par conséquent, les exemples présentés peuvent donner lieu aux considérations générales suivantes.

- Les spécifications de la HNI1 admettent des câblages à domicile passifs qui comportent jusqu'à 8 prises d'abonné à l'intérieur de l'unité résidentielle lorsque le réseau CATV/MATV est optimisé pour délivrer à la HNI1 au moins 68 dB(μV) à 862 MHz (ou 70 dB(μV) dans le rare cas d'une pente de +7 dB, le niveau de signal de 47 MHz étant le paramètre limitant). L'isolation mutuelle minimale exigée de 22 dB entre deux prises d'abonné doit également être assurée.
- Les spécifications de la HNI2 et de la HNI3 sont compatibles avec plusieurs options des amplificateurs à domicile de 13 dB à 25 dB pour alimenter les câblages à domicile avec 8 à 10 prises d'abonné au maximum à l'intérieur de l'unité résidentielle (l'isolation mutuelle minimale exigée de 22 dB entre deux prises d'abonné devant également être assurée).
- Une compensation de pente de +6 dB intégrée dans le répartiteur/l'amplificateur à domicile rallonge les longueurs admissibles de la liaison permanente jusqu'à environ 70 m pour les câbles coaxiaux et jusqu'à environ 22 m pour les câbles symétriques.
- Des cas plus complexes, dans lesquels la pente du câblage à domicile est inférieure à -11 dB, exigent une conception et une technique spécifiques, avec plusieurs compensations de pente en cascade pour s'adapter aux pertes de liaison par câble domestique (HCL) effectives et/ou une égalisation à la HNI en prenant en considération la pente délivrée par le réseau CATV/MATV/SMATV à la HNI de l'unité résidentielle.

L'isolation mutuelle minimale exigée entre deux récepteurs TV qui appartiennent aux mêmes unités résidentielles est de 22 dB (voir 5.4.3). La valeur réelle de l'isolation mutuelle est obtenue en ajoutant à l'isolation du répartiteur deux fois la perte d'insertion VHF/UHF de la liaison permanente. Par conséquent, si l'isolation du répartiteur lui-même est de 22 dB, une valeur comprise entre 26 dB en VHF (fréquence inférieure) et environ 34 dB en UHF (fréquence supérieure) peut être obtenue.

Des répartiteurs de puissance asymétriques (affaiblissements de 2 dB et 8 dB, par exemple) peuvent s'avérer utiles lorsque les longueurs des liaisons permanentes sont très différentes (10 m et 40 m, par exemple). Des combinaisons telles qu'un répartiteur bidirectionnel suivi d'un répartiteur tridirectionnel peuvent prendre en charge une longueur importante jusqu'à 70 m (coaxiale) et trois longueurs plus courtes jusqu'à 32 m (coaxiale).

Des exigences en amont pour les amplificateurs domestiques bidirectionnels sont à l'étude. Un gain minimal de 10 dB pour compenser la perte d'insertion du répartiteur est suggéré.

6.4.5 Conception du réseau domestique dans un système MATV

Le cas d'un niveau de signal élevé à la HNI1 (68 dB(μV) à 70 dB(μV) à 862 MHz, par exemple) est celui d'une conception MATV optimisée en l'absence d'amplificateurs à domicile, mais en présence d'un seul amplificateur collectif (en tête de réseau du système MATV du bâtiment ou en "escalier"), ce qui permet aux résidents d'installer un câblage à domicile passif extensif. Il peut s'agir de la conception "la plus pratique" ou "la plus confortable" pour les résidents.

NOTE Avec la disponibilité d'amplificateurs de réseau à haute puissance, il est plus judicieux d'augmenter le niveau à la HNI aux niveaux de signal HNI1 maximaux admissibles; il s'agit d'éviter les éléments actifs dans le réseau domestique.

6.4.6 Exemples de voies de retour

À l'étude.

6.5 Type de réseau domestique différent (HNI3, cas C) (réseau optique à fibre de verre ou fibre plastique)

Ce type de réseau domestique utilise des fibres optiques en verre ou en plastique. L'émetteur optique (E/O) est placé au niveau de la HNI, le récepteur optique (O/E) étant placé à l'entrée de chaque équipement terminal.

Les exigences indiquées pour la HNI2 (7.3 de l'IEC 60728-101:2016) en ce qui concerne le niveau de signal électrique et les autres paramètres de qualité (différences de niveaux de signal, réponse en fréquence, bruit aléatoire, brouillage des canaux de télévision, etc.) s'appliquent également au cas C de la HNI3.

Un exemple de réseau domestique qui utilise des fibres optiques est donné à la Figure 10.

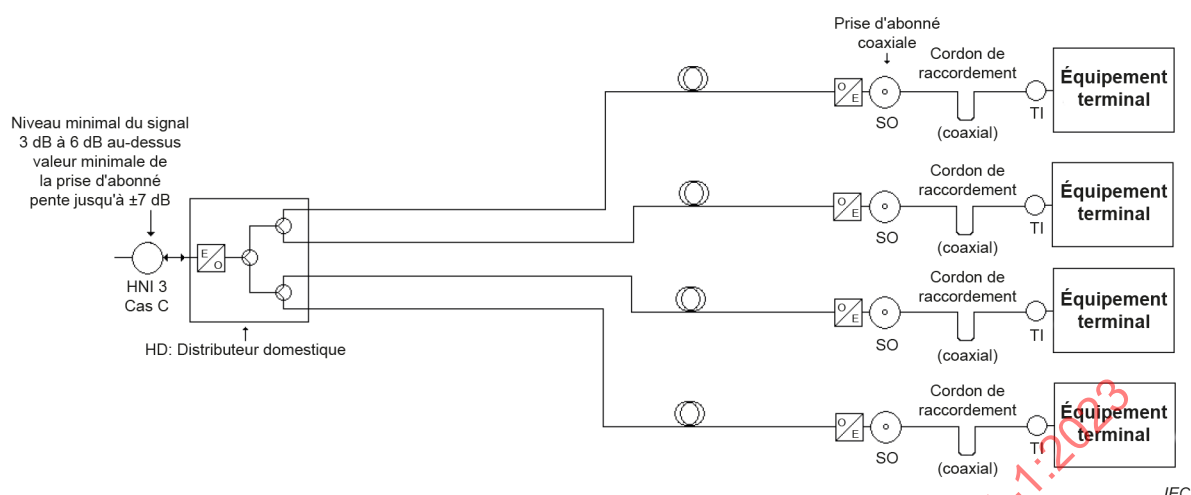


Figure 10 – Exemple de réseau domestique qui utilise des fibres optiques

La longueur de la fibre et le nombre de répartiteurs sont prévus en tenant compte des caractéristiques d'affaiblissement de la fibre optique, de la puissance optique délivrée par la source optique (LED, laser, etc.) de l'émetteur optique et de la puissance optique exigée au niveau du récepteur optique, devant chaque prise d'abonné (coaxiale) ou à l'entrée de chaque équipement terminal, en général dans la plage comprise entre -3 dB(mW) et -10 dB(mW) ou entre -1 dB(mW) et $+7$ dB(mW) pour le Japon.

Le niveau et la qualité du signal électrique délivré à chaque prise d'abonné doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60728-101. Une transmission bidirectionnelle peut être obtenue en utilisant deux fibres optiques distinctes ou par la technique MRL (multiplexage en longueur d'onde).

6.6 Type de réseau domestique différent (HNI3, cas D)

6.6.1 Généralités

Ce réseau domestique utilise différents types de liaisons pour acheminer les signaux vers et depuis l'entrée/sortie audio/vidéo (numérique) et l'entrée/sortie de données d'un équipement terminal. Le cas D considère que dans la voie en aval, les signaux sont transmis d'un boîtier de terminaison (NTU placée au niveau de la HNI) à l'équipement terminal et que dans la voie en amont, ils sont transmis de l'équipement terminal (un modem câblé, par exemple) à la NTU.

Les exigences indiquées pour la HNI3 (7.4 de l'IEC 60728-101:2016) en ce qui concerne le niveau de signal électrique et les autres paramètres de qualité (différences de niveau de signal, réponse en fréquence, bruit aléatoire, brouillage des canaux de télévision, etc.) s'appliquent également au cas D de la HNI3.

6.6.2 Liaisons sans fil à l'intérieur du réseau domestique

Le cas D s'applique également, entre autres, au cas où les signaux de télévision et les services bidirectionnels sont distribués à l'intérieur du domicile à l'aide de liaisons sans fil.

En règle générale, un réseau de distribution par câble coaxial arborescent et à branche dessert toutes les pièces équipées d'un téléviseur. Une mise en réseau numérique à domicile est souhaitable pour la plupart des nouveaux appareils audio et vidéo numériques (PVR, PC qui font office de PVR, écrans plats équipés d'une interface de réseau et téléviseurs à écran plat, par exemple), mais pour ces applications, l'installation d'un réseau à domicile à paires torsadées avec des câbles de Catégorie 5/Catégorie 6/Catégorie 7 présente des inconvénients pratiques.

Pour cette raison, la création d'un réseau de radiocommunication à l'aide d'un équipement ISO/IEC/IEEE 8802-11 (WLAN) est devenue très populaire, avec des concentrateurs WLAN connectés ou intégrés à des modems câblés ou des modems ADSL.

Toutefois, l'utilisation de l'ISO/IEC/IEEE 8802-11 pour la fourniture de services audio et vidéo et la mise en réseau à domicile est souvent limitée par une faible couverture radio en intérieur (sols et plafonds en béton, etc.) (voir Annexe A), ce qui limite la capacité disponible.

L'élargissement du câblage coaxial domestique vise à assurer une bonne qualité de la couverture des "bandes sans fil sans licence" du domicile avec un concentrateur et plusieurs antennes murales alimentés par le câblage coaxial, libérant ainsi toutes les capacités de la norme ISO/IEC/IEEE 8802-11 (IEEE 802.11n/ac).

Sur cette base, le réseau coaxial à domicile peut être utilisé (voir Figure 11):

- a) entre un routeur domestique (station de base WLAN) (situé entre le distributeur domestique et l'interface de connecteur F) et les appareils (interface de connecteur F) tels que des boîtiers décodeurs ou des postes de télévision numérique, auquel cas la liaison a lieu sur le câble coaxial;
- b) entre un routeur domestique (station de base WLAN) (situé entre le distributeur domestique et l'interface de connecteur F) et les antennes WLAN dans les pièces choisies, auquel cas la liaison a lieu en partie sur le réseau coaxial (les 20 à 30 premiers mètres, par exemple) et en partie dans l'air (les 5 derniers mètres, par exemple), et éventuellement avec un champ de visibilité entre l'antenne WLAN et l'appareil portable conforme ISO/IEC/IEEE 8802-11, connecté à l'équipement terminal ou inclus dans celui-ci.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60728-101-1:2023