

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Cable networks for television signals, sound signals and interactive services –
Part 1-1: RF cabling for two way home networks**

**Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de
radiodiffusion sonore et services interactifs –
Partie 1-1: Câblage RF pour réseaux domestiques bidirectionnels**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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 Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Cable networks for television signals, sound signals and interactive services –
Part 1-1: RF cabling for two way home networks**

**Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de
radiodiffusion sonore et services interactifs –
Partie 1-1: Câblage RF pour réseaux domestiques bidirectionnels**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 33.060.30; 33.160.01

ISBN 978-2-8322-1437-4

**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	9
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations.....	11
3.1 Terms and definitions.....	11
3.2 Symbols.....	19
3.3 Abbreviations	20
4 Methods of measurement for the home network.....	21
5 Performance requirements of the home network	22
5.1 General.....	22
5.2 Impedance	23
5.3 Performance requirements at the terminal input	23
5.3.1 General	23
5.3.2 Signal level.....	23
5.3.3 Other parameters	24
5.4 Performance requirements at system outlets.....	24
5.4.1 Minimum and maximum carrier levels	24
5.4.2 Mutual isolation between system outlets	24
5.4.3 Isolation between individual outlets in one household	24
5.4.4 Isolation between forward and return path	24
5.4.5 Long-term frequency stability of distributed carrier signals at any system outlet.....	24
5.5 Performance requirements at the HNI	24
5.5.1 Minimum and maximum carrier levels at HNI1	24
5.5.2 Minimum and maximum carrier levels at HNI2 and HNI3	24
5.6 Carrier level differences in the home network from HNI to system outlet	24
5.7 Frequency response within a television channel in the home network	25
5.7.1 General	25
5.7.2 Amplitude response	25
5.7.3 Group delay	25
5.8 Random noise produced in the home network	26
5.9 Interference produced into downstream channels within a home network	26
5.9.1 General	26
5.9.2 Multiple frequency intermodulation interference	26
5.9.3 Intermodulation noise	27
5.9.4 Crossmodulation.....	27
6 Home network design and examples.....	27
6.1 General.....	27
6.2 Basic design considerations.....	27
6.2.1 General	27
6.2.2 System outlet (SO) or terminal input (TI) specifications.....	27
6.2.3 Home network interface (HNI) specifications.....	27
6.2.4 Requirements for the home network	28
6.3 Implementation considerations.....	28

6.4	Home networks with coaxial and balanced cables	29
6.4.1	General	29
6.4.2	Network examples	29
6.4.3	Calculation examples.....	30
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 types (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 IEEE 802.11 (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	45
6.6.8	Characteristics of signals at the TV system outlet	46
6.6.9	Example of duplexers and power splitters near the HNI	46
6.6.10	Example of system outlet for coaxial TV connector and WLAN antenna	46
6.6.11	Examples of WLAN connection into home networks	47
Annex A (informative)	Wireless links versus cable links	52
A.1	General.....	52
A.2	Wireless links.....	52
A.3	Cable links	53
Annex B (informative)	Isolation between radiating element and system outlet	55
Annex C (informative)	MIMO techniques of IEEE 802.11n.....	57
C.1	General.....	57
C.2	MIMO techniques	57
Bibliography.....		59
Figure 1 – Examples of RF home network types		8
Figure 2 – Examples of location of HNI for various home network types.....		15
Figure 3 – Examples of home network implementation using coaxial or balanced cables.....		30
Figure 4 – Signal levels at HNI1 (flat splitter response).....		32
Figure 5 – Signal levels at HNI1 (+6 dB compensating splitter slope).....		33
Figure 6 – Signal levels at HNI2 (L_1) (flat splitter/amplifier response)		34
Figure 7 – Signal levels at HNI2 (+6 dB compensating splitter/amplifier slope)		34
Figure 8 – Signal levels at HNI3 (flat splitter/amplifier response)		38
Figure 9 – Signal levels at HNI3 (+6 dB compensating splitter/amplifier slope)		38
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 (tandem coupler) to insert WLAN signals into the home distribution network		46
Figure 13 – Example of system outlet for coaxial TV connector and WLAN antenna.....		46

Figure 14 – Assumed properties of the filters in the system outlet.....	47
Figure 15 – Reference points for the examples of calculation of link loss or link budget	47
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.....	55
Figure C.1 – Principle of MIMO techniques according to IEEE 802.11n.....	57
Table 1 – Methods of measurement of IEC 60728-1:2014 applicable to the home network.....	22
Table 2 – Amplitude response variation in the home network	25
Table 3 – Group delay variation in the home network.....	26
Table 4 – Example of home network implementation with coaxial cabling (passive) from HNI1 to system outlet	35
Table 5 – Example of home network implementation with coaxial cabling (active) from HNI2 to system outlet	35
Table 6 – Example of home network implementation with balanced pair cables (active) from HNI3 to coaxial terminal input (case A)	39
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 70-03	44
Table 9 – Available throughput of the WLAN signal.....	45
Table 10 – Minimum signal level at system outlet (WLAN antenna)	45
Table 11 – Loss from the system outlet to WLAN base station	48
Table 12 – Direct connection between two system outlets (TV outlets).....	49
Table 13 – Link budget between a WLAN equipment and the WLAN base station	49
Table 14 – Wireless connection between two WLAN equipment	50
Table 15 – Connection from a SO to a WLAN equipment	51
Table A.1 – Maximum distance for a wireless link (WLAN) in free space or inside a home	53
Table A.2 – Maximum length of the cable.....	54
Table C.1 – MCSs that are mandatory in IEEE 802.11n	58

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CABLE NETWORKS FOR TELEVISION SIGNALS,
SOUND SIGNALS AND INTERACTIVE SERVICES –****Part 1-1: RF cabling for two way home networks**

FOREWORD

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

International Standard IEC 60728-1-1 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.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2010, and constitutes a technical revision.

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

- update of performance requirements in Clause 5 to include those for DVB-T2 signals.

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60728-1:2014.

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

FDIS	Report on voting
100/2249/FDIS	100/2285/RVD

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

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

Standards and deliverables of 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:

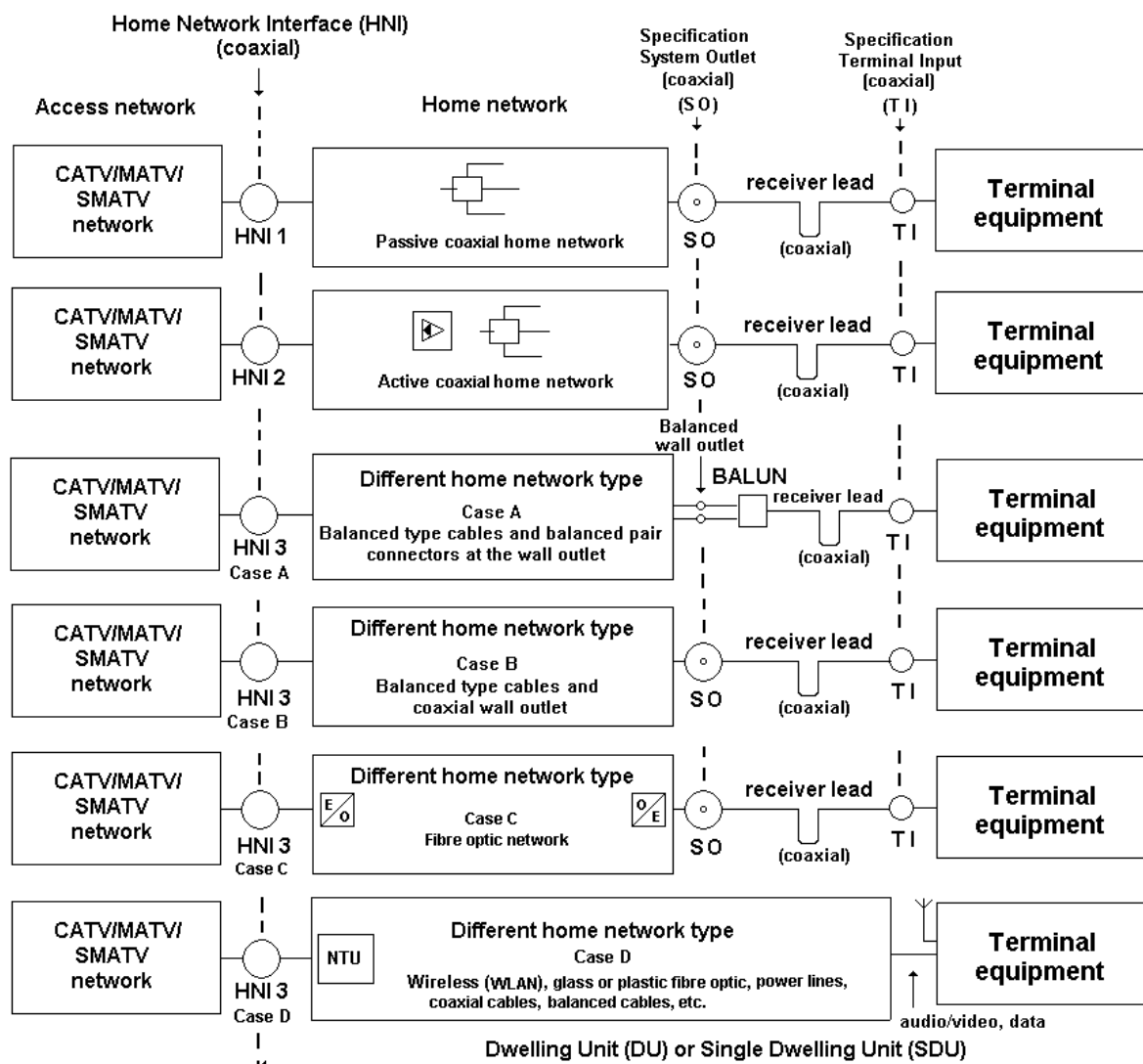
- passive coaxial home network;
- active coaxial home network;
- different home network types.

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.

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 analogue 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, will produce picture and sound signals not worse than grade four on the five-grade impairment scale contained in ITU-R BT.500. These requirements are given in IEC 60728-1-2. For digitally modulated signals the quality requirement is a QEF (Quasi Error Free) reception.

This standard 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 standard. Logical connections between devices within the home network are therefore not always guaranteed.



IEC 2523/09

Figure 1 – Examples of RF home network types

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

Part 1-1: RF cabling for two way home networks

1 Scope

This part of IEC 60728 provides the requirements and describes the implementation guidelines of RF cabling for two-way home networks. This standard 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. This standard also applies to home networks where some part of the distribution network uses wireless links, for example instead 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 3 000 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.

2 Normative references

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

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

IEC 60728-1-2, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1-2: Performance requirements for signals delivered at system outlet in operation*

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

IEC 60728-10, *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*

IEC 60966-2 (all parts), *Radio frequency and coaxial cable assemblies – Part 2: Detail specification for cable assemblies for radio and TV receivers*

IEC 60966-2-4, *Radio frequency and coaxial cable assemblies – Part 2-4: Detail specification for cable assemblies for radio and TV receivers – Frequency range 0 MHz to 3 000 MHz, IEC 61169-2 connectors*

IEC 60966-2-5, *Radio frequency and coaxial cable assemblies – Part 2-5: Detail specification for cable assemblies for radio and TV receivers – Frequency range 0 MHz to 1 000 MHz, IEC 61169-2 connectors*

IEC 60966-2-6, *Radio frequency and coaxial cable assemblies – Part 2-6: Detail specification for cable assemblies for radio and TV receivers – Frequency range 0 MHz to 3 000 MHz, IEC 61169-24 connectors*

IEEE 802.11, *IEEE Standards for Information technology – Telecommunications and Information Exchange between Systems – Local and Metropolitan Area Network – Specific Requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*¹

IEEE 802.11a, *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: High-speed Physical Layer in the 5 GHz band*

IEEE 802.11b, *Supplement to 802.11-1999, Wireless LAN MAC and PHY specifications: Higher speed Physical Layer (PHY) extension in the 2.4 GHz band*

IEEE 802.11e, *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 8: Medium Access Control (MAC) Quality of Service Enhancements*

IEEE 802.11g, *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 4: Further Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band*

IEEE 802.11h, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems – LAN/MAN Specific Requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Spectrum and Transmit Power Management Extensions in the 5GHz band in Europe*

IEEE 802.11n, *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 4: Enhancements for Higher Throughput*

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

ITU-R Recommendation BT.500, *Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures*

¹ Parts of IEEE 802.11 are reproduced in ISO/IEC 8802-11:2005, *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) specification*

ITU-T Recommendation J.61, *Transmission performance of television circuits designed for use in international connections*

ITU-T Recommendation J.63, *Insertion of test signals in the field-blanking interval of monochrome and colour television signals*

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 3 000 MHz*

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

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

ETSI EN 300 473, *Digital Video Broadcasting (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 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 (DVB-S2)*

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)*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-705, IEC 60050-712 and IEC 60050-725, apply.

NOTE The most important definitions are repeated below.

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

3.1.2

antenna

part of a radio transmitting or receiving system which is designed to provide the required coupling between a transmitter or 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 should be specified.

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

[SOURCE: IEC 60050-712:1992, 712-01-01, modified – The term feeder line instead of feed line has been used in note 2.]

3.1.3

attenuation

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

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

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

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 standard, 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.

3.1.7

carrier-to-intermodulation ratio

C/I

difference between the carrier level at a specified point in a piece of equipment or a system and the level of a specified intermodulation product or combination of products

Note 1 to entry: The difference is given in decibels.

3.1.8

carrier-to-noise ratio

C/N

difference between the vision or sound carrier level at a given point in a piece of equipment or a system and the noise level at that point (measured within a bandwidth appropriate to the television or radio system in use)

Note 1 to entry: The difference is given in decibels.

3.1.9

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.

3.1.10

cross-modulation

undesired modulation of the carrier of a desired signal by the modulation of another signal as a result of equipment or system non-linearities

3.1.11

decibel ratio

ten times the logarithm to 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: May also be expressed in terms of voltages.

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

3.1.12

designed receiving antenna

antenna that has the gain, the directivity and the polarization for receiving the wanted signal at the headend site with the required performance

3.1.13

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

3.1.14

DOCSIS

Euro-DOCSIS

standards defining interface specifications for cable modems and cable modem termination systems for high-speed data communication over RF cable networks

3.1.15

dwelling unit

DU

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

3.1.16

echo rating

E

result of a system test with a $2T$ sine-squared pulse using the boundary line on a specified graticule within which all parts of the received pulse fall

EXAMPLE See Figure 25 of IEC 60728-1:2014.

Note 1 to entry: Echo rating is determined in ITU-T Recommendation J.61 and ITU-T Recommendation J.63.

Note 2 to entry: The object of the graticule design is to ensure that the subjective effect of an echo of rating E % is the same as that of a single echo, with displacement greater than $12T$, of $(E/2)$ % relative to the peak amplitude of the test pulse.

3.1.17

extended satellite television distribution network or system

distribution network or system designed to provide sound and television signals received by 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 WiFi) in the return path direction.

3.1.18

extended terrestrial television distribution network or system

distribution network or system designed to provide sound and television signals received by terrestrial receiving antennas 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 WiFi) in the return path direction.

3.1.19

feeder

transmission path forming part of a cable network

Note 1 to entry: Such a path may 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.

3.1.20

gain

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

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

3.1.21

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 may, for example, comprise antenna amplifiers, frequency converters, combiners, separators and generators.

3.1.22

headend for individual reception

headend supplying an individual household

Note 1 to entry: This type of installation may include one or more system outlets.

3.1.23

headend input

interface of the headend where the signals received by antennas or individual feeder lines are applied for signal processing

3.1.24

home cable link

HCL

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

3.1.25

home distributor

HD

distributor within a home where cables terminate

3.1.26

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, and 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 may comprise active equipment, passive equipment, cables and connectors.

3.1.27**home network interface****HNI**

interface for access to the network for transmission of television signals, 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 may coincide with the system outlet. In this case the performance requirements for a system outlet apply.

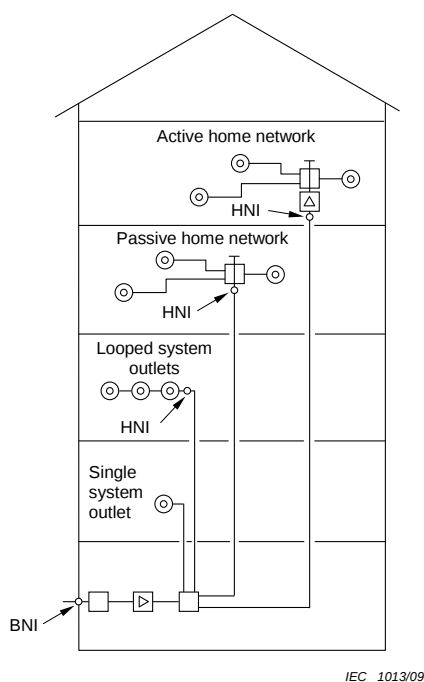


Figure 2 – Examples of location of HNI for various home network types

3.1.28**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 can also carry control signals for satellite switched systems or other signals for special transmission systems (e.g. MoCA or WiFi) in the return path direction.

3.1.29**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 can also carry other signals for special transmission systems (e.g. MoCA or WiFi) in the return path direction.

3.1.30**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

3.1.31

isolation

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

3.1.32

3.1.32.1

level

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

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

Note 1 to entry: The ratio is given in decibel (dB).

Note 2 to entry: This may be expressed in decibels (relative to 1 μV in 75 Ω) or more simply in dB(μV) if there is no risk of ambiguity.

3.1.32.2

level

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: The ratio is given in decibel (dB).

Note 2 to entry: This may be expressed in decibels (relative to 1 μV in 75 Ω) or more simply in dB(μV) if there is no risk of ambiguity.

3.1.33

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)

3.1.34

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

3.1.35

MATV headend

headend used in blocks of flats and in built-up sites to feed TV channels and FM radio channels into the house network or the spur network

3.1.36

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 WiFi) in the return path direction.

3.1.37**multi dwelling unit****MDU**

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

3.1.38**multiplex**

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

[SOURCE: IEC 60050-701:1988, 701-03-10, modified – Term and definition have been changed to describe the result of the multiplexing process.]

3.1.39**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

3.1.40**network interface****NI**

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

3.1.41**network termination unit****NTU**

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

3.1.42**permanent link**

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

3.1.43**receiver lead**

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

Note 1 to entry: A receiver lead may include filters and balun transformers in addition to the cable.

3.1.44**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

3.1.45**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 WiFi) in the return path direction

3.1.46**satellite master antenna television system****SMATV**

system 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)

3.1.47 **$S_{D,RF}/N$**

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

3.1.48**single dwelling unit****SDU**

home or office used by a single owner where television signals and sound signals are distributed and with access to interactive services

3.1.49**slope**

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

3.1.50**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 may be used in the reverse direction for combining signal energy.

3.1.51**spur feeder**

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

3.1.52**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 μV_{RMS} across it.

3.1.53**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 may include filters and balun transformers.

3.1.54**subscriber equipment**

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

3.1.55
subscriber tap

device for connecting a subscriber feeder to a spur feeder

3.1.56
system outlet
SO

device for interconnecting a subscriber feeder and a receiver lead

3.1.57
terminal equipment

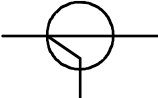
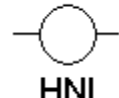
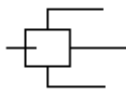
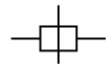
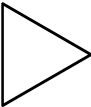
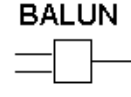
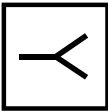
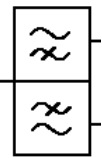
equipment (television receiver, radio receiver, set-top box, etc.) able to receive the distributed signals or to send (via a cable modem) return signals for interactive services

3.1.58
well-matched

matching condition when the return loss of the equipment complies with the requirements of Table 1 of IEC 60728-3:2010

3.2 Symbols

The following graphical symbols are used in the figures of this standard. 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 Abbreviations

ADSL	Asynchronous Digital Subscriber Line	AM	Amplitude Modulation
APSK	Amplitude and Phase Shift Keying	BCT	Broadcast and Communication Technologies
BER	Bit Error Ratio	BPSK	Binary Phase Shift Keying
BW	Bandwidth	C/I	Carrier-to-Interference ratio
C/N	Carrier-to-Noise ratio (ratio of RF or IF power to noise power)	CATV	Community Antenna Television
CCK	Complementary Code Keying	COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex
DAB	Digital Audio Broadcasting	DFS	Dynamic Frequency Selection
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification	DPC	Dynamic Power Control
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-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	Euro DOCSIS	European Data Over Cable Service Interface Specification
FDM	Frequency Division Multiplex	FFT	Fast Fourier Transformation
FM	Frequency Modulation	HCL	Home Cable Link
HD	Home Distributor	HFC	Hybrid Fibre Coaxial
HN	Home Network	HNI	Home Network Interface
IF	Intermediate Frequency	IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network	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
NTSC	National Television System Committee	NTU	Network Termination Unit
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex	PAL	Phase Alternation Line

PC	Personal Computer	PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
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
SECAM	Séquentiel Couleur À Mémoire	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	VSB	Vestigial Side Band
WLAN	Wireless Local Area Network	WiFi	Wireless Fidelity

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 60728-1 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 analogue and/or digitally modulated carriers are indicated in Table 1 with reference to the relevant clauses of IEC 60728-1:2014.

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 60728-1:2014, Clause 5 and the requirements at the HNI are given in IEC 60728-1:2014, Clause 7. In Clause 5 of this standard gives additional requirements.

This standard 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 standard 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.

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) the accumulation of degradations should not exceed the figures given below.

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.

Table 1 – Methods of measurement of IEC 60728-1:2014 applicable to the home network

Methods of measurement Subclause reference of IEC 60728-1:2014	Modulation of carriers									
	Analogue					Digital				
	Television				Radio FM	Television				
	Vision carrier AM-VSB			Vision and sound carriers	TV sound carrier	Vision and sound DVB			Sound	Radio
	NTSC	PAL	SECAM	FM	FM/AM	PSK, APSK	QAM	OFDM	NICAM	DAB
4.2 Mutual isolation between system outlets	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4.3 Amplitude response within a channel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4.4 Chrominance luminance gain and delay inequalities		X	X							
4.5 Non-linear distortion	X	X	X	X	X		X			
4.6 Carrier-to-noise ratio	X	X	X	X	X					
4.7 Echoes	X	X	X							
4.8 AM-VSB television, FM radio and FM television signal level	X	X	X	X	X					
4.9 Data echo rating and data delay inequality	X	X	X							
4.10 Interference in FM sound channels					X					
4.11 Methods of measurement for digitally modulated signals						X	X	X		X
NOTE For non linearity (intermodulation) measurements of equipment used in the home network the reference method is described in IEC 60728-3:2010.										

5 Performance requirements of the home network

5.1 General

This clause defines the performance limits measured at system outlets or terminal inputs for an unimpaired (ideal) test signal applied at the HNI. In normal operating conditions for any analogue channel, the cumulative effect of the impairment of any single parameter at the HNI and that due to the home network will produce picture and sound signals not worse than Grade four on the five-grade impairment scale contained in ITU-R Recommendation BT.500 as given below:

5 – imperceptible;

4 – perceptible but not annoying;

- 3 – slightly annoying;
- 2 – annoying;
- 1 – very annoying.

The system parameters specified are mainly related to analogue frequency division multiplexed (FDM) signals. When different techniques are used, the overall quality requirements should be met.

The performance limits set out in this clause apply when the methods of measurement given in Clause 4 are employed, and, where appropriate, in the presence of all the signals for which the system was designed. The performance limits shall be met for those specified conditions of temperature, humidity, mains supply voltage and frequency, which apply to the location in which the home network is situated.

If a higher grade than 4 is desired at system outlet, the figures quoted in Clause 5 of IEC 60728-1:2014 should be modified accordingly. For instance, for grade 4,5, the figures quoted in 5.8 and 5.9 of IEC 60728-1:2014 shall be increased by 3 dB. The echo rating in 5.10.2 of IEC 60728-1:2014 shall be reduced to 3 %.

NOTE 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.

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

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

EXAMPLE: The carrier-to-noise ratio measured at the system outlet in operation is lower than the values given at the HNI in Clause 7 of IEC 60728-1:2014. That is, for DVB-S or DVB-S2 the carrier to noise ratio will be impaired by up to 1 dB in respect to the HNI values given in Clause 7 of IEC 60728-1:2014.

5.2 Impedance

The nominal impedance of the home network shall be 75 Ω when coaxial cables are used or 100 Ω when twisted pair cables are used. It should be noted that the value of 75 Ω 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 3.1.74 and 3.1.99 of IEC 60728-1:2014).

5.3.2 Signal level

The signal levels are those given in IEC 60728-1:2014 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 Table 45 of IEC 60728-1:2014).

5.3.3 Other parameters

The performance requirements given in IEC 60728-1:2014 at the system outlet remain unchanged at the terminal input.

5.4 Performance requirements at system outlets

5.4.1 Minimum and maximum carrier levels

The minimum and maximum carrier levels given in 5.4.1 of IEC 60728-1:2014 apply.

When balanced cables are used in the home network, the minimum signal levels at the system outlet are increased by 1 dB (see Table 45 of IEC 60728-1:2014).

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 5.5.1 of IEC 60728-1:2014.

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 may also be necessary to fulfil the requirements of 5.5.1 of IEC 60728-1:2014 for one household, if special conditions require it (e.g. if several analogue 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 (analogue or digital: 64 QAM) output shall comply with 5.5.3 of IEC 60728-1:2014.

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

The requirements given in 5.7 of IEC 60728-1:2014 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 carrier levels at HNI1

The minimum and maximum signal levels at HNI1 shall not exceed those given in 7.2.2 of IEC 60728-1:2014.

5.5.2 Minimum and maximum carrier levels at HNI2 and HNI3

The minimum and maximum signal levels at HNI2 and HNI3 shall not exceed those given in 7.3.2 of IEC 60728-1:2014.

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

The differences of carrier 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.

NOTE 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 5.6 of IEC 60728-1:2014 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 dB/MHz
AM-VSB television	7 or 8	0,5	0,2
FM television	27 to 36	1	0,5
QPSK (DVB-S)	37,125	1	0,5
QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK (DVB-S2)	37,125	u.c.	u.c.
TC8PSK (Japan)	34,5	–	–
64 QAM (DVB-C)	8	1 ^a	0,2
64 QAM (Japan)	6	u.c.	u.c.
128 QAM (DVB-C)	8	0,75	u.c.
256 QAM (DVB-C)	8	0,5	u.c.
COFDM (DVB-T, DVB-T2)	8	0,2	0,2
OFDM (Japan)	6	u.c.	u.c.
u.c. = under consideration.			
^a Cable modems require a tighter amplitude response variation of less than 0,5 dB peak-to-peak in a 8 MHz channel bandwidth.			

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
AM-VSB television (PAL) with teletext	0,5 to 4,43	10
AM-VSB television (PAL) without teletext	0,5 to 4,43	10
QPSK	Signal bandwidth (see I.2.3 of IEC 60728-1:2014)	10
OFDM	Signal bandwidth (see I.2.3 of IEC 60728-1:2014)	10
QAM	Signal bandwidth (see I.2.3 of IEC 60728-1:2014)	10

5.8 Random noise produced in the home network

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 carrier-to-noise ratio shall be at least 6 dB or 7 dB higher than the limits given in 5.8 of IEC 60728-1:2014, in order that the contributing impairment produced by the home network is not higher than 1,0 dB in regard to the carrier-to-noise ratio of the complete network.

This implies that the random noise contribution of the active home network shall be such that the C/N measured at any system outlet, with an unimpaired signal at the input of the home network (HNI), is higher than 51 dB ($BW = 5$ MHz) in the VHF/UHF bands (47 MHz to 862 MHz) and higher than 26 dB ($BW = 27$ MHz) in the first IF band (950 MHz to 2 150 MHz).

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

$$NF = (C/N)_{in} - (C/N)_{out} = (L - N_{th}) - (C/N)_{out} \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

where N_{th} is the bandwidth dependent thermal noise voltage in dB(μ V) (e.g. at $T = 25$ °C, N_{th} is 0,9 dB(μ V) for $BW = 4$ MHz, 1,9 dB(μ V) for $BW = 5$ MHz, 9,2 dB(μ V) for $BW = 27$ MHz).

When the (worst case) signal level at HNI2 is $L = 63$ dB(μ V) (VHF/UHF bands, AM-VSB PAL) or $L = 48$ dB(μ V) (first IF band) the NF of the amplifier must not exceed 10,1 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.

This subclause 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 that the contributing impairment produced by the home network is not higher than 2 dB with regard to the carrier-to-intermodulation ratio of the complete network.

This implies that the intermodulation contribution of the active coaxial home network shall be such that the carrier-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 according to the multicarrier measuring method described in IEC 60728-3:2010.

NOTE 1 If the carrier-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 7.3 of IEC 60728-1:2014 can be decreased by 1 dB.

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

NOTE 3 Because intermodulation products between multiple, closely spaced, digital TV channels are similar to random noise, this intermodulation is taken into account in the carrier-to-noise measurements.

NOTE 4 The maximum output level of the amplifier may need to be adjusted 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 5.8 of IEC 60728-1:2014, so that the contribution of the impairment produced by the home network is not greater than 1 dB.

5.9.4 Crossmodulation

Under consideration.

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 following main specifications.

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 5.3.2, 5.4.1 and Table 4 and Table 5 of IEC 60728-1:2014;
- maximum signal level differences allowed in the frequency range of interest, as indicated in 5.4.2 and in Table 6 of IEC 60728-1:2014 (e.g. 12 dB in the frequency range 47 MHz to 862 MHz for PAL, SECAM);
- when balanced cables are used in the home network, the minimum signal levels are increased by 1 dB (see Table 45 of IEC 60728-1:2014).

6.2.3 Home network interface (HNI) specifications

The following subclauses and tables apply:

- minimum and maximum signal levels at HNI1, as indicated in 7.2.2.1 and in Table 31 and Table 32 of IEC 60728-1:2014;

- minimum and maximum signal levels at HNI2 and HNI3, as indicated in 7.3.2.1 and in Table 37 and Table 38 of IEC 60728-1:2014;
- maximum signal level differences allowed in the frequency range of interest, as indicated in 7.2.2.2 and in Table 33 of IEC 60728-1:2014 for HNI1, in 7.3.2.2 and in Table 39 of IEC 60728-1:2014 for HNI2 and HNI3 (e.g. 7 dB in the frequency range 47 MHz to 862 MHz for PAL, SECAM).

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 following requirements for the home network shall be taken into account.

NOTE The slope sign is considered:

- negative when the attenuation increases with frequency (cables) or the gain (amplifiers) decreases with frequency;
- 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 of standards) 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 home network slope.

- The HNI1 interface level specification is up to 18 dB higher than the minimum system outlet specification (e.g. 78 dB(μ V) for the analogue channels case with 60 dB(μ V) 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). However, 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 have to be fulfilled:

- in coaxial cabling systems preference should be given to the interconnect model that avoids too many connections in series which may badly affect the signal quality;
- jumpers and patch cords shall be avoided, by a direct connection of permanent link cables to the equipment;

As an installation rule half a meter of cable should be left hanging from the wall.

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

The following subclauses 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

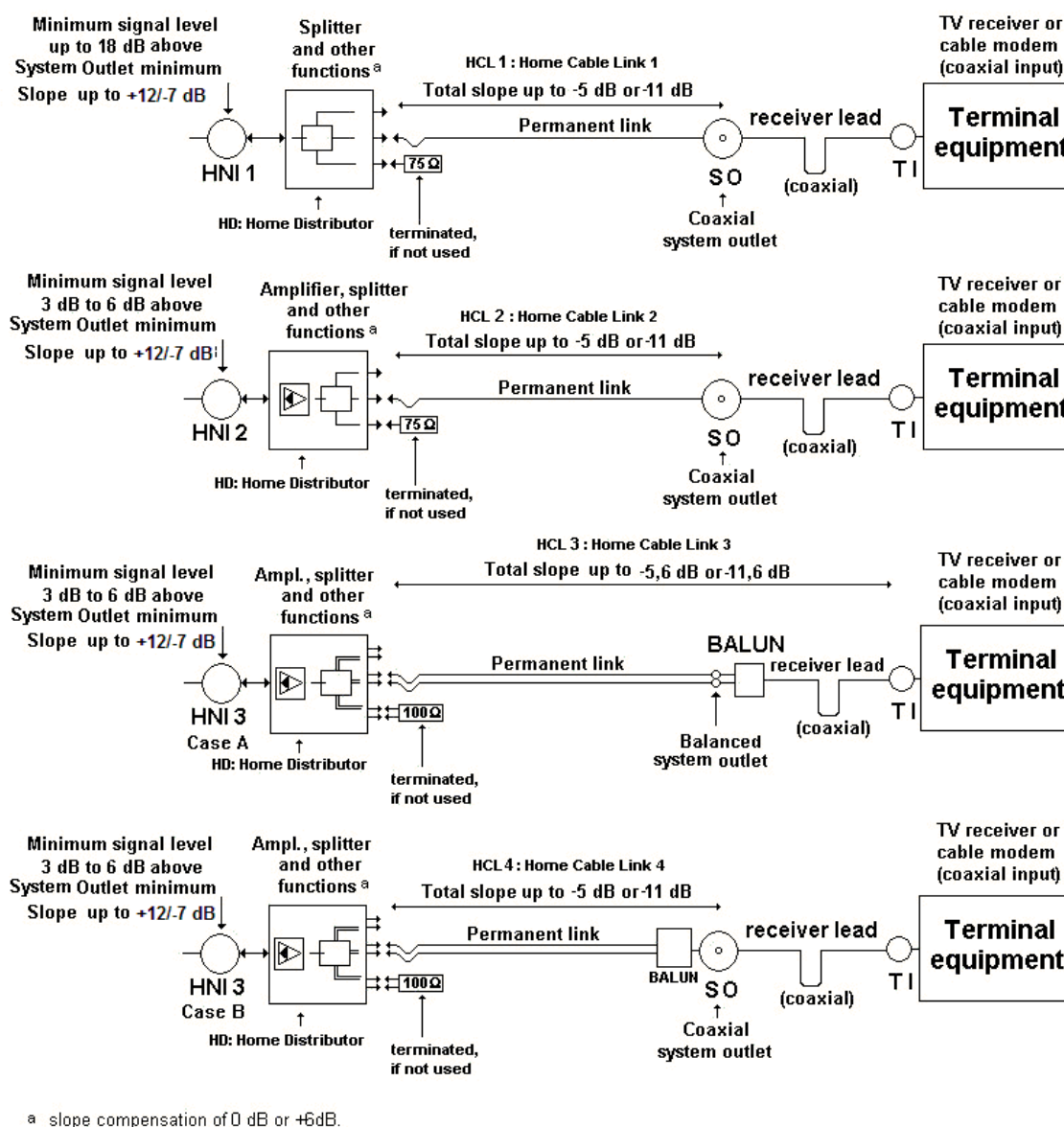
This subclause shows some basic design considerations for home networks based upon coaxial cabling and/or balanced cabling or other types of links used inside an apartment for carrying BCT signals provided by a CATV, MATV or SMATV cable network.

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 half a meter of cable left hanging from the wall, in order to allow direct connection to the equipment without jumpers or patch cords.



IEC 2524/09

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 (7.2 and 7.3 of IEC 60728-1:2014) 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 the following formulae (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/100 m 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 given values in Equation (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 according to the IEC 60966 series, but without jumpers or patch cords at the equipment, as stated in 6.3, is given by the following formula:

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

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 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 that the following characteristics are known:

- 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.

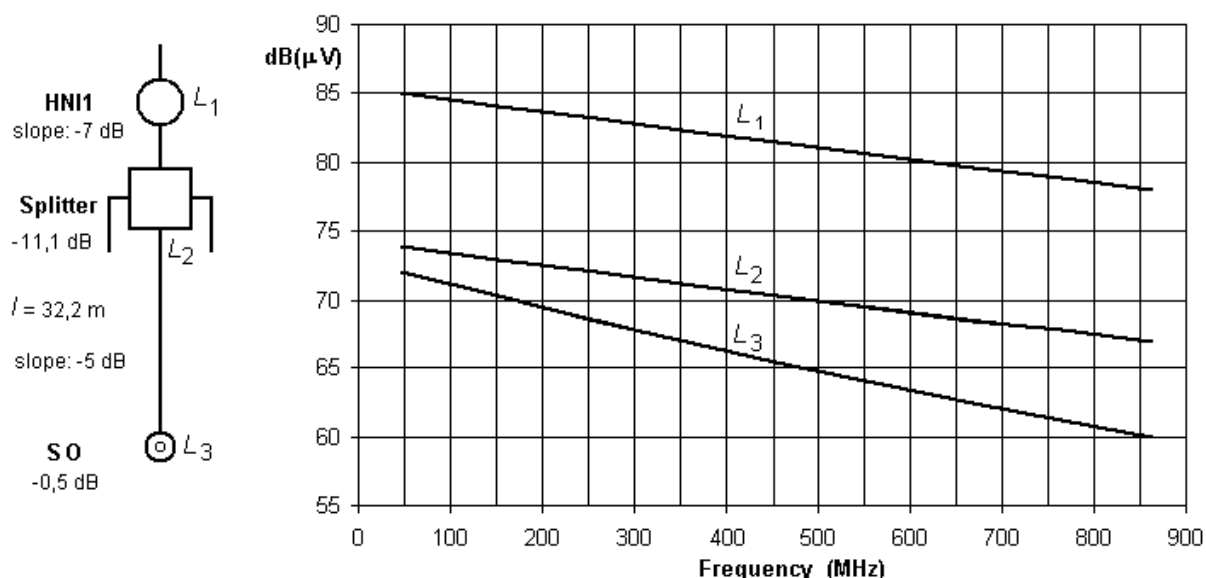
Assuming at the HNI1

- a slope of –7 dB (worst case),
- a signal level of 78 dB(μV) (+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 11,1 dB, as also indicated in Table 5.

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, according to the slope of –7 dB (worst case) and the signal level of 78 dB(μ V) at 862 MHz.

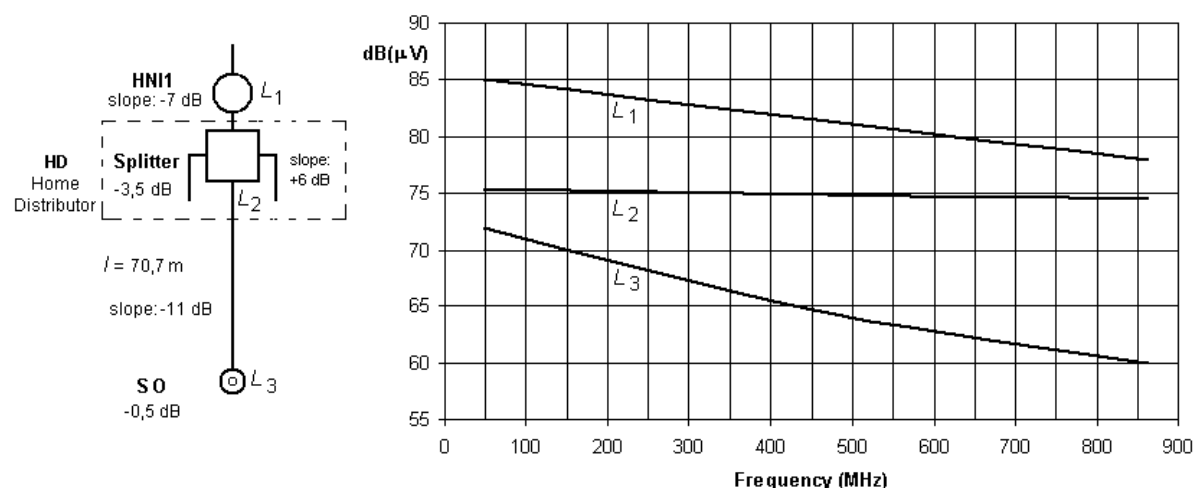


This diagram shows the signal levels at HNI1 (L_1), splitter output (L_2) and SO (L_3), assuming that the level delivered at HNI1 is +18 dB over the SO minimum at 862 MHz and the splitter has flat response over the frequency range.

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 6.

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 that the following characteristics are known:

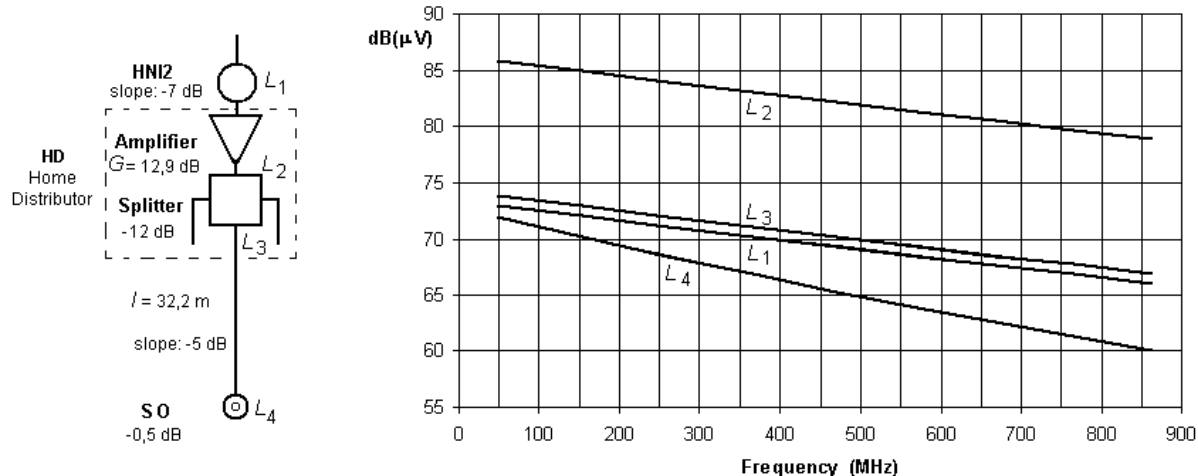
- the signal levels and slope at the home network interface (HNI2);
- the gain of the amplifier and splitter attenuation due to the number of system outlets (SO) served, taking into account the mutual isolation required;
- the length of coaxial cables from the home distributor (HD) to the SO;
- the system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

Assuming at the HNI2

- a slope of -7 dB (worst case),
- a signal level of 66 dB(μ V) (+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 does not 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.

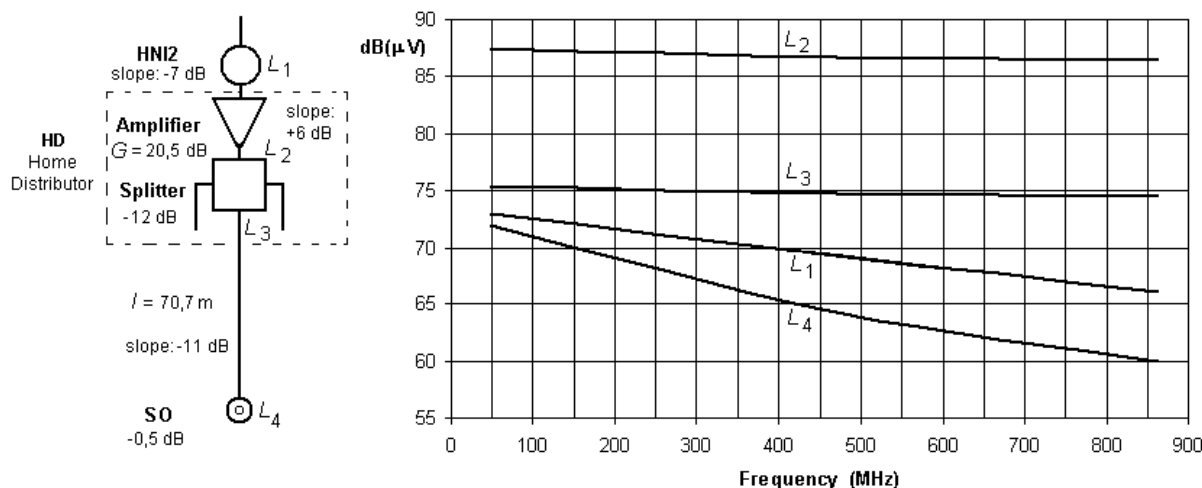


The diagram shows the signal levels at HNI2 (L_1), amplifier output (L_2), splitter output (L_3) and SO (L_4), assuming that the level delivered at HNI2 is +6 dB over the SO minimum at 862 MHz, the amplifier and the splitter have a flat response over the frequency range.

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 that 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)

Table 4 – Example of home network implementation with coaxial cabling (passive)
from HNI1 to system outlet

HNI1 Signal level above system outlet minimum dB ^b	Splitter slope dB	Home distribution splitter attenuation dB	Maximum permanent link length <i>L_{PL}</i> m	System outlet loss dB	Home cable link 1 (HCL1) insertion loss ^a dB					HCL1 Slope ^a 47 MHz to 862 MHz dB	HCL1 Slope ^a 950 MHz to 2 150 MHz dB
					47 MHz	470 MHz	862 MHz	950 MHz	2 150 MHz		
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 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(μV) for the Band I channels to meet the minimum level requirements, which are 60 dB(μV) (47 MHz at system outlet) +1,9 dB (permanent link) +11,1 dB (splitter) +7 dB (HNI1 positive slope) = 80 dB(μV)											

Table 5 – Example of home network implementation with coaxial cabling (active)
from HNI2 to system outlet

HNI2 Signal level above system outlet minimum dB	Amplifier gain dB	Amplifier or splitter slope dB	Home distribution splitter attenuation dB	Maximum permanent link length <i>L_{PL}</i> m	System outlet loss dB	Home cable link 2 (HCL2) insertion loss ^a dB					HCL2 Slope ^a 47 MHz to 862 MHz dB	HCL2 Slope ^a 950 MHz to 2 150 MHz dB
						47 MHz	470 MHz	862 MHz	950 MHz	2 150 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 Permanent link plus system outlet.												

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

The HNI3 specifications (7.4 of IEC 60728-1:2014) are related to a home network with balanced pair cables, having a total length L_{PL} (permanent link length) which may 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) including a balun.

The receiver lead is assumed to comply with the specification given in 5.3.1. 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 the following formulae (the balanced cable model corresponds to a specific attenuation of about 62 dB/100 m at 1 GHz):

$$a_{HCL3A} = [L_{PL}/100] (1,645 \sqrt{f} + 0,01 f + 0,25/\sqrt{f}) + (0,04 \sqrt{f}) + a_{BO} + a_{BAL} + (0,08 + 0,4 L_{RL} (f/1\,000)^{1/2}) \text{ [dB]} \quad (4)$$

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: $0,08 + 0,4 L_{RL} (f/1\,000)^{1/2}$ 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 Table 45 of IEC 60728-1:2014 (i.e. at least 60 dB(μV) in this HNI3 case A).

NOTE 1 The 1 dB increase of minimum signal level at terminal input with respect to the all coaxial cases 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 the following formula (the balanced cable model corresponds to a specific attenuation of about 62 dB/100 m 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 Table 45 of IEC 60728-1:2014 (i.e. at least 61 dB(μ V) in this HNI3 case B).

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 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 the HN with balanced cables (case B).

NOTE For 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 that the following characteristics are known:

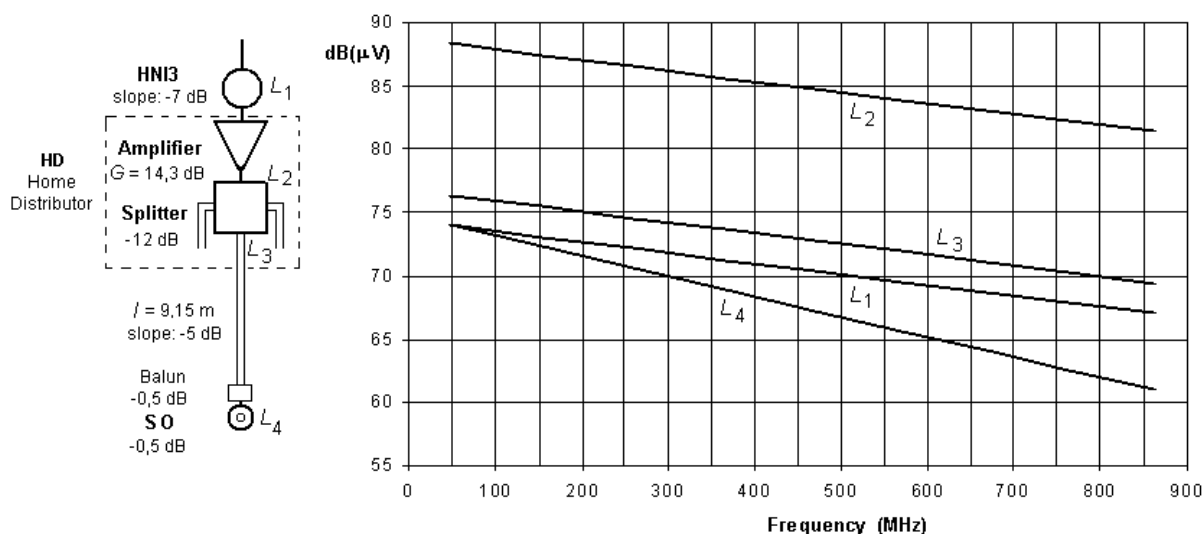
- the signal levels and slope at the home network interface (HNI3);
- the gain of the amplifier and splitter attenuation due to the number of system outlets (SO) served, taking into account the mutual isolation required;
- the length of balanced pair cables from the home distributor (HD) to the SO;
-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

Assuming at the HNI3

- a slope of -7 dB (worst case),
- a signal level of 66 dB(μ V) (+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.

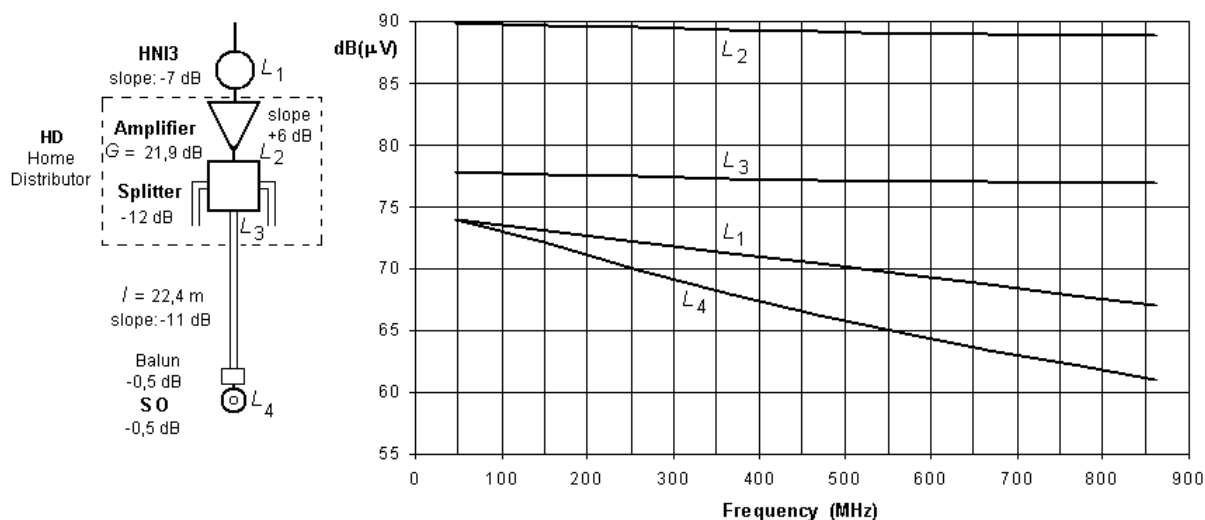


The diagram shows the signal levels at HNI3 (L_1), amplifier output (L_2), splitter output (L_3) and SO (L_4), assuming that the level delivered at HNI3 is +6 dB over the SO minimum at 862 MHz, and that the amplifier and/or the splitter have a flat response over the frequency range.

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, 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 dB	Minimum amplifier gain dB	Amplifier or splitter slope dB	Home distribution splitter attenuation dB	Permanent link length L _{PL} m	Receiver lead length L _{RL} m	System outlet and baluns loss b dB	Home cable link 3 (HCL3) insertion loss dB			HCL3 slope 47 MHz to 862 MHz dB
							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 tunable attenuation may 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 60 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 tunable attenuation may 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 61 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 way), if the permanent link has a maximum length of 32 m. If one output of the splitter has a slope compensating response of +6 dB, with a 862 MHz attenuation of only about 3,5 dB, as for 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 78 dB(μ V) at 862 MHz (or 80 dB(μ V) in the rare case of a +7 dB slope, where the 47 MHz carrier 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 the balanced cable cases.
- 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) may 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 on the two-way home amplifier 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. 78 dB(μV) to 80 dB(μV) 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 may be the most convenient or most comfortable design for the habitants of 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

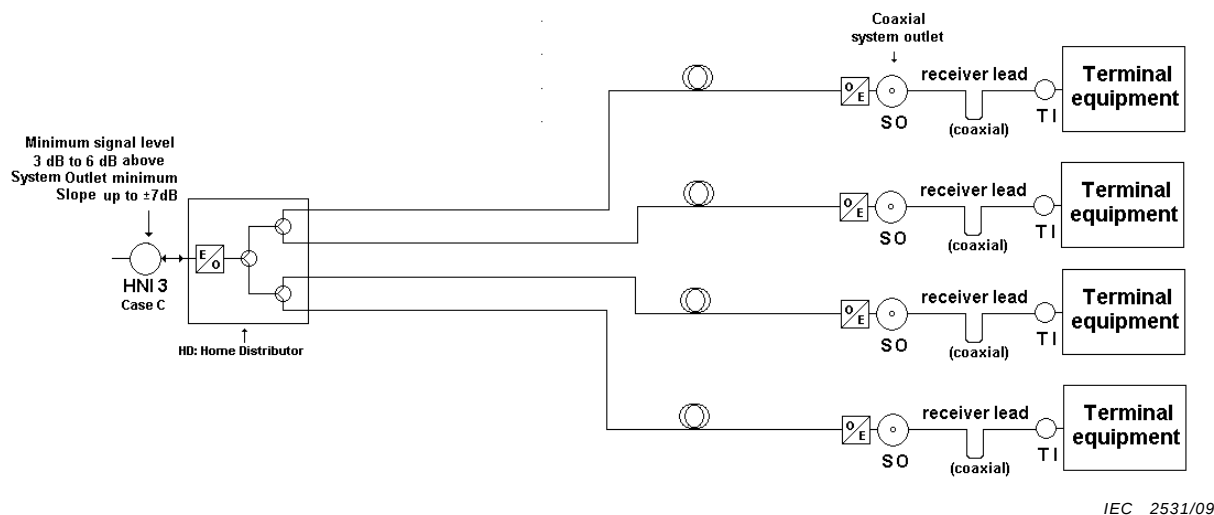
Under consideration.

6.5 Different home network types (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 (7.3 of IEC 60728-1:2014) with respect to the electrical signal level and to the other quality parameters (carrier level differences, frequency response, random noise, interference to television channels, etc.), also apply to HNI3, case C.

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



IEC 2531/09

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).

The electrical signal level and quality delivered at each system outlet shall comply with the requirements indicated in IEC 60728-1. 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 a 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 HNI2 (7.4 of IEC 60728-1:2014) with respect to the electrical signal level and the other quality parameters (carrier level differences, frequency response, random noise, interference to television channels, etc.), apply also to 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, flat screen TV sets, etc. But for these applications the installation of a Cat5/Cat6/Cat7 in-home network for twisted pair Ethernet has some practical drawbacks.

For this reason, radio networking using the IEEE 802.11 equipment (WLAN) has become very popular, with PCMCIA adapters on portable computers or installed inside, with WLAN hubs connected to or built in cable modems or ADSL modems.

The use of the IEEE 802.11 standard 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 to a few Mbit/s, suitable for data transmission and Internet access, but not for audio and video services that require a throughput of at least 10 Mbit/s.

The objective of the extension of the domestic coaxial cabling to 6 GHz 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 IEEE 802.11a/e standard (up to 54 Mbit/s) for carriage of digital audio, video and data (or sound and television signals and their associated data services), and providing service to IEEE 802.11b/g personal, portable and domestic appliances.

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 this 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 microwave radiators located in selected rooms. In this case the link is in part over the coaxial network (the first twenty to thirty meters) and in part over the air (the last five meters) and possibly with a line of sight between the radiator and the portable IEEE 802.11 enabled appliance, connected to or included in the terminal equipment.

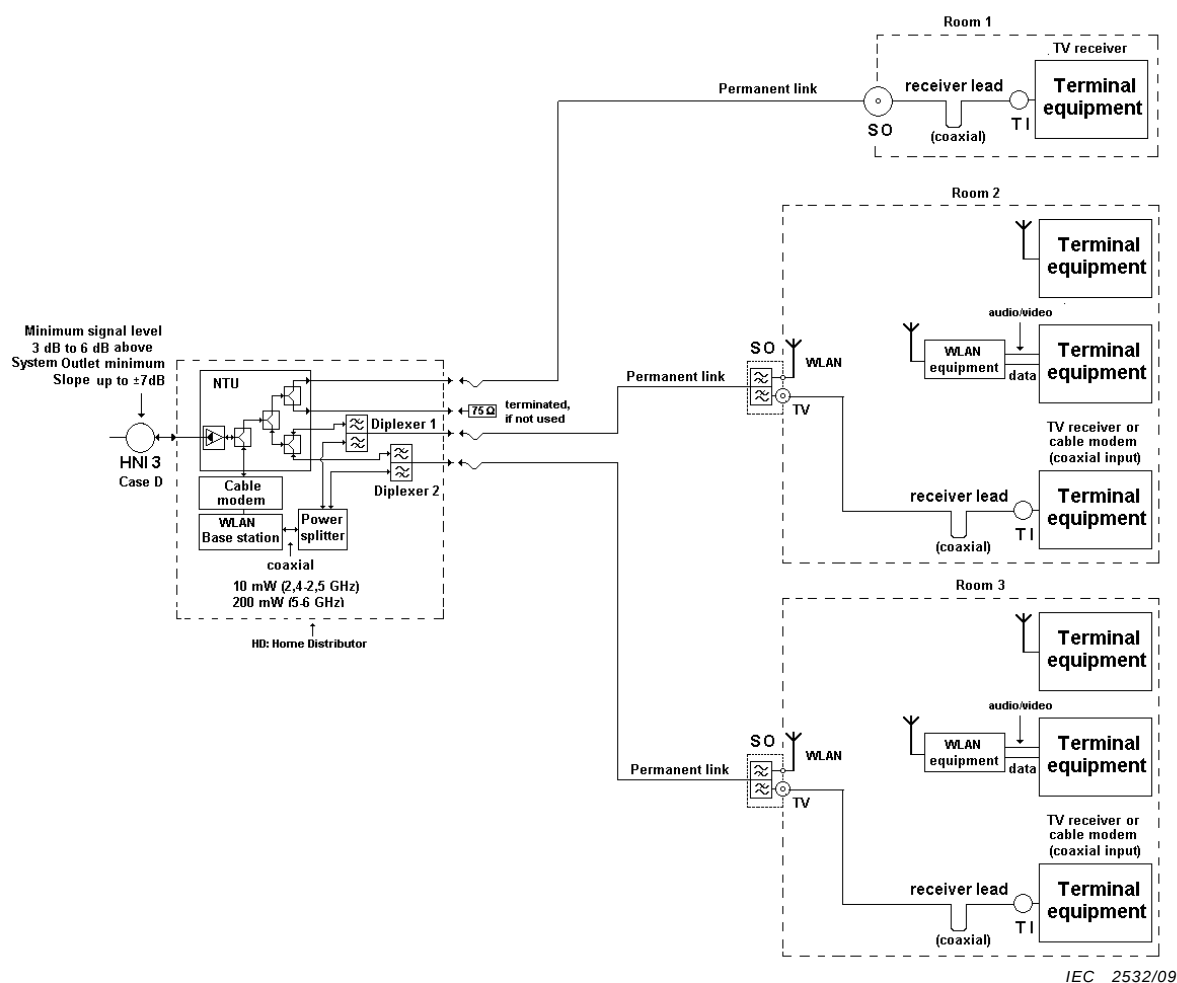


Figure 11 – Example of a home network using cable connection and cable/wireless connection

6.6.3 Applications of IEEE 802.11 (WLAN)

As there are only three non-interfering channels available in the 2 400 MHz to 2 483 MHz unlicensed band, the last Conférence Mondiale des Radiocommunications (2003) has allocated most of the 5 GHz to 6 GHz band to such unlicensed services with some requirements to limit possible impairments to radar reception, or to satellite reception.

The IEEE 802.11a/e 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 neighbors or from roaming users is much less likely than with the 3 channels of the IEEE 802.11b/g. A stable high bit rate error-free channel is required to carry live TV in the 2 Mbit/s to 10 Mbit/s range. However, 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 like portable recorders or telephone sets may, 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 world-wide IP based roaming capability.

Some improvement in the quality of the coverage could be achieved by the introduction of MIMO on bases and clients (IEEE 802.11n) (see Annex C).

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

The EIRP limit in the 2,4 GHz to 2,5 GHz band is limited to 100 mW and in the 5 GHz to 6 GHz band is limited to 1 000 mW indoor in most European countries, and sometimes 10 mW outdoor or even indoor. The limits recommended in the CEPT 70-03 are indicated in Table 8.

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

Table 8 – Maximum EIRP according to CEPT ERC 70-03

Frequency band MHz	EIRP mW	Other conditions
2 400 to 2 454	100	Harmonized
2 400 to 2 483	100	Indoor
	10	Outdoor; national limits may apply
5 150 to 5 250	200	Indoor only
5 250 to 5 350	200	Indoor only; DFS and TPC
5 470 to 5 725	1 000	Indoor and outdoor; transmitter power <250 mW
5 725 to 5 875	25	National limits may 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 a reference to the IEEE 802.11 standard 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 pilots), 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 Mbits/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.

Table 9 – Available throughput of the WLAN signal

WLAN signal IEEE standard	Number of channels maximum	Modulation	Nominal Mbit/s	TCP Mbit/s	UDP Mbit/s
802.11 b	3	CCK	11	5,9	7,1
802.11 b/g	3	CCK, OFDM	54	11,4	11,5
802.11 a	19	OFDM	54	24,4	30,5
802.11 n	–	DSSS, OFDM	<200	–	–

The values indicated in Table 9 are significantly degraded when the line of sight is no longer available and show a cut off 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

The minimum and maximum signal levels at the TV system outlet should comply with the requirements indicated in 5.4 of IEC 60728-1:2014.

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 dynamic power control (DPC) 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. The maximum radiated power (EIRP) shall be in accordance with national or CEPT European regulations.

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 60728-1:2014.

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 obtained by a cascade of 3 dB couplers to provide a room to room direct connectivity. An example of such a coupler is indicated in Figure 12 where a tandem interconnection of two 8,34 dB symmetric tapered line couplers is used.

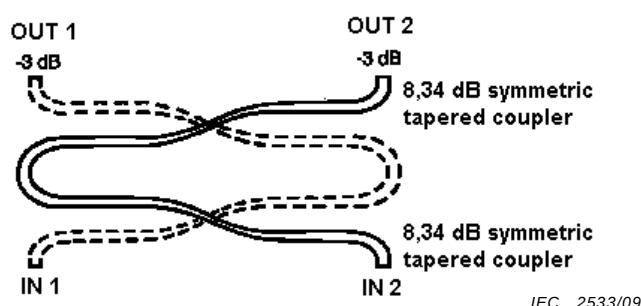


Figure 12 – Example of a coupler (tandem coupler) to insert WLAN signals into the home distribution network

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.

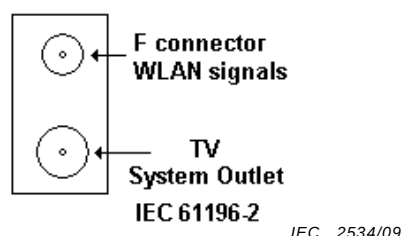


Figure 13 – Example of system outlet for coaxial TV connector and WLAN antenna

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 75Ω 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 radiator. 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 radiator (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 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.

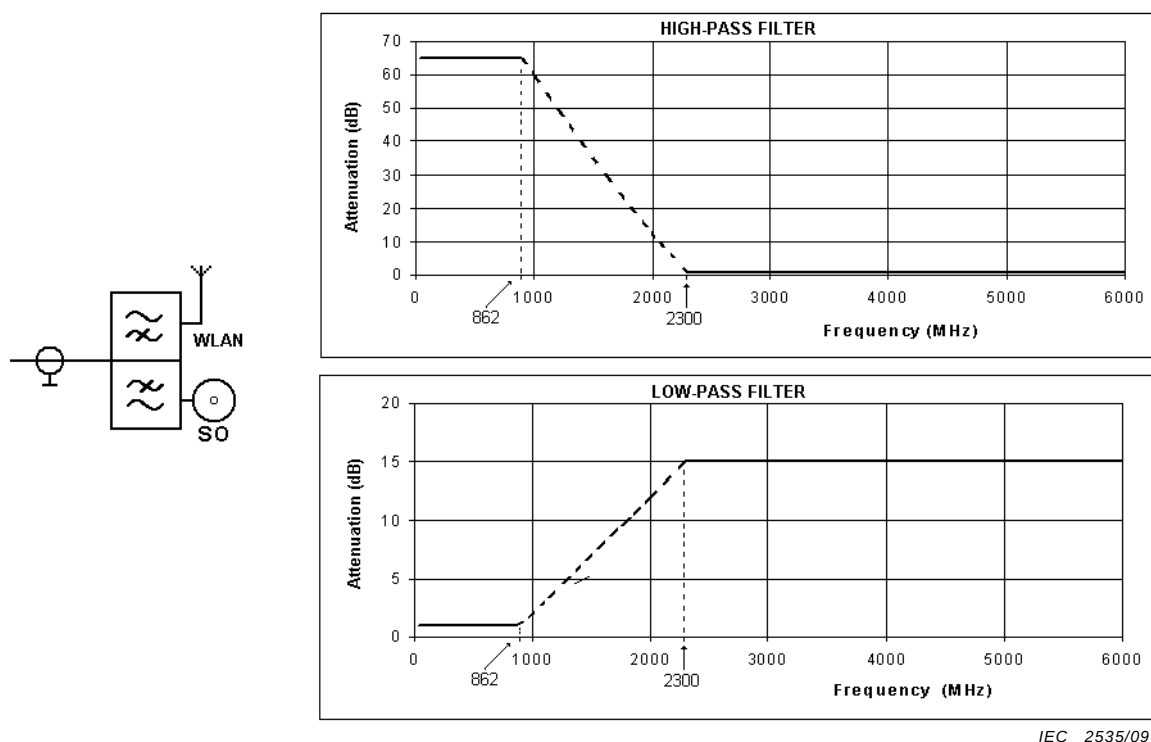


Figure 14 – Assumed properties of the filters in the system outlet

The following examples of WLAN connection to the home network are considered. These examples relate to the link between reference points (RP) indicated in Figure 15.

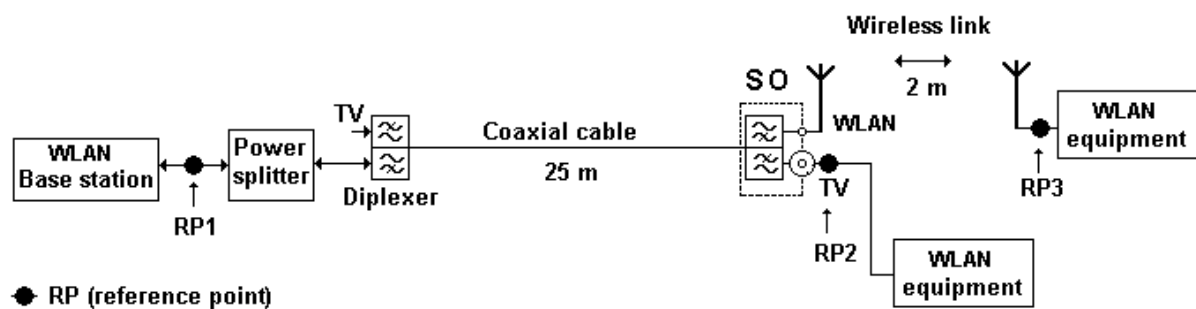


Figure 15 – Reference points for the examples of calculation of link loss or link budget

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 power splitter of the “WLAN base station”, as indicated in Table 11, for both 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
<i>Total loss</i>	<i>34,1 dB</i>	<i>40,5 dB</i>

6.6.11.3 Direct connection between two system outlets (TV outlets)

This example considers two WLAN pieces of 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 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
<i>Base station received power</i>	<i>-24,1 dB (mW)</i>	<i>-17,5 dB(mW)</i>
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
<i>WLAN equipment received power</i>	<i>-24,1 dB (mW)</i>	<i>-17,5 dB(mW)</i>
^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 2,4 GHz to 2,5 GHz and 5 GHz to 6 GHz frequency bands.

Table 13 – Link budget between a 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
<i>Base station received power</i>	<i>-60,5 dB (mW)</i>	<i>-64,3 dB(mW)</i>
^a 1 W can be used in a restricted part of the band.		

6.6.11.5 Wireless connection between two pieces of WLAN equipment

This example considers a connection of two pieces of WLAN equipment operating wireless 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 2,4 GHz to 2,5 GHz and 5 GHz to 6 GHz frequency bands.

Table 14 – Wireless connection between two 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
<i>Base station received power</i>	<i>-60,5 dB (mW)</i>	<i>-64,3 dB(mW)</i>
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
<i>WLAN equipment received power</i>	<i>-60,5 dB(mW)</i>	<i>-64,3 dB(mW)</i>
^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 a piece of 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 wireless. 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 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 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 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
<i>Base station received power</i>	<i>-24,1 dB(mW)</i>	<i>-17,5 dB(mW)</i>
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
<i>WLAN equipment received power</i>	<i>-60,5 dB(mW)</i>	<i>-64,3 dB(mW)</i>
^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 as opposed 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:

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

where

W_R is the received power,

W_T is the transmitter power,

G_T is the transmitting antenna gain,

G_R is the receiving antenna gain,

λ is the wavelength of the radio link,

R is the distance between receiving and transmitting antennae.

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

The wireless link loss (WLL) 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):

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

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

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

More generally, the values of the WLL can be evaluated using the following formulae:

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

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

where R is in meters 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 $WLL = 92,8$ 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 (WLL) at 5 m is:

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

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

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 the losses of WLAN power splitter and diplexer, the maximum value of the cable loss (CL) and antenna gain (G_a) can be evaluated as follows:

$$\begin{aligned} CL + G_a &= 10 - 10 + 85 - 54,3 = 30,7 \text{ dB} && \text{at 6 Mbit/s and 2,483 GHz} \\ CL + G_a &= 10 - 10 + 70 - 54,3 = 15,7 \text{ dB} && \text{at 54 Mbit/s and 2,483 GHz} \\ CL + G_a &= 23 - 10 + 85 - 61,8 = 36,2 \text{ dB} && \text{at 6 Mbit/s and 5,875 GHz} \\ CL + G_a &= 23 - 10 + 70 - 61,8 = 21,2 \text{ dB} && \text{at 54 Mbit/s and 5,875 GHz} \end{aligned}$$

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 radiator to the coaxial system outlet for the terminal TV set shall 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), then the following relation is derived:

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

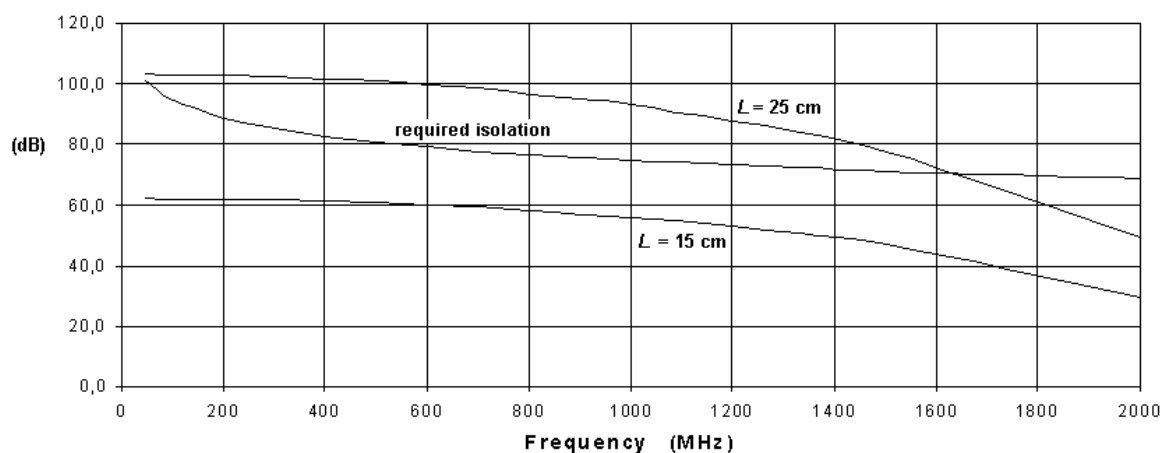
Taking into account that the field has a maximum value of 106 dB(μV/m) and the injected voltage into the coaxial system outlet shall be not higher than 3 dB(μV), the following condition shall be fulfilled, introducing a suitable filter attenuation (F_a):

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

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.



IEC 2537/09

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:

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

where f is the frequency in MHz.

At 600 MHz a $L = 25$ 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 (multi input multi output) techniques have introduced a true innovation in the area of wireless data transmission. Multipath is a common phenomenon in wireless channels, where the signal reflects from walls, furniture, and people. While radio systems according to IEEE 802.11 a, b, g work to overcome the effects of multipath, 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).

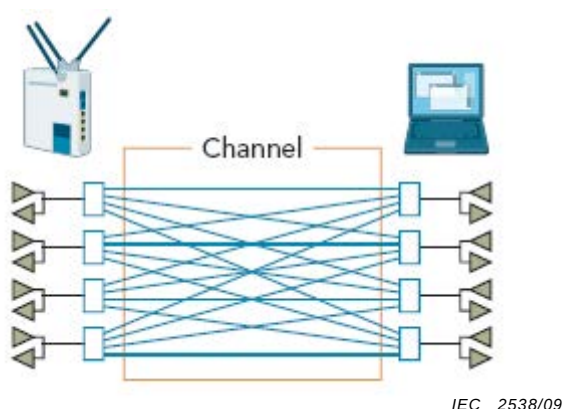


Figure C.1 – Principle of MIMO techniques according to IEEE 802.11n

MIMO according to IEEE 802.11n specifies the 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 may 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 shall 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 _{BPSC(iSS)}	N _{SD}	N _{SP}	N _{CBPS}	N _{DBP}	Data rate Mbit/s	
								800 ns GI ^a	400 ns 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 _{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 _{SS} =1 MCS, N _{ES} = 1. IEEE 802.11n goes on to specify 77 different MCSs for 20 MHz and 40 MHz channels.									
^a Guard Interval (GI) is the time delay used by the receiver to let the reflections in the channel settle before sampling data bits.									

Bibliography

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

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

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*

ISO/IEC 8802-11:2005, *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) specification*

EN 50117 (all parts), *Coaxial cables*

CEPT-ERC *Recommendation 70-03 relating to the use of short range devices (SRD)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	63
INTRODUCTION.....	65
1 Domaine d'application	68
2 Références normatives	68
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	70
3.1 Termes et définitions	70
3.2 Symboles	79
3.3 Abréviations	81
4 Méthodes de mesure pour le réseau domestique	83
5 Exigences relatives aux performances du réseau domestique	85
5.1 Généralités	85
5.2 Impédance	85
5.3 Exigences relatives aux performances au niveau de l'entrée du terminal	86
5.3.1 Généralités	86
5.3.2 Niveau du signal	86
5.3.3 Autres paramètres	86
5.4 Exigences relatives aux performances au niveau des prises d'abonné	86
5.4.1 Niveaux de porteuse minimal et maximal	86
5.4.2 Isolement mutuel entre prises d'abonné	86
5.4.3 Isolement entre prises individuelles dans un même logement	86
5.4.4 Isolement entre voie directe et voie de retour	86
5.4.5 Stabilité à long terme de la fréquence des signaux de porteuse distribués au niveau d'une prise d'abonné	87
5.5 Exigences de performances au niveau de la HNI	87
5.5.1 Niveaux minimal et maximal des porteuses au niveau de HNI1	87
5.5.2 Niveaux minimal et maximal des porteuses au niveau de HNI2 et HNI3	87
5.6 Différences de niveau de porteuse dans le réseau domestique entre HNI et la prise d'abonné	87
5.7 Réponse en fréquence dans un canal TV du réseau domestique.....	87
5.7.1 Généralités	87
5.7.2 Réponse en amplitude	87
5.7.3 Temps de propagation de groupe	88
5.8 Bruit aléatoire généré dans le réseau domestique	88
5.9 Brouillage généré dans les canaux en aval dans un réseau domestique.....	89
5.9.1 Généralités	89
5.9.2 Brouillage d'intermodulation à fréquences multiples.....	89
5.9.3 Bruit d'intermodulation	90
5.9.4 Transmodulation	90
6 Conception et exemples de réseau domestique	90
6.1 Généralités	90
6.2 Considérations de base relatives à la conception	90
6.2.1 Généralités	90
6.2.2 Spécifications relatives à la prise d'abonné (SO) ou à l'entrée du terminal (TI)	90

6.2.3	Spécifications relatives à l'interface de réseau domestique (HNI)	90
6.2.4	Exigences relatives au réseau domestique	91
6.3	Considérations relatives à la mise en œuvre	91
6.4	Réseaux domestiques avec câbles coaxiaux et symétriques	92
6.4.1	Généralités	92
6.4.2	Exemples de réseaux	92
6.4.3	Exemples de calculs	94
6.4.4	Considérations générales	107
6.4.5	Conception du réseau domestique dans un système d'antennes collectives	108
6.4.6	Exemples de voies de retour	108
6.5	Différents types de réseaux domestiques (Cas C HNI3) (réseau optique en fibres de verre ou en fibres plastiques)	108
6.6	Différents types de réseaux domestiques (Cas D HNI3)	109
6.6.1	Généralités	109
6.6.2	Liaisons sans fil au sein du réseau domestique	110
6.6.3	Applications de l'IEEE 802.11 (WLAN)	112
6.6.4	Bandes disponibles de la plage de fréquences comprise entre 2 GHz et 6 GHz	112
6.6.5	Principales caractéristiques d'un signal WLAN	113
6.6.6	Principales caractéristiques des câbles coaxiaux	114
6.6.7	Caractéristiques des signaux WLAN au niveau de la prise d'abonné	114
6.6.8	Caractéristiques des signaux au niveau de la prise d'abonné TV	115
6.6.9	Exemples de diplexeur et de répartiteur de puissance à proximité de la HNI	115
6.6.10	Exemple de prise d'abonné pour connecteur TV coaxial et antenne WLAN	115
6.6.11	Exemples de connexion WLAN dans les réseaux domestiques	116
Annexe A (informative)	Liaisons sans fil par rapport aux liaisons avec fil	123
A.1	Généralités	123
A.2	Liaisons sans fil	123
A.3	Liaisons filaires	124
Annexe B (informative)	Isolement entre l'élément rayonnant et la prise d'abonné	126
Annexe C (informative)	Techniques MIMO décrites dans la norme IEEE 802.11n	128
C.1	Généralités	128
C.2	Techniques MIMO	128
Bibliographie		131
Figure 1	– Exemples de réseaux domestiques RF	67
Figure 2	– Exemples d'emplacement de la HNI pour différents types de réseaux domestiques	75
Figure 3	– Exemples de mise en place de réseau domestique utilisant des câbles coaxiaux ou symétriques	94
Figure 4	– Niveaux de signal en HNI1 (réponse uniforme du répartiteur)	96
Figure 5	– Niveaux de signal à HNI1 (pente de compensation de +6 dB du répartiteur)	97
Figure 6	– Niveaux de signal en HNI2 (L_1) (réponse uniforme du répartiteur/de l'amplificateur)	98

Figure 7 – Niveaux de signal en HNI2 (pente de compensation de +6 dB du répartiteur/de l'amplificateur)	99
Figure 8 – Niveaux de signal en HNI3 (réponse uniforme du répartiteur/de l'amplificateur)	103
Figure 9 – Niveaux de signal en HNI3 (pente de compensation de +6 dB du répartiteur/de l'amplificateur)	104
Figure 10 – Exemple de réseau domestique utilisant des fibres optiques	109
Figure 11 – Exemple de réseau domestique utilisant une connexion avec fil et une connexion sans fil	112
Figure 12 – Exemple de coupleur (coupleur tandem) permettant d'insérer des signaux WLAN dans le réseau domestique de distribution	115
Figure 13 – Exemple de prise d'abonné pour connecteur TV coaxial et antenne WLAN	116
Figure 14 – Propriétés supposées des filtres dans la prise d'abonné	117
Figure 15 – Points de référence pour les exemples de calcul de la perte de liaison ou du bilan de la liaison	118
Figure B.1 – Isolement exigé et affaiblissement du guide d'onde coupé, avec une fréquence coupée de 2 275 MHz et une longueur (L) de 25 cm ou de 15 cm	127
Figure C.1 – Principe des techniques MIMO conformes à l'IEEE 802.11n	128
Tableau 1 – Méthodes de mesure de la CEI 60728-1:2014 applicables au réseau domestique	84
Tableau 2 – Variation de la réponse en amplitude dans le réseau domestique	88
Tableau 3 – Variation du temps de propagation de groupe dans le réseau domestique	88
Tableau 4 – Exemple de mise en place de réseau domestique avec câblage coaxial (passif) entre HNI1 et la prise d'abonné	100
Tableau 5 – Exemple de mise en place d'un réseau domestique avec câblage coaxial (actif) entre HNI2 et la prise d'abonné	100
Tableau 6 – Exemple de mise en place d'un réseau domestique avec une paire de câbles symétriques (active) entre HNI3 et l'entrée coaxiale du terminal (cas A)	105
Tableau 7 – Exemple de mise en place d'un réseau domestique avec une paire de câbles symétriques (actif) entre HNI3 et l'entrée de la prise d'abonné (Cas B)	106
Tableau 8 – Limite de PIRE maximale selon le CEPT ERC 70-03	113
Tableau 9 – Capacité disponible du signal WLAN	114
Tableau 10 – Niveau minimal du signal à la prise d'abonné (antenne WLAN)	114
Tableau 11 – Perte entre la prise d'abonné et la station de base WLAN	118
Tableau 12 – Connexion directe entre deux prises d'abonné (prises TV)	119
Tableau 13 – Bilan de liaison entre un équipement WLAN et la station de base WLAN	120
Tableau 14 – Connexion sans fil entre deux équipements WLAN	121
Tableau 15 – Connexion d'une prise d'abonné jusqu'à un équipement WLAN	122
Tableau A.1 – Distance maximale pour une liaison sans fil (WLAN) dans un espace libre ou à l'intérieur d'un domicile	124
Tableau A.2 – Longueur maximale du câble	125
Tableau C.1 – MCS obligatoires conformément à la norme IEEE 802.11n	130

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX DE DISTRIBUTION PAR CÂBLES POUR SIGNAUX
DE TÉLÉVISION, SIGNAUX DE RADIODIFFUSION SONORE
ET SERVICES INTERACTIFS –****Partie 1-1: Câblage RF pour réseaux domestiques bidirectionnels**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60728-1-1 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 la CEI: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2010, dont elle constitue une révision technique.

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

- mise à jour des exigences de qualité de l'Article 5 afin d'inclure les exigences pour les signaux DVB-T2.

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement à la CEI 60728-1:2014.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
100/2249/FDIS	100/2285/RVD

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

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

Les normes et publications de la série CEI 60728 traitent des réseaux de distribution par câbles, y compris les appareils et méthodes de mesure associées pour la réception en tête de réseau, le traitement et la distribution des signaux de télévision et de radiodiffusion sonore ainsi que pour le traitement, l'interface et la transmission de toutes sortes de signaux de données pour les services interactifs utilisant tout support de transmission approprié. Ces signaux sont généralement transmis dans les réseaux par des techniques de multiplexage fréquentiel.

Cela comprend par exemple

- les réseaux régionaux et locaux de distribution par câbles à large bande,
- les systèmes pour la distribution télévisuelle étendue par satellite et par voie terrestre,
- les systèmes pour la réception télévisuelle individuelle par satellite et par voie terrestre,

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

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

Les travaux de normalisation prennent en compte la coexistence avec les utilisateurs du spectre RF dans les systèmes de transmission avec ou sans fil.

Sont exclus de ces normes tous les terminaux d'abonné (c'est-à-dire les syntoniseurs, les récepteurs, les décodeurs, les terminaux multimédia, etc.) ainsi que tous les câbles coaxiaux, symétriques et optiques et leurs accessoires.

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 la CEI 60728 traite des exigences et des lignes directrices pour la mise en œuvre d'un réseau domestique qui peut être réalisé à partir de différentes techniques. Les différents types de réseaux domestiques (HN) possibles sont les suivants:

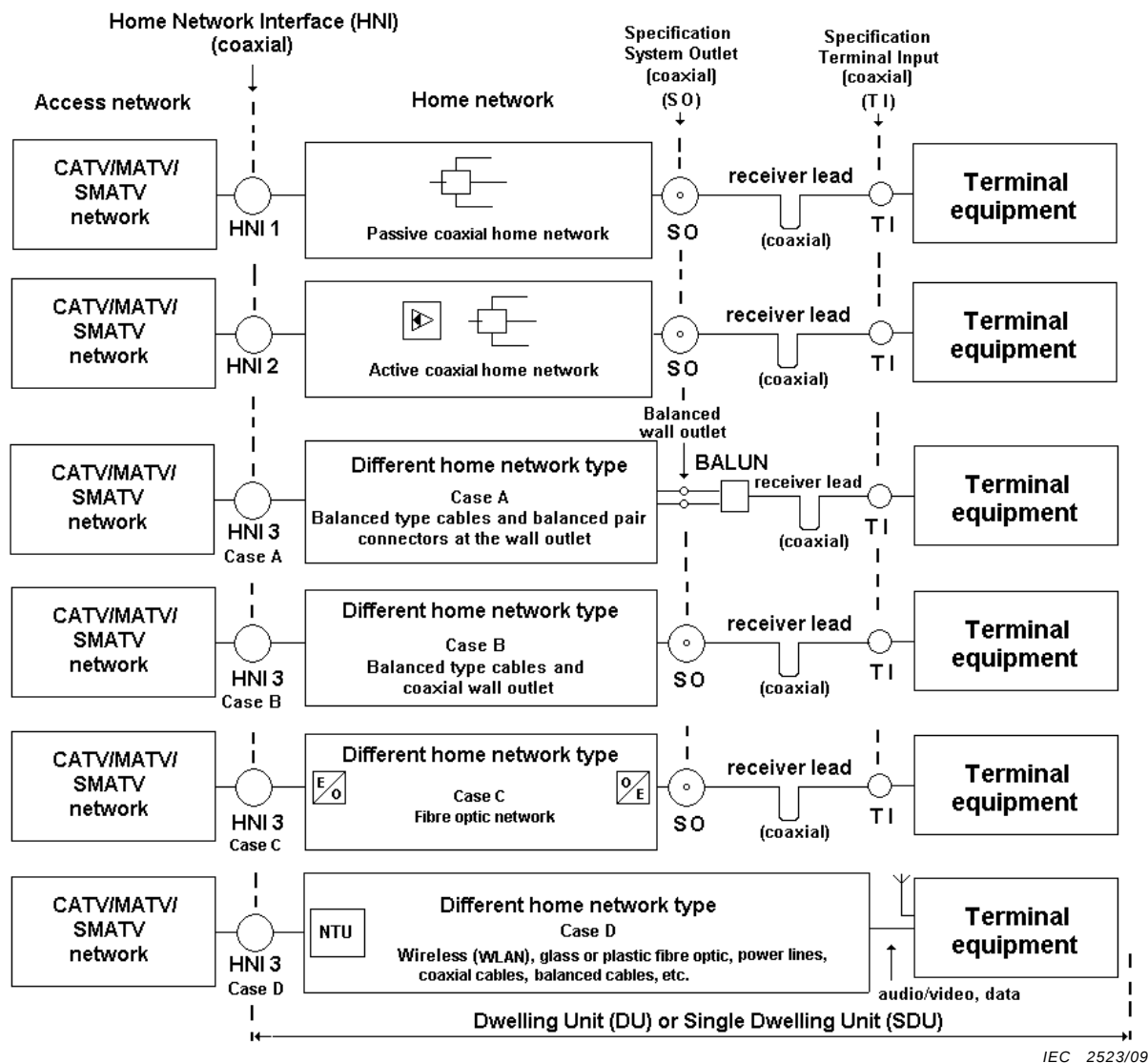
- réseau domestique coaxial passif;
- réseau domestique coaxial actif;
- autres types de réseaux domestiques.

La Figure 1 montre 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 radio.

L'Article 5 définit les limites de performances mesurées au niveau de la prise d'abonné ou de l'entrée du terminal pour un signal d'essai non altéré (idéal) appliqué à la HNI. Dans des conditions normales de fonctionnement d'un canal analogique et en satisfaisant à ces limites, l'effet cumulatif de l'altération d'un seul paramètre de la HNI et de celle due au réseau domestique produit des signaux d'image et sonores d'une qualité au moins égale au niveau quatre sur l'échelle d'altération à cinq niveaux donnée dans l'UIT-R BT.500. Ces exigences sont décrites dans la CEI 60728-1-2. Pour les signaux modulés numériquement, l'exigence de qualité est une réception quasi sans erreur (QEF – Quasi Error Free).

La présente norme décrit la connexion au niveau de la couche physique pour des réseaux domestiques. La description des protocoles exigés pour la Couche 2 et les couches supérieures est en dehors du domaine d'application de la présente norme. Par conséquent, ces spécifications ne garantissent pas toujours la connexion logique entre dispositifs au sein d'un réseau domestique.



Légende

Anglais	Français
Home network interface (HNI) (coaxial)	Interface de réseau domestique (HNI) (coaxial)
Access network	Réseau d'accès
Home network	Réseau domestique
Specification system outlet (coaxial)	Prise d'abonné de la spécification (coaxiale)
Specification terminal input (coaxial)	Entrée du terminal de la spécification (coaxiale)
CATV/MATV/SMATV network	Réseau CATV/MATV/SMATV
Passive coaxial home network	Réseau domestique coaxial passif
Receiver lead	Cordon de raccordement
Terminal equipment	Équipement de terminal
Active coaxial home network	Réseau domestique coaxial actif

Anglais	Français
Balanced wall outlet	Prise murale symétrique
Different home network type Case A Balanced type cables and balanced pair connectors at the wall outlet	Différents types de réseaux domestiques Cas A Câbles symétriques et connecteurs à paire symétrique à la prise murale
BALUN	SYMÉTRISEUR
Different home network type Case B Balanced type cables and coaxial wall outlet	Différents types de réseaux domestiques Cas B Câbles symétriques et prise murale coaxiale
Different home network type Case C Fibre optic network	Différents types de réseaux domestiques Cas C Réseau à fibre optique
Different home network type Case D Wireless (WLAN), glass or plastic fibre optic, power lines, coaxial cables, balanced cables, etc.	Différents types de réseaux domestiques Cas D Câbles symétriques, câbles coaxiaux, lignes électriques, fibre optique en verre ou plastique, sans fil (WLAN)
Audio/video, data	Données audio/vidéo
Dwelling unit (DU° or single dwelling unit (SDU)	Logement ou bureau

Figure 1 – Exemples de réseaux domestiques RF

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

Partie 1-1: Câblage RF pour réseaux domestiques bidirectionnels

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60728 donne les exigences et décrit les lignes directrices pour la mise en œuvre de câblages RF pour réseaux domestiques bidirectionnels. La présente norme s'applique à tout réseau domestique assurant la distribution de signaux fournis par des réseaux de distribution par câbles, à savoir les antennes communautaires, collectives et satellite collectives (y compris les systèmes de réception individuels) comportant une sortie à câble coaxial. La présente norme s'applique également aux réseaux domestiques dans lesquels une partie du réseau de distribution utilise des liaisons sans fil, en lieu et place, par exemple, du cordon de raccordement.

La présente partie de la CEI 60728 s'applique donc aux câblages RF destinés aux réseaux domestiques bidirectionnels utilisant des cordons à fil ou des liaisons sans fil à l'intérieur d'une pièce et essentiellement destinés aux signaux de télévision et de radiodiffusion sonore utilisés approximativement entre 5 MHz et 3 000 MHz. La bande de fréquences est étendue à 6 000 MHz pour des techniques de distribution où les cordons à fil sont remplacés par une communication bidirectionnelle sans fil à l'intérieur d'une pièce (ou un nombre restreint de pièces adjacentes) qui utilise la bande de fréquences de 5 GHz à 6 GHz.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-705, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 705: Propagation des ondes radioélectriques*

CEI 60050-712, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 712: Antennes*

CEI 60050-725, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 725: Radiocommunications spatiales*

CEI 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*

CEI 60728-1-2, *Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs – Partie 1-2: Exigences de performance relatives aux signaux délivrés à la prise terminale en fonctionnement*

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

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

CEI 60966 (toutes les parties), *Ensembles de cordons coaxiaux et de cordons pour fréquences radioélectriques*

CEI 60966-2 (toutes les parties), *Ensembles de cordons coaxiaux et de cordons pour fréquences radioélectriques – Partie 2: Spécification particulière pour cordons de connexion de récepteurs radio ou TV*

CEI 60966-2-4, *Ensembles de cordons coaxiaux et de cordons pour fréquences radioélectriques – Partie 2-4: Spécification particulière relative aux cordons pour récepteurs radio ou TV – Plage de fréquences de 0 MHz à 3 000 MHz, connecteurs CEI 61169-2*

CEI 60966-2-5, *Ensembles de cordons coaxiaux et de cordons pour fréquences radioélectriques – Partie 2-5: Spécification particulière pour cordons de connexion de récepteurs radio ou TV – Bande de fréquences de 0 MHz à 1 000 MHz, connecteurs CEI 61169-2*

CEI 60966-2-6, *Ensembles de cordons coaxiaux et de cordons pour fréquences radioélectriques – Partie 2-6: Spécification particulière pour cordons de connexion de récepteurs radio ou TV – Bande de fréquences de 0 MHz à 3 000 MHz, connecteurs CEI 61169-24*

IEEE 802.11, *IEEE Standards for Information Technology – Telecommunications and Information Exchange between Systems – Local and Metropolitan Area Network – Specific Requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*¹

IEEE 802.11a, *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: High-speed Physical Layer in the 5 GHz band*

IEEE 802.11b, *Supplement to 802.11-1999, Wireless LAN MAC and PHY specifications: Higher speed Physical Layer (PHY) extension in the 2.4 GHz band*

IEEE 802.11e, *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 8: Medium Access Control (MAC) Quality of Service Enhancements*

IEEE 802.11g, *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 4: Further Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band*

IEEE 802.11h, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems – LAN/MAN Specific Requirements – Part 11:*

¹ Les parties de l'IEEE 802.11 sont reproduites dans l'ISO/CEI 8802-11:2005, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Exigences spécifiques – Partie 11: spécifications du contrôle d'accès du milieu sans fil (MAC) et de la couche physique (PHY)*

Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Spectrum and Transmit Power Management Extensions in the 5GHz band in Europe

IEEE 802.11n, 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 4: Enhancements for Higher Throughput

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

Recommandation UIT-R BT.500-7, Méthodologie d'évaluation subjective de la qualité des images de télévision

Recommandation UIT-T J.61, Qualité de transmission des circuits de télévision destinés à être utilisés dans les communications internationales

Recommandation UIT-T J.63, Insertion de signaux d'essai dans l'intervalle de suppression de trame de signaux de télévision monochrome et de télévision en couleur

EN 50117-2-4, Câbles coaxiaux – Partie 2-4: spécification intermédiaire pour câbles utilisés dans les réseaux de distribution par câbles – Câbles de raccordement à usage intérieur pour les systèmes fonctionnant à 5 MHz – 3 000 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 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 (DVB-S2)

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)

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-705, la CEI 60050-712 et la CEI 60050-725 s'appliquent.

NOTE Les définitions les plus importantes sont répétées ci-dessous.

3.1.1

réseau domestique actif

réseau domestique qui utilise des équipements actifs (amplificateurs, par exemple) en plus d'équipements passifs tels que les répartiteurs, dérivateurs, prises d'abonné, câbles et

connecteurs jusqu'à l'interface RF coaxiale (entrée et/ou sortie) de l'équipement terminal pour la distribution et le mélange des signaux RF

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, on doit spécifier le point considéré comme accès de l'antenne ou comme sa jonction avec l'émetteur ou le récepteur.

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 guidées à un régime d'ondes rayonnées dans l'espace.

[SOURCE: CEI 60050-712:1992, 712-01-01, modifiée – Les notes 1 et 2 ont été améliorées]

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.

3.1.4

symétriseur

balun

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

Note 1 à l'article: Le terme balun est dérivé de l'expression anglaise "balanced to unbalanced transformer" (transformateur pour passage d'une tension symétrique à une tension asymétrique).

3.1.5

taux d'erreur binaire

TEB

rapport entre le nombre de bits erronés et le nombre total de bits émis

3.1.6

technologies de radiodiffusion et de communication

BCT

groupe d'applications incluant la distribution RF de signaux audio et vidéo

Note 1 à l'article: Dans le cadre de la présente norme, 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 radiodiffusion sonore et des services interactifs, ainsi que l'interconnexion de réseaux chez le particulier.

3.1.7

rapport porteuse à intermodulation

C/I

différence entre le niveau de la porteuse à un point spécifié dans un équipement ou un système et le niveau d'un produit d'intermodulation spécifié ou d'une combinaison de tels produits

Note 1 à l'article: La différence est exprimée en décibels.

3.1.8

rapport porteuse sur bruit

C/N

différence entre le niveau de la porteuse-image ou porteuse-son en un point donné d'un équipement ou d'un système et le niveau de bruit en ce point (mesuré dans une bande de largeur correspondant au système de télévision ou de radio employé)

Note 1 à l'article: La différence est exprimée en décibels.

3.1.9

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: A l'origine défini comme un réseau de télévision à antenne communautaire.

3.1.10

transmodulation

modulation non désirée de la porteuse d'un signal désiré par la modulation d'un autre signal du fait de la non linéarité de l'équipement ou du système

3.1.11

rapport en décibels

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

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

Note 1 à l'article: Ce rapport peut aussi être exprimé en termes de tension.

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

3.1.12

antenne de réception appropriée

antenne dont le gain, la directivité et la polarisation permettent la réception du signal désiré au niveau de la tête de réseau avec les performances exigées

3.1.13

directivité

affaiblissement entre la borne de sortie et la borne d'interface ou du dérivateur moins l'affaiblissement entre la borne d'entrée et la borne d'interface ou de dérivateur relatif à tout équipement ou système

3.1.14

DOCSIS

Euro-DOCSIS

normes définissant les spécifications d'interface pour les modems par câble et les systèmes de terminaison par modem par câble pour la communication de données à haut débit sur des réseaux de distribution par câbles RF

3.1.15

logement ou bureau

DU

logement ou bureau où sont distribués des signaux de télévision et de radiodiffusion sonore et où l'on peut accéder à des services interactifs

Note 1 à l'article: DU en anglais "Dwelling Unit".

3.1.16

taux d'écho

E

résultat d'un essai système avec une impulsion en sinus carré 2T utilisant la ligne limite sur un graticule spécifié à l'intérieur duquel se trouvent toutes les parties de l'impulsion reçue

EXEMPLE Voir la Figure 25 de la IEC 60728-1:2014.

Note 1 à l'article: Le taux d'écho est déterminé dans la Recommandation UIT-T J.61 et la Recommandation UIT-T J.63

Note 2 à l'article: Le graticule doit s'assurer que l'effet subjectif d'un écho d'équivalent E % soit le même que celui d'un écho unique, de retard de plus de $12T$, de $(E/2)$ % par rapport à l'amplitude crête de l'impulsion d'essai.

3.1.17

réseau ou système de distribution de télévision par satellite étendu

réseau ou système de distribution conçu pour fournir des signaux de radiodiffusion sonore et de télévision reçus par une antenne de réception par satellite à des habitations individuelles dans un ou plusieurs bâtiments

Note 1 à l'article: Ce type de réseau ou système peut être combiné à des antennes terrestres pour la réception supplémentaire de signaux de télévision et/ou de radiodiffusion sonore au moyen de réseaux terrestres.

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

3.1.18

réseau ou système de distribution de télévision terrestre étendu

réseau ou système de distribution conçu pour fournir des signaux de radiodiffusion sonore et de télévision reçus par une antenne de réception terrestre à des habitations individuelles dans un ou plusieurs bâtiments

Note 1 à l'article: Ce type de réseau ou système peut être combiné à une antenne satellite pour la réception supplémentaire de signaux de télévision et/ou de radiodiffusion sonore au moyen de réseaux satellitaires.

Note 2 à l'article: Ce type de réseau ou 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.

3.1.19

ligne

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

Note 1 à l'article: Une telle ligne peut comporter des câbles métalliques, des fibres optiques, des guides d'ondes ou toute combinaison de ces divers moyens.

Note 2 à l'article: Par extension, ce terme s'applique encore à des liaisons comprenant un ou plusieurs faisceaux hertziens.

3.1.20

gain

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

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

3.1.21

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 et traitant 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 multiplexeurs, des séparateurs et des générateurs.

3.1.22

tête de réseau pour réception individuelle

tête de réseau alimentant une habitation individuelle

Note 1 à l'article: Ce type d'installation peut comporter une ou plusieurs prises d'abonné.

3.1.23

entrée de tête de réseau

interface de la tête de réseau où les signaux venant des antennes ou de lignes de transmission sont injectés en vue de leur traitement

3.1.24

liaison domestique par câbles

HCL

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

3.1.25

distributeur domestique

HD

distributeur au sein d'une habitation où des câbles aboutissent

3.1.26

réseau domestique

HN

réseau de distribution RF par câbles à l'intérieur d'un seul logement (une maison individuelle ou encore un logement dans un immeuble d'habitation collective) dans un environnement de petit bureau ou de bureau à domicile (SOHO, *Small Offices Home Offices*) ou dans des chambres d'hôtels et d'hôpitaux

Note 1 à l'article: La configuration idéale pour ce type de réseau est la configuration en étoile.

Note 2 à l'article: Ce réseau achemine des signaux de télévision, des signaux de radiodiffusion sonore et des 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.

3.1.27

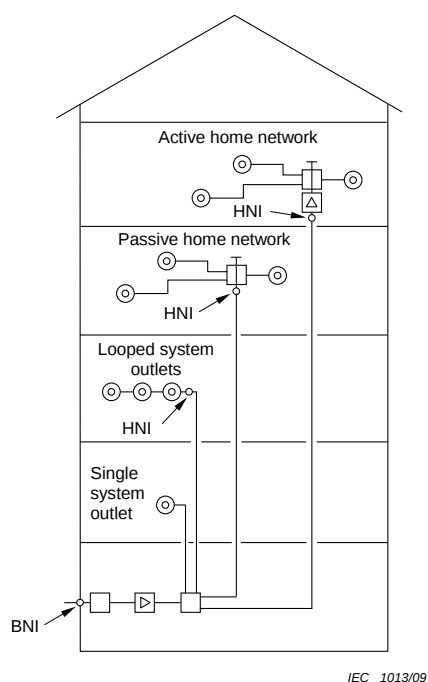
interface du réseau domestique

HNI

interface pour l'accès au réseau conçu pour la transmission des signaux de télévision, de radiodiffusion sonore et de services interactifs à l'intérieur d'un logement (un seul logement)

Note 1 à l'article: Elle constitue le premier point accessible après l'entrée du réseau dans une habitation 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 qualité d'une prise d'abonné s'appliquent.



Anglais	Français
Active home network	Réseau domestique actif
Passive home network	Réseau domestique passif
Looped system outlets	Sorties directes
Single system outlet	Prise d'abonné simple

Figure 2 – Exemples d'emplacement de la HNI pour différents types de réseaux domestiques

3.1.28 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 une habitation individuelle

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

3.1.29 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 une habitation individuelle

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.

3.1.30 intermodulation

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

3.1.31 isolement

affaiblissement entre deux sorties d'un dérivateur ou d'un autre équipement ou système

3.1.32**3.1.32.1****niveau**

rapport en décibels d'une puissance P_1 à la puissance de référence normalisée P_0 , c'est-à-dire

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

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

Note 2 à l'article: Le niveau 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.

3.1.32.2**niveau**

rapport en décibels d'une 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: Le rapport est exprimé en décibels

Note 2 à l'article: Le niveau 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.

3.1.33**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 (par exemple, une ville ou un village)

3.1.34**sortie directe**

dispositif traversé par la ligne tertiaire et utilisé pour brancher un cordon de raccordement sans employer de ligne de raccordement

3.1.35**tête de réseau communautaire****MATV**

tête de réseau utilisée dans les immeubles ou dans les zones pavillonnaires pour alimenter en canaux de télévision et en canaux de radiodiffusion sonore FM le réseau de distribution interne de l'utilisateur ou le réseau tertiaire

3.1.36**réseau MATV**

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

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

Note 2 à l'article: Ce type de réseau ou système peut être combiné à une antenne satellite pour la réception supplémentaire de signaux de télévision et/ou de radiodiffusion sonore au moyen de réseaux satellitaires.

Note 3 à l'article: Ce type de réseau ou 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.

3.1.37**immeuble****MDU**

bâtiment comprenant plusieurs logements ou bureaux utilisés par des propriétaires individuels dans lequel des signaux de télévision et des signaux de radiodiffusion sonore sont distribués et avec accès aux services interactifs

3.1.38**multiplex**

signaux provenant de plusieurs sources distinctes et assemblés en un seul signal composite pour transmission sur une voie de transmission commune

[SOURCE: CEI 60050-701:1988, 701-03-09, modifiée – Le terme et la définition ont été adapté afin de décrire le résultat du processus de multiplexage.]

3.1.39**isolement mutuel**

affaiblissement entre deux prises d'abonné spécifié atteint à toute fréquence dans la plage du système en essai qui est toujours spécifié, pour une installation particulière, comme la valeur minimale obtenue dans les limites de fréquences spécifiées

3.1.40**interface réseau****NI**

interface du réseau pour transmission de signaux de télévision, de signaux de radiodiffusion sonore et de services interactifs

3.1.41**unité de terminaison de réseau****NTU**

équipement permettant l'accès au réseau de distribution par câbles pour les signaux de télévision, de radiodiffusion sonore et les services interactifs

3.1.42**liaison permanente**

chemin de transmission entre deux interfaces d'essai quelconques dans une liaison de sous-système de câblage incluant le matériel de connexion à chaque extrémité

3.1.43**cordon de raccordement**

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

Note 1 à l'article: Un cordon de raccordement peut comporter des filtres et des symétriseurs en plus du câble.

3.1.44**réseau régional 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 régionale couvrant plusieurs villes et/ou villages

3.1.45**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 habitations dans un ou plusieurs bâtiments

Note 1 à l'article: A l'origine défini comme un réseau de distribution de télévision à tête de réception collective par satellite.

Note 2 à l'article: Ce type de réseau ou système peut être combiné à des antennes terrestres pour la réception supplémentaire de signaux de télévision et/ou de radiodiffusion sonore au moyen de réseaux terrestres.

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

3.1.46**distribution de télévision à tête de réception collective par satellite****SMATV**

système conçu pour fournir des signaux de télévision et de radiodiffusion sonore aux prises d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments

Note 1 à l'article: Deux configurations de systèmes sont définies dans la norme ETSI EN 300 473 de l'ETSI 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 intermédiaire (IF) 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)

3.1.47 **$S_{D,RF}/N$**

rapport signal sur bruit pour un signal modulé numérique dans la bande RF

3.1.48**logement individuel****SDU**

logement ou bureau utilisé par un propriétaire unique où des signaux de télévision et de radiodiffusion sonore sont distribués et où l'on peut accéder à des services interactifs

3.1.49**pente**

différence des gains ou des affaiblissements à deux fréquences spécifiées, entre deux points quelconques d'un système

3.1.50**répartiteur**

unité tertiaire

dispositif répartissant, également ou inégalement, l'énergie du signal arrivant à l'entrée entre deux ou plusieurs sorties

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

3.1.51**ligne tertiaire**

ligne à laquelle sont connectés des répartiteurs, des dérivateurs d'abonné ou des sorties directes

3.1.52**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 μV_{RMS} à travers cette résistance.

3.1.53**ligne de raccordement**

ligne 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 ligne de raccordement peut inclure des filtres et des symétriseurs.

3.1.54**équipement de l'abonné**

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

3.1.55**dérivateur d'abonné**

dispositif permettant le branchement d'une ligne de raccordement à une ligne tertiaire

3.1.56**prise d'abonné****SO**

dispositif permettant dans un logement le branchement d'un cordon de raccordement à une ligne de raccordement

3.1.57**équipement terminal**

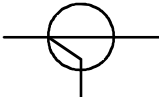
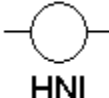
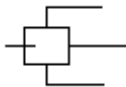
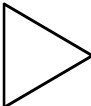
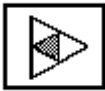
équipement (récepteur de signaux de télévision, récepteur de signaux de radiodiffusion sonore, boîtier décodeur, etc.) capable de recevoir des signaux distribués ou d'envoyer (via un modem par câble) des signaux en retour pour des services interactifs

3.1.58**bien adapté**

condition d'adaptation dans laquelle l'affaiblissement en réflexion de l'équipement satisfait aux exigences du Tableau 1 de la CEI 60728-3:2010

3.2 Symboles

Les symboles graphiques suivants sont utilisés dans les figures de la présente norme. Ces symboles sont soit énumérés dans la CEI 60617, soit basés sur des symboles définis dans la CEI 60617.

Symboles	Termes	Symboles	Termes
	Coupleur directif [CEI 60617-S01340 (2001-07)]		Prise d'abonné (SO) [CEI 60617-S00438, modifiée (2001-07)]
	HNI: Home Network Interface (interface de réseau domestique)		Répartiteur
	Dérivateur d'abonné		Cordon de raccordement
	Amplificateur [CEI 60617-S01239 (2001-07)]		Amplificateur bidirectionnel
	Balun: Symétriseur		NTU: Unité de terminaison de réseau
	Emetteur optique basé sur [CEI 60617-S01231 (2001-07)]		Récepteur optique basé sur [CEI 60617-S01231 (2001-07)]

Symboles



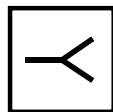
Termes

Fibre optique
[CEI 60617-S01318
(2001-07)]



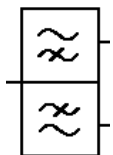
Antenne
[CEI 60617-S01102
(2001-07)]

Symboles



Termes

Coupleur
basé sur
[CEI 60617-S00059 et
CEI 60617-S01188
(2001-07)]



Diplexeur
basé sur
[CEI 60617-S01247 et
CEI 60617-S01248
(2001-07)]

3.3 Abréviations

ADSL	Ligne d'abonné numérique à débit asymétrique (<i>Asynchronous Digital Subscriber Line</i>)	AM	Modulation d'amplitude (Amplitude Modulation)
APSK	Modulation par déplacement d'amplitude et de phase (Amplitude and phase shift keying)	BCT	Technologies de radiodiffusion et de communication (<i>Broadcast and communication technologies</i>)
TEB	Taux d'erreur binaire	BPSK	Modulation par déplacement de phase à deux états (<i>Binary Phase Shift Keying</i>)
BW	Largeur de bande (<i>Bandwidth</i>)	C/I	Rapport porteuse sur brouillage (<i>Carrier-to-Interference ratio</i>)
C/N	Rapport porteuse sur bruit (Rapport puissance RF ou FI sur puissance de bruit)	CATV	Antenne communautaire (<i>Community Antenna Television</i>)
CCK	Modulation par codes complémentaires (<i>Complementary Code Keying</i>)	COFDM	Multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence avec codage (<i>Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex</i>)
DAB	Radiodiffusion numérique (<i>Digital Audio Broadcasting</i>)	DFS	Sélection dynamique de fréquence (<i>Dynamic Frequency Selection</i>)
DOCSIS	Spécification d'interface du service de transmission de données par réseau câblé (<i>Data Over Cable Service Interface Specification</i>)	DPC	Sélection dynamique de fréquence (Dynamic Power Control)
DSSS	Modulation à spectre étalé à séquence directe (<i>Direct Sequence Spread Spectrum</i>)	DU	Logement ou bureau (<i>Dwelling Unit</i>)
DVB	Radiodiffusion vidéo numérique (<i>Digital Video Broadcasting</i>)	DVB-C	Système de base de radiodiffusion vidéo numérique pour télévision numérique par câble (ETSI EN 300 429)
DVB-S	Système de base de radiodiffusion vidéo numérique pour télévision numérique par satellite (ETSI EN 300 421)	DVB-S2	Système de base de radiodiffusion vidéo numérique pour télévision numérique par satellite de deuxième génération (ETSI EN 302 307)
DVB-T	Système de base de radiodiffusion vidéo numérique pour télévision numérique terrestre (ETSI EN 300 744)	DVB-T2	système de base de radiodiffusion vidéo numérique pour télévision numérique terrestre de deuxième génération (ETSI EN 302 755)
PIRE	Puissance isotrope rayonnée équivalente	Euro DOCSIS	Spécification d'interface du service de transmission de données par réseau câblé variante pour l'Europe (<i>European Data Over Cable Service Interface Specification</i>)

FDM	Multiplexage à répartition en fréquence (<i>Frequency Division Multiplex</i>)	FFT	Fast Fourier transformation (<i>Transformée de Fourier rapide</i>)
FM	Modulation de fréquence (<i>Frequency Modulation</i>)	HCL	Liaison domestique par câble (<i>Home Cable Link</i>)
HD	Distributeur domestique (<i>Home Distributor</i>)	HFC	Hybride coaxial-fibre (<i>Hybrid Fibre Coaxial</i>)
HN	Réseau domestique (<i>Home Network</i>)	HNI	Interface du réseau domestique (<i>Home Network Interface</i>)
IF	Fréquence intermédiaire (<i>Intermediate Frequency</i>)	IP	Protocole Internet (<i>Internet Protocol</i>)
LAN	Réseau local (<i>Local Area Network</i>)	DEL	diode électroluminescente
MAC	Contrôle d'accès au support (<i>Medium Access Control</i>)	MAN	Réseau métropolitain (<i>Metropolitan Area Network</i>)
MATV	Antenne collective (<i>Master Antenna Television</i>)	MoCA	Alliance pour le multimédia sur câble coaxial (<i>Multimedia over Cable Alliance</i>)
MCS	Schéma de modulation et d'encodage (<i>Modulation Coding Scheme</i>)	MDU	Immeuble (<i>Multi-Dwelling Unit</i>)
MIMO	Entrée multiple sortie multiple (<i>Multiple Input Multiple Output</i>)	MRC	Combinaison à rapport maximal (<i>Maximum Ratio Combining</i>)
NI	interface réseau (<i>Network interface</i>)	NICAM	Multiplex audio avec compression quasi instantanée (<i>Near-Instantaneously Companded Audio Multiplex</i>)
NTSC	National Television System Committee	NTU	Unité de terminaison de réseau (<i>Network Termination Unit</i>)
OFDM	modulation orthogonale dans le domaine fréquence (<i>Orthogonal Frequency Division Multiplex</i>)	PAL	Ligne d'alternance de phase (<i>Phase Alternation Line</i>)
PC	Ordinateur personnel (<i>Personal Computer</i>)	PCMCIA	Association internationale des cartes mémoire pour ordinateur personnel (<i>Personal Computer Memory Card International Association</i>)
PHY	(couche) physique (<i>Physical (layer)</i>)	PSK	Modulation par déplacement de phase (<i>phase shift keying</i>)
PVR	Magnétoscope numérique (<i>Personal Video Recorder</i>)	MAQ	Modulation d'amplitude en quadrature
QEF	Quasiment sans erreur (<i>Quasi Error Free</i>)	QPSK	Modulation par déplacement de phase quadrivalente
RF	Radiofréquence	SDU	Logement individuel (<i>Single Dwelling Unit</i>)
SECAM	Séquentiel Couleur A Mémoire	SISO	Entrée individuelle sortie individuel (<i>Single Input Single Output</i>)

SMATV	distribution de télévision à tête de réception collective par satellite (<i>Satellite Master Antenna Television</i>)	SO	Prise d'abonné (<i>System Outlet</i>)
SOHO	petit bureau, bureau personnel (<i>Small Office Home Office</i>)	TCP	Protocole de contrôle de transmission (<i>Transmission Control Protocol</i>)
TC8PSK	modulation de phase 8 bit avec codage en treillis (<i>Trellis Coded 8-Phase Shift Keying</i>)	TI	Borne d'entrée (<i>Terminal Input</i>)
TPC	Commande de la puissance d'une transmission (<i>Transmission Power Control</i>)	TV	Télévision
UDP	Protocole de datagramme utilisateur (<i>User Datagram Protocol</i>)	UHF	Ultra haute-fréquence (<i>Ultra-High Frequency</i>)
USB	Bus série universel (<i>Universal Serial Bus</i>)	UWB	Ultra-large bande (<i>Ultra-Wide-Band</i>)
VHF	ondes métriques (<i>Very High Frequency</i>)	VSB	bande latérale résiduelle (<i>Vestigial Side Band</i>)
WLAN	Réseau local sans fil (<i>Wireless Local Area Network</i>)	WiFi	Wireless Fidelity

4 Méthodes de mesure pour le réseau domestique

Les méthodes de mesure sont liées aux caractéristiques et aux exigences les plus importantes auxquelles le réseau domestique doit satisfaire. Le réseau domestique peut être considéré comme un réseau de transmission bidirectionnel par câbles. Ainsi, les méthodes de mesures décrites dans la CEI 60728-1 et dans la CEI 60728-10 relatives aux CATV/MATV/SMATV sont valables, bien que la taille du réseau soit nettement plus réduite. Concernant la voie directe, l'entrée du réseau se fait dans ce cas au niveau de l'interface du réseau domestique (HNI), alors que la sortie reste au niveau de la prise d'abonné (SO) ou de l'entrée du terminal (TI). Les méthodes de mesure de la voie directe de porteuses modulées numériquement et/ou analogiques sont données dans le Tableau 1 en faisant référence aux articles correspondants de la CEI 60728-1:2014.

Dans un bâtiment divisé en appartements, les signaux sont distribués vers chaque domicile à partir de l'interface réseau domestique (HNI) jusqu'à la prise d'abonné ou l'entrée du terminal. Les exigences concernant la prise d'abonné sont données dans l'Article 5 de la CEI 60728-1:2014, et les exigences concernant la HNI sont données dans l'Article 7 de la CEI 60728-1:2014. L'article 5 de la présente norme comporte des exigences supplémentaires.

La présente norme étudie les différentes possibilités de distribuer des signaux sur un réseau domestique à l'aide de câbles coaxiaux, de paires de câbles symétriques, de câbles à fibres optiques (en verre ou en plastique) et également de liaisons sans fil à l'intérieur d'une pièce (ou un nombre restreint de pièces adjacentes) en remplacement des cordons à fil.

La présente norme renvoie à des méthodes de base utilisées pour la mesure des caractéristiques de fonctionnement du réseau de distribution par câbles afin d'évaluer les performances de ce dernier.

Toutes les exigences font référence aux limites des performances qui sont obtenues entre l'entrée ou les entrées de l'interface réseau domestique (HNI) et la sortie d'une prise d'abonné où la terminaison correspond à une résistance égale à l'impédance de charge nominale du système, sauf spécification contraire. Dans le cas où des prises d'abonné ne sont pas utilisées, les exigences mentionnées ci-dessus s'appliquent à l'entrée du terminal.

Si le réseau domestique est divisé en plusieurs parties utilisant différents moyens de transmission (par exemple, câblage coaxial, câblage symétrique, câblage optique, liaisons sans fil), il convient que l'accumulation des dégradations ne dépasse pas les chiffres donnés ci-dessous.

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

Tableau 1 – Méthodes de mesure de la CEI 60728-1:2014 applicables au réseau domestique

Méthodes de mesure Références des paragraphes de la CEI 60728-1:2014	Modulation des porteuses									
	Analogique					Numérique				
	Télévision				Radio FM	Télévision				
	Porteuse-image AM-VSB			Porteuses -images et porteuses -sons	Porteuse -son TV	Image et son DVB			Son	Radio
	NTSC	PAL	SEC AM	FM	FM/AM	PSK, APSK	MAQ	OFDM	NICAM	DAB
4.2 Isolement mutuel entre prises d'abonné	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4.3 Réponse en amplitude à l'intérieur d'un canal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4.4 Inégalités de retard et de gain entre la chrominance et la luminance		X	X							
4.5 Distorsion non linéaire	X	X	X	X	X		X			
4.6 Rapport porteuse/ bruit	X	X	X	X	X					
4.7 Echos	X	X	X							
4.8 Niveau de signal de télévision AM-VSB, de radio FM et de télévision FM	X	X	X	X	X					
4.9 Indice d'écho des données et inégalité de retard des données	X	X	X							
4.10 Interférence dans les canaux son FM					X					
4.11 Méthodes de mesure relatives aux signaux modulés numériques						X	X	X		X
NOTE Concernant les mesures de non linéarité (intermodulation) de l'équipement utilisé dans le réseau domestique, la méthode de référence est décrite dans la CEI 60728-3:2010.										

5 Exigences relatives aux performances du réseau domestique

5.1 Généralités

Cet article définit les limites de performances mesurées au niveau des prises d'abonné ou des entrées du terminal pour un signal d'essai non altéré (idéal) appliqué à la HNI. Dans des conditions normales de fonctionnement relatives à tout canal analogique, l'effet cumulatif de l'altération d'un seul paramètre de la HNI et de celle due au réseau domestique produit des signaux d'image et sonores dont la qualité doit atteindre au moins le niveau 4 sur l'échelle d'altération à 5 niveaux donnée dans la Recommandation UIT-R BT.500, comme indiqué ci-dessous:

- 5 – imperceptible;
- 4 – perceptible mais non gênant;
- 3 – légèrement gênant;
- 2 – gênant;
- 1 – très gênant.

Les paramètres du système sont principalement liés aux signaux analogiques multiplexés par répartition en fréquence (FDM). Lorsque différentes techniques sont utilisées, il convient de satisfaire aux exigences globales de qualité.

Les limites de performance données dans cet article s'appliquent lorsque les méthodes de mesure données à l'Article 4 sont utilisées et, le cas échéant, en présence de tous les signaux pour lesquels le système a été conçu. Les limites de performances doivent être respectées pour ces conditions spécifiées de température, d'humidité, de tension et de fréquence d'alimentation du secteur, qui s'appliquent à l'endroit où le réseau domestique est situé.

Si un niveau supérieur à 4 est souhaité au niveau de la prise d'abonné, il convient de modifier les chiffres indiqués dans l'Article 5 de la CEI 60728-1:2014 en conséquence. Par exemple pour le niveau 4,5, les chiffres indiqués en 5.8 et 5.9 de la CEI 60728-1:2014 doivent être augmentés de 3 dB. Le taux d'écho indiqué en 5.10.2 de la CEI 60728-1:2014 doit être réduit de 3 %.

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

Concernant les signaux numériques, les limites de performances du système permettent un service quasiment sans erreur, correspondant à un taux d'erreur sur les bits, avant correction d'erreur Reed-Solomon, de 1×10^{-4} dans un signal DVB.

Lors de la mesure des paramètres du système au niveau de la prise d'abonné ou de l'entrée du terminal en fonctionnement, les valeurs limites indiquées ci-dessous peuvent être dépassées, en prenant en compte la contribution de la performance du signal (qualité) de chaque paramètre présent au niveau de la HNI.

EXEMPLE: Le rapport porteuse sur bruit mesuré au niveau de la prise d'abonné en fonctionnement est inférieur aux valeurs données pour la HNI dans l'Article 7 de la CEI 60728-1:2014. C'est-à-dire que pour DVB-S ou DVB-S2, le rapport porteuse sur bruit est altéré jusqu'à 1 dB par rapport aux valeurs HNI données dans l'Article 7 de la CEI 60728-1:2014.

5.2 Impédance

L'impédance nominale du réseau domestique doit être de 75 Ω lorsque des câbles coaxiaux sont utilisés ou de 100 Ω lorsque des paires de câbles torsadés sont utilisées. Il convient de noter que la valeur de 75 Ω s'applique à tous les câbles d'alimentation coaxiaux et à toutes les prises d'abonné, et doit être utilisée comme l'impédance de référence pour toutes les mesures.

5.3 Exigences relatives aux performances au niveau de l'entrée du terminal

5.3.1 Généralités

Les exigences suivantes s'appliquent lorsqu'un "cordon de raccordement" est utilisé pour relier la "prise d'abonné" directement à "l'entrée du terminal" (voir 3.1.74 et 3.1.99 de la CEI 60728-1:2014).

5.3.2 Niveau du signal

Les niveaux de signal sont ceux donnés dans la CEI 60728-1:2014 à la prise d'abonné, réduits de l'affaiblissement spécifié dans la CEI 60966-2-4, la CEI 60966-2-5, la CEI 60966-2-6. Un cordon de raccordement plus court de 3 m n'est pas considéré comme affectant les autres paramètres de qualité du service fourni par le terminal.

NOTE A l'entrée du terminal, le niveau de signal présent à la prise d'abonné est diminué d'environ 1,5 dB (à 1 000 MHz) par l'affaiblissement du cordon de raccordement.

Lorsque des câbles symétriques sont utilisés dans le réseau domestique, les niveaux de signal minimaux au niveau de l'entrée du terminal sont augmentés de 1 dB (voir le Tableau 45 de la CEI 60728-1:2014).

5.3.3 Autres paramètres

Les exigences de performances données dans la CEI 60728-1:2014 au niveau de la prise d'abonné restent inchangées au niveau de l'entrée du terminal.

5.4 Exigences relatives aux performances au niveau des prises d'abonné

5.4.1 Niveaux de porteuse minimal et maximal

Les niveaux de porteuse maximal et minimal donnés en 5.4.1 de la CEI 60728-1:2014 s'appliquent.

Lorsque des câbles symétriques sont utilisés dans le réseau domestique, les niveaux de signal minimaux au niveau de la prise d'abonné sont augmentés de 1 dB (voir le Tableau 45 de la CEI 60728-1:2014).

5.4.2 Isolement mutuel entre prises d'abonné

L'isolement minimal à n'importe quelle fréquence entre deux prises d'abonné reliées séparément à une ligne tertiaire doit être celui donné en 5.5.1 de la CEI 60728-1:2014.

NOTE Ces exigences sont importantes pour le concepteur du réseau domestique par rapport à d'autres réseaux domestiques installés dans d'autres habitations ou logements.

5.4.3 Isolement entre prises individuelles dans un même logement

L'isolement minimal entre deux prises individuelles dans un même logement doit être supérieur à 22 dB.

NOTE Il peut également être nécessaire de satisfaire aux exigences de 5.5.1 de la CEI 60728-1:2014 pour une seule habitation si des conditions spéciales l'exigent (si plusieurs récepteurs TV analogiques fonctionnent simultanément, par exemple).

5.4.4 Isolement entre voie directe et voie de retour

Si les prises d'abonné sont équipées d'entrées de voie de retour, l'isolement minimal entre l'entrée de voie de retour et une sortie de radiodiffusion sonore FM ou de télévision (analogique ou numérique: MAQ 64) doit satisfaire à 5.5.3 de la CEI 60728-1:2014.

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

Les exigences données en 5.7 de la CEI 60728-1:2014 doivent s'appliquer lorsque la conversion de fréquence est effectuée à l'intérieur du réseau domestique actif.

5.5 Exigences de performances au niveau de la HNI

5.5.1 Niveaux minimal et maximal des porteuses au niveau de HNI1

Les niveaux de signal minimal et maximal au niveau de HNI1 ne doivent pas dépasser ceux donnés en 7.2.2 de la CEI 60728-1:2014.

5.5.2 Niveaux minimal et maximal des porteuses au niveau de HNI2 et HNI3

Les niveaux de signal minimal et maximal en HNI2 et HNI3 ne doivent pas dépasser ceux donnés au 7.3.2 de la CEI 60728-1:2014.

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

Les différences de niveau de porteuse au niveau de 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.

NOTE La limite de 5 dB ou 6 dB peut uniquement être dépassée si la pente de la HNI est meilleure que le cas le plus défavorable correspondant à -7 dB (lorsque la valeur 0 dB ou +7 dB est appliquée, par exemple).

5.7 Réponse en fréquence dans un canal TV du réseau domestique

5.7.1 Généralités

Si les exigences données en 5.6 de la CEI 60728-1:2014 sont prises en compte, les limites suivantes sont données et s'appliquent aux réseaux domestiques actifs, depuis la HNI jusqu'à la prise d'abonné (SO) ou l'entrée du 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 au Tableau 2.

Tableau 2 – Variation de la réponse en amplitude dans le réseau domestique

Modulation du signal	Bande passante occupée ou de canal MHz	Variation maximale (crête à crête) dB	Pente maximale de la variation dB/MHz
Télévision AM-VSB	7 ou 8	0,5	0,2
Télévision FM	27 à 36	1	0,5
QPSK (DVB-S)	37,125	1	0,5
QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK (DVB-S2)	37,125	u.c.	u.c.
TC8PSK (Japon)	34,5	–	–
MAQ 64 (DVB-C)	8	1 ^a	0,2
MAQ 64 (Japon)	6	u.c.	u.c.
MAQ 128 (DVB-C)	8	0,75	u.c.
MAQ 256 (DVB-C)	8	0,5	u.c.
COFDM (DVB-T, DVB-T2)	8	0,2	0,2
OFDM (Japon)	6	u.c.	u.c.
u.c. = à l'étude.			
^a Les modems par câble 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.			

5.7.3 Temps de propagation de groupe

Le temps de propagation de groupe dans une largeur de bande de 8 MHz ne doit pas dépasser 10 ns. Si le réseau domestique est uniquement conçu pour un schéma de modulation spécifique, les valeurs données au Tableau 3 peuvent être appliquées.

Tableau 3 – Variation du 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
Télévision AM-VSB (PAL) avec télétexte	0,5 à 4,43	10
Télévision AM-VSB (PAL) sans télétexte	0,5 à 4,43	10
QPSK	Largeur de bande du signal (voir I.2.3 de la CEI 60728-1:2014)	10
OFDM	Largeur de bande du signal (voir I.2.3 de la CEI 60728-1:2014)	10
MAQ	Largeur de bande du signal (voir I.2.3 de la CEI 60728-1:2014)	10

5.8 Bruit aléatoire généré dans le réseau domestique

Le niveau de tension de bruit généré dans le réseau domestique actif, entre la HNI et une SO ou un TI, et dans un canal quelconque, doit être tel que le rapport porteuse sur bruit soit d'au moins 6 dB ou 7 dB plus élevé que les limites données en 5.8 de la CEI 60728-1:2014, afin que l'altération composante générée par le réseau domestique ne soit pas supérieure à 1,0 dB comparée au rapport porteuse sur bruit de l'ensemble du réseau.

Cela laisse supposer que la contribution du bruit aléatoire du réseau domestique actif doit être telle que le C/N mesuré à une prise d'abonné, avec un signal non dégradé à l'entrée du réseau domestique (HNI) est supérieur à 51 dB ($BW = 5$ MHz) dans les bandes VHF/UHF (47 MHz à 862 MHz), et à 26 dB ($BW = 27$ MHz) dans la première bande FI (950 MHz à 2 150 MHz).

NOTE Le facteur bruit NF maximal d'amplificateur peut être calculé en considérant le niveau de signal L en dB(μ V) au niveau de HNI2 pour les bandes VHF/UHF ou la première bande FI. La formule suivante peut être appliquée:

$$NF = (C/N)_{in} - (C/N)_{out} = (L - N_{th}) - (C/N)_{out} \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

où N_{th} est la tension du bruit thermique en dB(μ V) dépendante de la largeur de bande (BW), (par exemple, à $T = 25$ °C, N_{th} est égale à 0,9 dB(μ V) pour $BW = 4$ MHz, 1,9 dB(μ V) pour $BW = 5$ MHz, 9,2 dB(μ V) pour $BW = 27$ MHz).

Lorsque le niveau de signal (dans le cas le plus défavorable) au niveau de HNI2 est $L = 63$ dB(μ V) (bandes VHF/UHF, AM-VSB PAL) ou $L = 48$ dB(μ V) (1^e bande FI), le NF de l'amplificateur ne doit pas dépasser 10,1 dB ou 12,8 dB respectivement.

5.9 Brouillage généré dans les canaux en aval dans un réseau domestique

5.9.1 Généralités

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

Ce paragraphe prend en compte uniquement les brouillages d'intermodulation à fréquences multiples et le bruit d'intermodulation généré dans le réseau domestique actif, de la HNI jusqu'à une prise d'abonné ou une entrée de terminal.

NOTE Les brouillages à fréquence unique et les brouillages à canal unique ne concernent pas les réseaux domestiques.

5.9.2 Brouillage d'intermodulation à fréquences multiples

Le niveau des brouillages d'intermodulation à fréquences multiples générées dans le réseau domestique actif, de la HNI à une prise d'abonné ou une entrée de terminal dans un canal quelconque, doit être suffisamment bas afin que l'altération composante générée par le réseau domestique ne soit pas supérieure à 2 dB comparée au rapport porteuse à intermodulation de l'ensemble du réseau.

Cela laisse supposer que la contribution d'intermodulation du réseau domestique actif coaxial doit être telle que le rapport porteuse sur brouillage à fréquences multiples d'un canal TV désiré, mesuré à une sortie quelconque, avec un signal non dégradé à l'entrée du réseau domestique, soit supérieur à 71 dB dans les bandes VHF/UHF (47 MHz à 862 MHz) et supérieur à 32 dB dans la 1^e bande FI (950 MHz à 2 150 MHz). L'équipement utilisé dans la voie directe du réseau domestique doit être précisé conformément à la méthode de mesure à porteuses multiples décrites dans la CEI 60728-3:2010.

NOTE 1 Si le rapport porteuse à intermodulation du réseau domestique actif est supérieur à 76 dB dans les bandes VHF/UHF (47 MHz à 862 MHz) et à 35 dB dans la première bande FI (950 MHz à 2 150 MHz), les valeurs de HNI2 données en 7.3 de la CEI 60728-1:2014 peuvent être réduites de 1 dB.

NOTE 2 Si des porteuses cohérentes sont utilisées, des limites inférieures sont acceptables.

NOTE 3 Les produits d'intermodulation entre plusieurs canaux TV numériques rapprochés s'apparentant à du bruit aléatoire, cette intermodulation est prise en compte dans les mesures du rapport porteuse sur bruit.

NOTE 4 Il peut s'avérer nécessaire de régler le niveau de sortie maximal de l'amplificateur afin de s'assurer qu'il satisfait à l'exigence de 71 dB dans les bandes VHF/UHF.

5.9.3 Bruit d'intermodulation

Le niveau du bruit d'intermodulation généré dans le réseau domestique, de la HNI vers une prise d'abonné ou une entrée de terminal, dans un canal quelconque, doit être suffisamment inférieur aux limites de bruit données en 5.8 de la 60728-1:2014, afin que la contribution de l'altération générée par le réseau domestique ne dépasse pas 1 dB.

5.9.4 Transmodulation

A l'étude.

6 Conception et exemples de réseau domestique

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 doit être conçu de manière à satisfaire aux exigences énoncées ci-dessus.

6.2 Considérations de base relatives à la conception

6.2.1 Généralités

La conception du réseau domestique s'appuie sur les spécifications principales suivantes.

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

Les paragraphes et les tableaux suivants s'appliquent:

- niveaux de signal minimal et maximal tels qu'indiqués en 5.3.2, en 5.4.1 et au Tableau 4 et au Tableau 5 de la CEI 60728-1:2014;
- différences de niveau de signal maximales admises dans la plage de fréquences concernée, telles qu'indiquées en 5.4.2 et au Tableau 6 de la CEI 60728-1:2014 (12 dB dans la plage de fréquences comprise entre 47 MHz et 862 MHz pour PAL et SECAM, par exemple);
- si des câbles symétriques sont utilisés dans le réseau domestique, les niveaux de signal minimaux sont augmentés de 1 dB (voir le Tableau 45 de la CEI 60728-1:2014).

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

Les paragraphes et les tableaux suivants s'appliquent:

- niveaux de signal minimal et maximal en HNI1, tels qu'indiqués en 7.2.2.1, au Tableau 31 et au Tableau 32 de la CEI 60728-1:2014;
- niveaux de signal minimal et maximal en HNI2 et HNI3, tels qu'indiqués en 7.3.2.1, au Tableau 37 et au Tableau 38 de la CEI 60728-1:2014;
- différences de niveau de signal maximales admises dans la plage de fréquences concernée, telles qu'indiquées en 7.2.2.2 et au Tableau 33 de la CEI 60728-1:2014 pour HNI1, en 7.3.2.2 et au Tableau 39 de la CEI 60728-1:2014 pour HNI2 et HNI3 (7 dB dans la plage de fréquences comprise entre 47 MHz et 862 MHz pour PAL et SECAM, par exemple).

Ainsi les systèmes CATV/MATV/SMATV fournissent, entre autres, des signaux de télévision qui, dans le cas le plus défavorable, ont une pente de -7 dB au niveau de la HNI. Par conséquent, les exigences suivantes relatives au réseau domestique doivent être prises en compte.

NOTE Le signe de la pente est considéré:

- 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 domestique par câble du réseau domestique (entre la HNI et la prise d'abonné) doit atteindre jusqu'à 5 dB (dans la plage de fréquences comprise entre 47 MHz et 862 MHz), lorsque la réponse en fréquence de l'équipement, passif (répartiteur) ou actif (amplificateur), est uniforme.
- La pente de la liaison domestique par câble 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) ou actif (amplificateur) a une pente de compensation (c'est-à-dire jusqu'à +6 dB)
- La pente de la liaison domestique par câble du réseau domestique entre la HNI et l'entrée du terminal (y compris un cordon de raccordement d'une longueur de 2 m conformément à la série de normes CEI 60966) doit atteindre -5,6 dB lorsque la réponse en fréquence de l'équipement passif (répartiteur) ou actif (amplificateur) est uniforme, 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) ou actif (amplificateur), a une pente de compensation (c'est-à-dire jusqu'à +6 dB).

6.2.4.2 Niveau de signal HNI

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

- Les spécifications de niveau de signal de l'interface HNI1 sont jusqu'à 18 dB supérieures aux spécifications minimales de la prise d'abonné (78 dB(μV, par exemple) pour le cas de canaux analogiques avec un niveau de signal minimum de 60 dB(μV) au niveau de la prise d'abonné).
- Les spécifications de niveau de signal des interfaces HNI2 et HNI3 sont de 3 dB à 6 dB supérieures aux spécifications minimales de la prise d'abonné. Au niveau de la HNI, les systèmes CATV/MATV/SMATV peuvent présenter une pente positive allant de 0 dB à +12 dB, lorsque la HNI est située à proximité d'un amplificateur CATV/MATV/SMATV, ce qui est compatible avec deux types de câblage domestique normalisés (avec ou sans pente de compensation jusqu'à +6 dB). Cependant, le fait de bénéficier de tous les avantages de la pente positive au niveau de la HNI exige une analyse au cas-par-cas.

6.3 Considérations relatives à la mise en œuvre

La mise en œuvre d'un réseau domestique pour signaux BCT (technologies de radiodiffusion et de communication) exige des critères d'installation spéciaux et adaptés. Par conséquent, les recommandations suivantes doivent être respectées:

- a) dans les systèmes à câblage coaxial, il convient de privilégier le modèle d'interconnexion qui permet d'éviter un trop grand nombre de connexions en série qui peuvent avoir un impact négatif sur la qualité du signal;
- b) les câbles de liaison et les câbles de raccordement doivent être évités au profit d'une connexion directe des câbles de liaison permanente à l'équipement;
En tant que règle d'installation, il convient de laisser dépasser du mur un demi-mètre de câble.
- c) les connecteurs des équipements qui ne sont pas utilisés doivent être équipés d'une terminaison adaptée pour réduire au maximum les rayonnements, le captage et les ondulations en bande dus à des désadaptations.

Les paragraphes ci-dessous donnent des exemples généraux de différents types de réseau domestique: réseaux de distribution par câbles coaxiaux et/ou symétriques, réseaux à fibre optique en plastique ou en verre, liaisons sans fil au sein du réseau domestique, etc.

6.4 Réseaux domestiques avec câbles coaxiaux et symétriques

6.4.1 Généralités

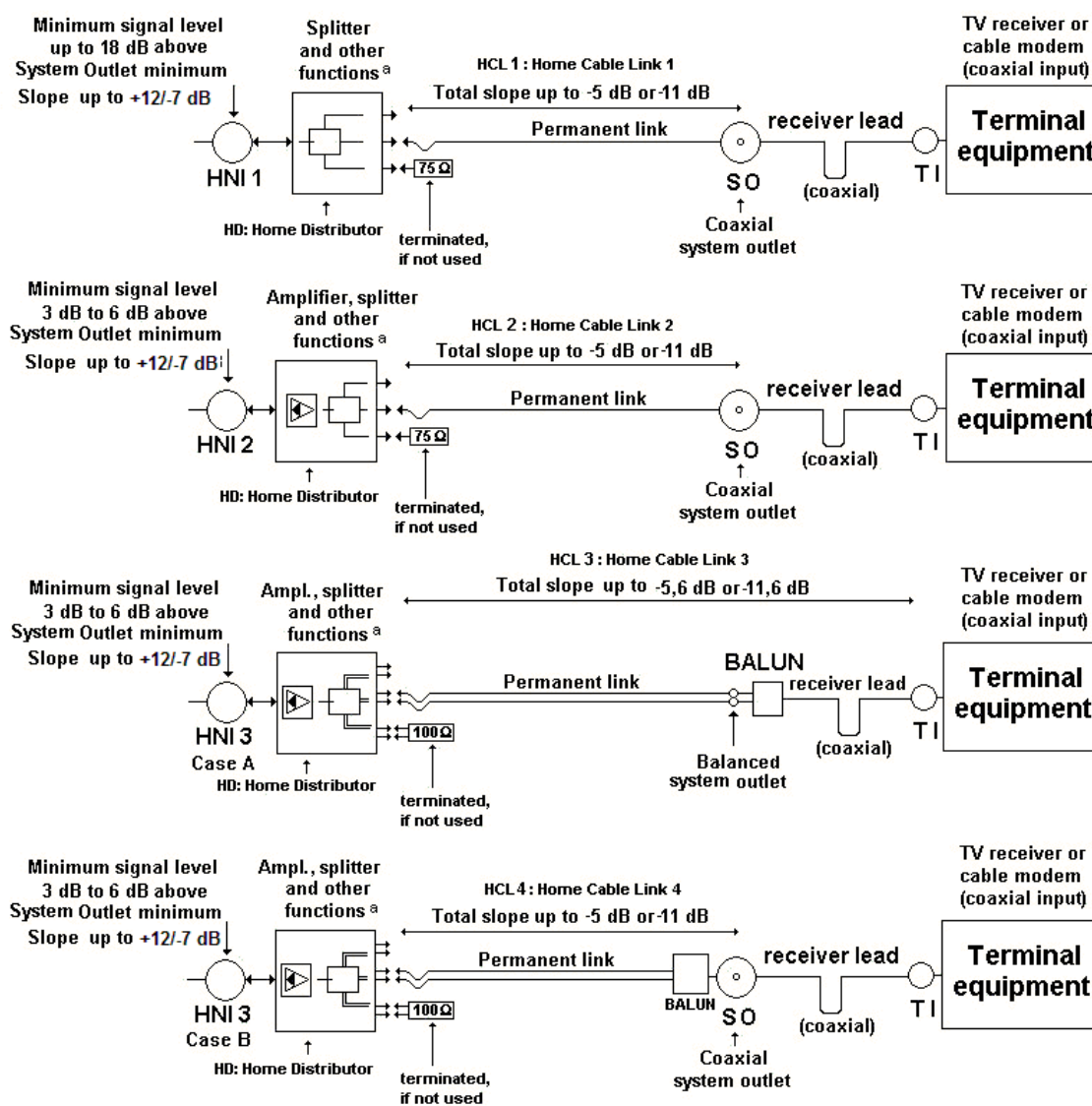
Ce paragraphe présente certaines considérations de base relatives à la conception de réseaux domestiques à câble coaxial et/ou symétrique ou d'autres types de liaisons utilisées à l'intérieur d'un appartement, pour transporter des signaux BCT fournis par un réseau de distribution par câbles CATV, MATV ou SMATV.

6.4.2 Exemples de réseaux

Sur la base des considérations de conception et d'installation données ci-dessus, la Figure 3 donne des exemples de mise en œuvre d'un réseau domestique.

Ces exemples illustrent:

- l'exigence principale en termes de niveau de signal (valeur maximale) et de pente (cas le plus favorable et cas le plus défavorable) au niveau de la HNI, et de la pente totale (cas le plus défavorable) autorisée dans le réseau domestique;
- l'installation d'une liaison permanente à l'aide d'un demi-mètre de câble dépassant du mur, afin de permettre une connexion directe à l'équipement sans câble de liaison ni câble de raccordement.



^a slope compensation of 0 dB or +6 dB.

IEC 2524/09

Légende

Anglais	Français
Minimum signal level up to 18 dB above System outlet minimum Slope up to +12/-7 dB	Niveau de signal minimal jusqu'à 18 dB au-dessus de la pente minimale de la prise d'abonné, jusqu'à +12/-7 dB
Splitter and other functions	Répartiteur et autres fonctions
HCL 1: Home cable link 1 Total slope up to -5 dB or -11 dB	HCL 1: liaison domestique par câble 1 Pente totale jusqu'à -5 dB ou -11 dB
Permanent link	Liaison permanente
Receiver lead	Cordon de raccordement
TV receiver or cable modem (coaxial input)	Récepteur TV ou modem par câble (entrée coaxiale)
Terminal equipment	Équipement terminal
HD: Home distributor	HD: Distributeur domestique
Terminated, if not used	Terminé, si non utilisé
Coaxial system outlet	Prise d'abonné coaxiale

Anglais	Français
Minimum signal level 3 dB to 6 dB above System outlet minimum Slope up to +12/-7 dB	Niveau de signal minimal 3 dB à 6 dB au-dessus Prise d'abonné minimale Pente jusqu'à +12/-7 dB
Amplifier, splitter and other functions ^a	Amplificateur, répartiteur et autres fonctions ^a
HCL 2: Home cable link 2 Total slope up to -5 dB or -11 dB	HCL 2: liaison domestique par câble 2 Pente totale jusqu'à -5 dB ou -11 dB
TV receiver or cable modem (coaxial input)	Récepteur TV ou modem par câble (entrée coaxiale)
Minimum signal level 3 dB to 6 dB above System outlet minimum Slope up to +12/-7 dB	Niveau de signal minimal 3 dB à 6 dB au-dessus Pente minimale de la prise d'abonné jusqu'à +12/-7 dB
Amplifier, splitter and other functions ^a	Amplificateur, répartiteur et autres fonctions ^a
Permanent link	Liaison permanente
BALUN	SYMÉTRISEUR
Balanced system outlet	Prise d'abonné symétrique
Receiver lead	Cordon de raccordement
HD: Home distributor	HD: Distributeur domestique
HCL 4: Home cable link 4 Total slope up to -5 dB or -11 dB	HCL 4: liaison domestique par câble 4 Pente totale jusqu'à -5 dB ou -11 dB
Slope compensation of 0 dB or +6dB	Compensation de pente de 0 dB ou +6 dB

Figure 3 – Exemples de mise en place de réseau domestique utilisant des câbles coaxiaux ou symétriques

6.4.3 Exemples de calculs

6.4.3.1 Généralités

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

La perte d'insertion de la liaison domestique par câble (HCL) est la somme des pertes du câblage fixe (liaison permanente), des cordons des équipements (cordon de raccordement), de la prise d'abonné et des symétriseurs utilisés. Les pertes du/des répartiteur(s) de puissance et le gain de l'amplificateur à proximité de la HNI ne font pas partie des "pertes 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 actifs ou passifs

Les spécifications de HNI1 et HNI2 (7.2 et 7.3 de la CEI 60728-1:2014) sont liées à un réseau domestique comportant des câbles coaxiaux et leurs connexions, dont la longueur totale L_{PL} (longueur de la 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 suivante (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 conformément à l'EN 50117-2-4)), en supposant une connexion directe du câble à l'équipement:

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

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 supposant un affaiblissement de la prise d'abonné (coaxial) de 0,5 dB.

NOTE Les valeurs données dans l'Equation (2) et les tableaux ne sont données qu'à titre d'exemple et peuvent varier avec l'utilisation d'autres types de câbles avec des paramètres spécifiques différents.

La perte d'insertion (dB) des liaisons domestiques 1 et 2 par câble (HCL1 et HCL2), y compris le cordon de raccordement de longueur L_{RL} dont les caractéristiques sont conformes à la série CEI 60966, mais sans câble de liaison ni câble de raccordement vers l'équipement, tel qu'énoncé au 6.3, est exprimée par la formule suivante:

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

6.4.3.3 Exemples de niveaux de signal dans un réseau domestique avec des câbles coaxiaux

6.4.3.3.1 Généralités

Afin d'évaluer le comportement du réseau domestique lorsque les signaux de télévision circulent dans la voie directe, les niveaux de signal aux points correspondants sont obtenus et apparaissent pour différentes fréquences, en tenant compte du pire cas de réseau domestique à câbles coaxiaux.

6.4.3.3.2 Réseaux domestiques passifs (HN) avec câbles coaxiaux

L'évaluation des niveaux de signal dans un réseau domestique passif exige de connaître les caractéristiques suivantes:

- les niveaux de signal ainsi que la pente à l'interface du réseau domestique (HNI1);
- l'affaiblissement du répartiteur en raison du nombre de prises d'abonné (SO) desservies, en tenant compte de l'isolement mutuel exigé;
- la longueur des câbles coaxiaux entre le distributeur domestique et la prise d'abonné;
- l'affaiblissement des prises d'abonné.

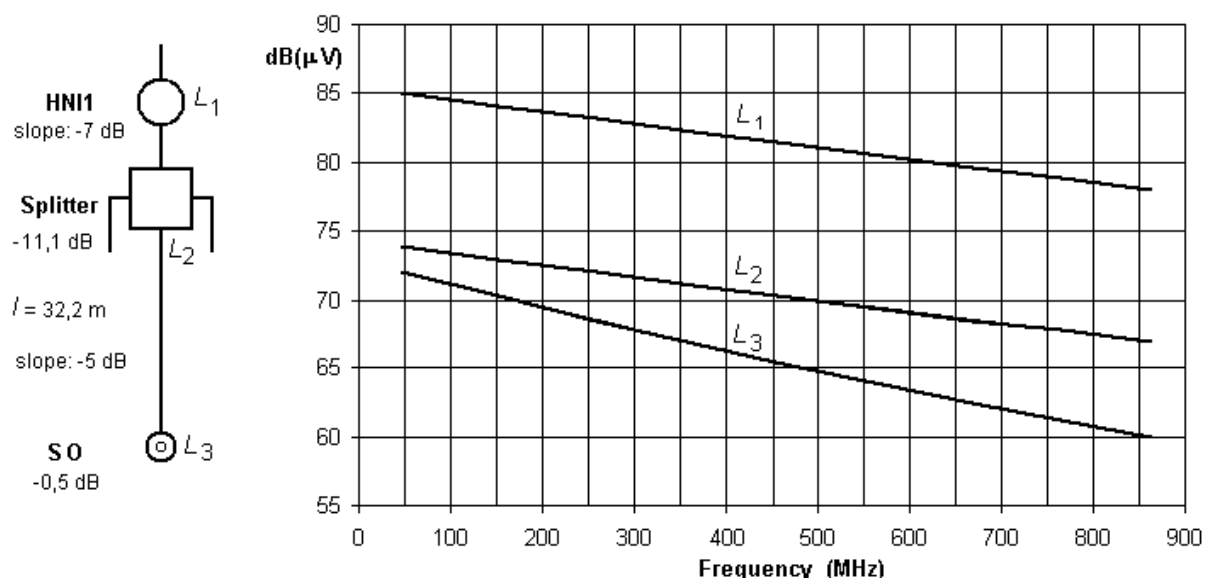
En supposant au niveau de HNI1

- une pente de -7 dB (cas le plus défavorable),
- un niveau de signal de 78 dB(μV) (+18 dB au dessus du niveau minimal de prise d'abonné) à 862 MHz,

la longueur maximale des câbles coaxiaux est de 32,2 m, comme indiqué au Tableau 5, pour introduire une pente qui n'est pas supérieure à -5 dB et afin de ne pas dépasser la pente de -12 dB au niveau de la prise d'abonné. L'affaiblissement du répartiteur avec une réponse uniforme est de 11,1 dB, comme indiqué également au Tableau 5.

Les niveaux de signal en 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 de HNI1 est de 85 dB(μ V) à 47 MHz, selon la pente de -7 dB (cas le plus défavorable) et qu'il est de 78 dB(μ V) à 862 MHz.



Ce schéma présente les niveaux de signal en HNI1 (L_1), à la sortie du répartiteur (L_2) et à la prise d'abonné (L_3), en supposant que le niveau fourni à HNI1 soit de +18 dB au-dessus du niveau minimal de la prise d'abonné à 862 MHz et que le répartiteur présente une réponse uniforme au-delà de la plage de fréquences.

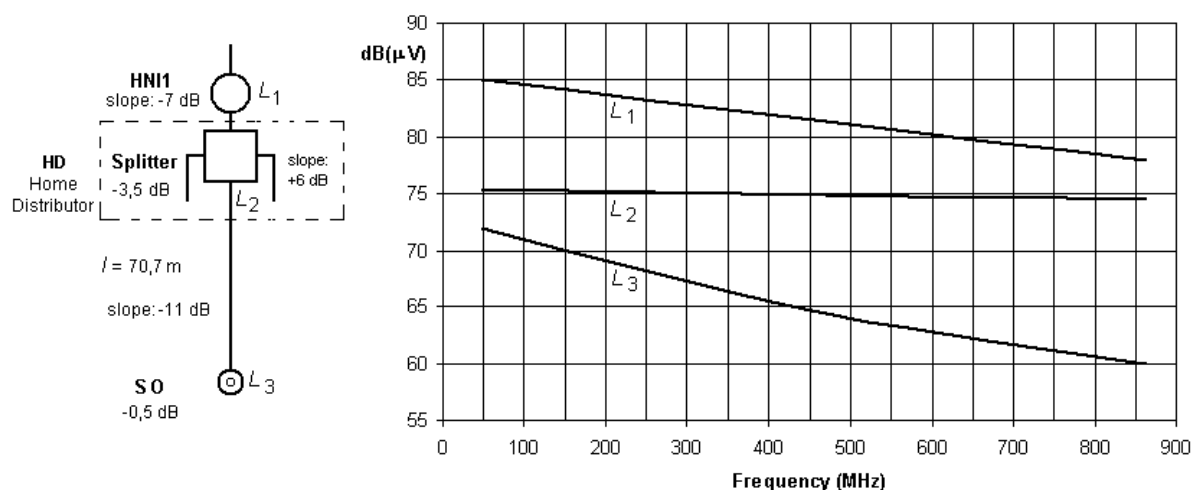
Légende

Anglais	Français
Splitter	Répartiteur
Frequency (MHz)	Fréquence (MHz)
Slope: -5 dB	Pente: -5 dB

Figure 4 – Niveaux de signal en HNI1 (réponse uniforme 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 dépasse pas 3,5 dB, mais que la longueur du câble maximale soit augmentée jusqu'à 70,7 m, comme indiqué au Tableau 6.

Les niveaux de signal en 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 indique les niveaux de signal en HNI1 (L_1), à la sortie du répartiteur (L_2) et à la prise d'abonné (L_3), en supposant que le niveau fourni à HNI1 soit de +18 dB au-dessus du niveau minimum de la prise d'abonné à 862 MHz et que le répartiteur possède une pente de compensation de +6 dB au-delà de la plage de fréquences.

Légende

Anglais	Français
Slope: 7 dB	Pente: 7 dB
Splitter 11,1 dB	Répartiteur 11,1 dB
Frequency (MHz)	Fréquence (MHz)

Figure 5 – Niveaux de signal à HNI1 (pente de compensation de +6 dB du répartiteur)

6.4.3.3.3 Réseaux domestiques actifs (HN) avec câbles coaxiaux

L'évaluation des niveaux de signal dans un réseau domestique actif exige de connaître les caractéristiques suivantes:

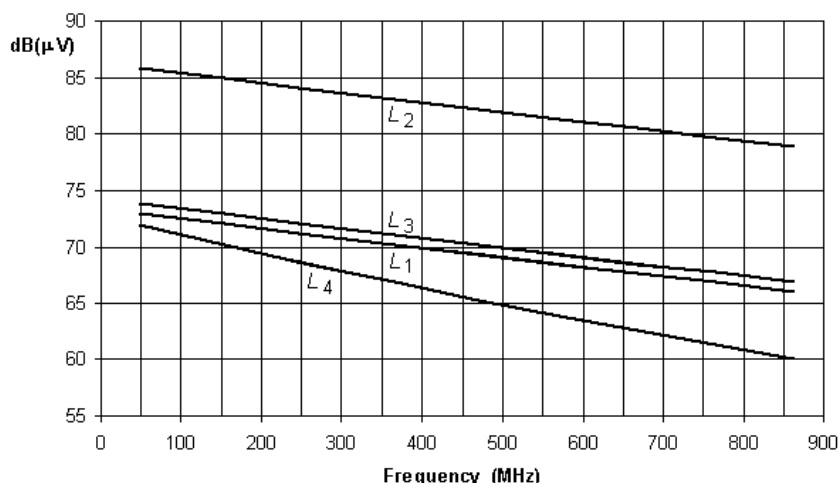
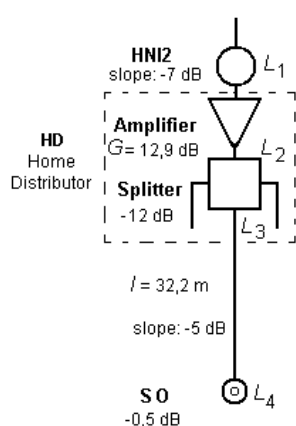
- les niveaux de signal ainsi que la pente à l'interface du réseau domestique (HNI2);
- le gain de l'amplificateur et l'affaiblissement du répartiteur résultant du nombre de prises d'abonné (SO) desservies, en tenant compte de l'isolement mutuel exigé;
- la longueur des câbles coaxiaux entre le distributeur domestique et la prise d'abonné;
- l'affaiblissement des prises d'abonné.

En supposant au niveau de HNI2

- une pente de -7 dB (cas le plus défavorable),
- un niveau de signal de 66 dB(μV) (+6 dB au dessus du niveau minimal de prise d'abonné) à 862 MHz,

la longueur maximale des câbles coaxiaux est de 70,7 m, comme indiqué au Tableau 5, pour introduire une pente qui n'est pas supérieure à -11 dB et qui ne dépasse pas la pente de -12 dB à la prise d'abonné. L'affaiblissement du répartiteur, avec une réponse uniforme, est de 12 dB, le gain de l'amplificateur étant de 12,9 dB, comme indiqué au Tableau 5.

Les niveaux de signal en 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 indique les niveaux de signal en 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 supposant que le niveau fourni à HNI2 soit de +6 dB au-dessus du niveau minimal de la prise d'abonné à 862 MHz et que l'amplificateur et le répartiteur présentent une réponse uniforme au-delà de la plage de fréquences.

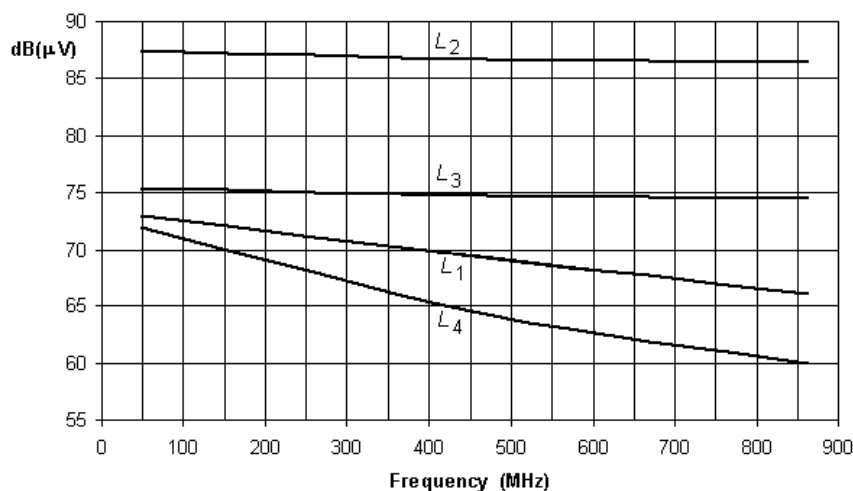
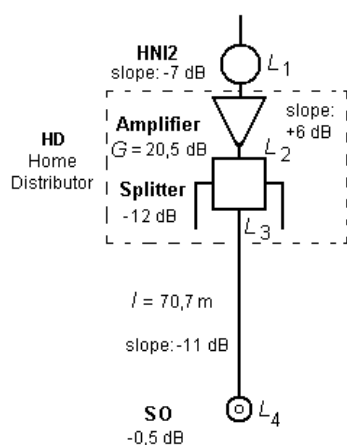
Légende

Anglais	Français
Slope: 7 dB	Pente: 7 dB
Splitter: 12 dB	Répartiteur: 12 dB
Amplifier: $G = 12,9$ dB	Amplificateur: $G = 12,9$ dB
Home distributor	Distributeur domestique
Frequency (MHz)	Fréquence (MHz)

Figure 6 – Niveaux de signal en HNI2 (L_1) (réponse uniforme 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 du câble peut atteindre 70,7 m, comme indiqué au Tableau 5.

Les niveaux de signal en 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.



Le schéma indique les niveaux de signal en 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 supposant que le niveau fourni à HNI2 soit de +6 dB au-dessus du niveau

minimal de la prise d'abonné à 862 MHz et que l'amplificateur et/ou le répartiteur présentent une pente de compensation de +6 dB au-delà de la plage de fréquences.

Légende

Anglais	Français
Amplifier	Amplificateur
Splitter	Répartiteur
HD: Home distributor	HD: Distributeur domestique
Slope	Pente
Frequency (MHz)	Fréquence (MHz)

Figure 7 – Niveaux de signal en HNI2 (pente de compensation de +6 dB du répartiteur/de l'amplificateur)

Tableau 4 – Exemple de mise en place de réseau domestique avec câblage coaxial (passif) entre HNI1 et la prise d'abonné

HNI1	Pente du répartiteur	Affaiblissement du répartiteur de distribution domestique	Longueur de liaison permanente maximale	Perte de la prise d'abonné	Perte d'insertion de la liaison domestique par câble 1 (HCL1) a					Pente HCL1 a	Pente HCL1 a
Niveau de signal au dessus de la valeur minimale de la prise d'abonné	dB b	dB	L _{PL}	dB	47	470	862	950	2 150	47 MHz à 862 MHz	950 MHz à 2 150 MHz
18	0	11,1	32,2	0,5	1,9	5,1	6,9	7,2	11,2	dB	dB
18	+6	3,5	70,7	0,5	3,5	10,5	14,5	15,2	24,0	-5,0	-4,0
a Liaison permanente plus prise d'abonné.											
b Dans le rare cas d'une pente positive de +7 dB au niveau de HNI1, le niveau de signal UHF (862 MHz) en HNI1 doit être légèrement supérieur à 80 dB(µV) pour les canaux de la Bande I afin de satisfaire aux exigences de niveau minimal, qui sont de 60 dB(µV) (47 MHz à la prise d'abonné) +1,9 dB (liaison permanente) +11,1 dB (répartiteur) +7 dB (pente positive HNI1) = 80 dB(µV)											

Tableau 5 – Exemple de mise en place d'un réseau domestique avec câblage coaxial (actif) entre HNI2 et la prise d'abonné

HNI2	Gain d'amplificateur	Pente d'amplificateur de répartiteur	Affaiblissement du répartiteur de distribution domestique	Longueur de liaison permanente maximale	Perte de la prise d'abonné	Perte d'insertion de la liaison domestique par câble 2 (HCL2) a					Pente HCL2 a	Pente HCL2 a
Niveau de signal au dessus de la valeur minimale de la prise d'abonné	dB	dB	dB	L _{PL}	dB	47	470	862	950	2 150	47 MHz à 862 MHz	950 MHz à 2 150 MHz
6	12,9	0	12,0	32,2	0,5	1,9	5,1	6,9	7,2	11,2	dB	dB
6	20,5	+6	12,0	70,7	0,5	3,5	10,5	14,5	15,2	24,0	-5,0	-4,0
3	15,8	0	12,0	32,2	0,5	1,9	5,1	6,9	7,2	11,2	-11,0	-8,8
3	23,5	+6	12,0	70,7	0,5	3,5	10,5	14,5	15,2	24,0	-5,0	-4,0
a Liaison permanente plus prise d'abonné.												-8,8

6.4.3.4 Différents types de réseaux domestiques (câbles symétriques) (Cas A et Cas B)

Les spécifications HNI3 (7.4 de la CEI 60728-1:2014) sont liées à un réseau domestique à paires de câbles symétriques de longueur totale L_{PL} (longueur de la liaison permanente) qui peut être calculée, en tenant compte de son affaiblissement et de la pente admise.

Dans le cas A de la Figure 3, il n'y a aucune prise d'abonné (SO) coaxiale mais une prise d'abonné symétrique (un connecteur de type RJ45, par exemple) et une connexion à l'entrée du terminal par un cordon de raccordement (coaxial) normalisé (série CEI 60966) comportant un symétriseur.

Le cordon de raccordement est supposé de satisfaire aux exigences de 5.3.1. La longueur de ce câble coaxial L_{RL} est censée être de 2 m.

L'affaiblissement (dB) de la liaison 3 du câble domestique (HCL3) jusqu'à l'entrée du terminal est donné par les formules suivantes (le modèle du câble symétrique correspond à un affaiblissement spécifique d'environ 62 dB/100 m à 1 GHz):

$$a_{HCL3A} = [L_{PL}/100] (1,645 \sqrt{f} + 0,01 f + 0,25/\sqrt{f}) + (0,04 \sqrt{f}) + a_{BO} + a_{BAL} + (0,08 + 0,4 L_{RL} (f/1\ 000)^{1/2}) \text{ [dB]} \quad (4)$$

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) comprise dans le cordon de raccordement.

Le terme: $0,08 + 0,4 L_{RL} (f/1\ 000)^{1/2}$ désigne le modèle d'affaiblissement (voir CEI 60966-2) pour le cordon de raccordement (coaxial) de longueur L_{RL} .

Les valeurs du Tableau 6 ont été obtenues en supposant 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 du terminal doit satisfaire au Tableau 45 de la CEI 60728-1:2014 (c'est-à-dire au moins 60 dB(μV) dans cette HNI3 cas A).

NOTE 1 L'augmentation de 1 dB du niveau de signal minimal à l'entrée du terminal par rapport à l'ensemble des cas coaxiaux constitue une petite provision en cas de défaillance résultant d'un facteur d'adaptation plus faible des composants symétriques.

NOTE 2 Dans ce cas, les affaiblissements résultant des connecteurs symétriques (ou des connexions) à chacune des extrémités de la liaison permanente sont normalement de $0,04 \sqrt{f}$.

Pour le cas B de la Figure 3, présentant une prise d'abonné coaxiale (SO) mais aucun câble de raccordement ni câble de liaison dans la connexion à l'équipement, l'affaiblissement de la liaison permanente à la prise d'abonné est donné par la formule suivante (le modèle du 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 coaxiale (SO) en dB,

a_{BAL} est la perte du symétriseur (en dB) comprise dans la prise d'abonné.

Les valeurs du Tableau 7 ont été obtenues en supposant que les affaiblissements de la prise d'abonné (SO) (coaxiale) et de son symétriseur sont tout deux de 0,5 dB.

Les niveaux de signal minimaux à la prise d'abonné doivent satisfaire au Tableau 45 de la CEI 60728-1:2014 (c'est-à-dire au moins 61 dB(μV) dans ce cas B HNI3).

NOTE 3 L'augmentation de 1 dB du niveau de signal minimal à la **prise d'abonné** par rapport à l'ensemble des cas coaxiaux constitue une petite provision en cas de défaillance résultant d'un facteur d'adaptation plus faible des composants symétriques.

NOTE 4 Dans ce cas, les affaiblissements (dB) résultant des connecteurs symétriques (ou des connexions) de chacune des extrémités de la liaison permanente sont normalement de $0,04 \sqrt{f}$.

6.4.3.5 Exemples de niveaux de signal dans un réseau domestique avec des câbles symétriques (cas B)

Afin d'évaluer le comportement du HN lorsque les signaux de télévision circulent dans la voie directe, les niveaux de signal aux points correspondants sont obtenus et apparaissent pour différentes fréquences en prenant en compte le pire cas de HN avec des câbles coaxiaux (cas B).

NOTE Pour un HN comportant des câbles symétriques (Cas A), les niveaux de signal sont très similaires et n'apparaissent donc pas ici.

L'évaluation des niveaux de signal dans un réseau domestique nécessite de connaître les caractéristiques suivantes:

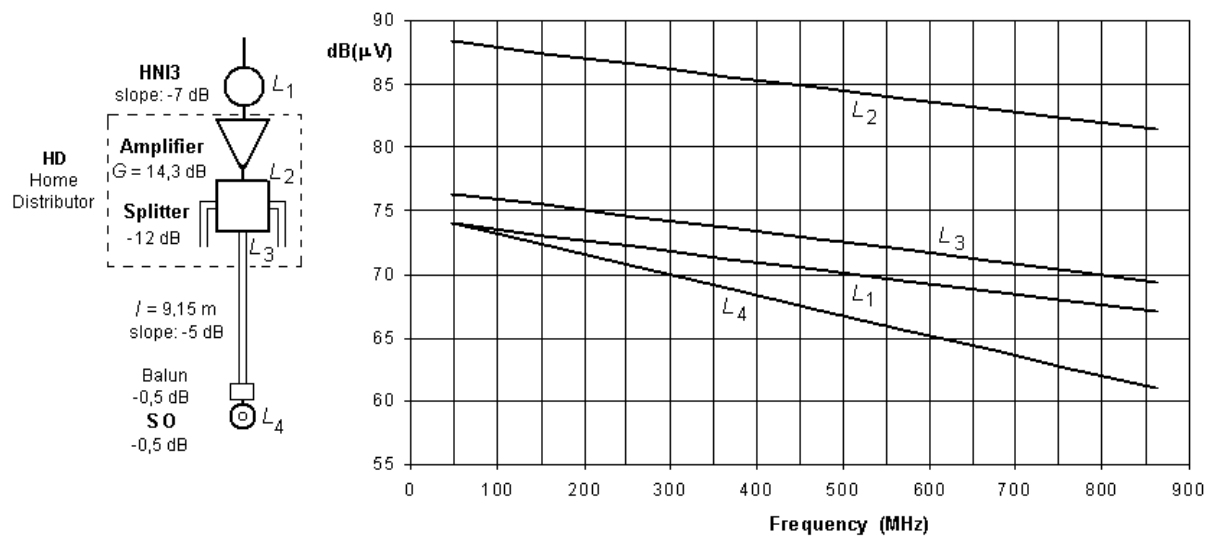
- les niveaux de signal ainsi que la pente à l'interface du réseau domestique (HNI3);
- le gain de l'amplificateur et l'affaiblissement du répartiteur résultant du nombre de prises d'abonné (SO) desservies, en tenant compte de l'isolement mutuel exigé;
- la longueur des paires de câbles symétriques du distributeur domestique (HD) jusqu'aux SO;
- l'affaiblissement des prises d'abonné.

En supposant au niveau de HNI3

- une pente de -7 dB (cas le plus défavorable),
- un niveau de signal de 66 dB(μV) (+6 dB au dessus du niveau minimal de prise d'abonné) à 862 MHz,

la longueur maximale des paires de câbles symétriques est de 9,15 m, afin d'introduire une pente inférieure ou égale à -5 dB et afin de ne pas dépasser la pente de -12 dB aux SO. L'affaiblissement du répartiteur, avec une réponse uniforme, est de 12 dB, le gain de l'amplificateur étant de 14,3 dB, comme indiqué au Tableau 5.

Les niveaux de signal en 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 indique les niveaux de signal en 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), en supposant que le niveau fourni à HNI3 soit de +6 dB au-dessus du niveau minimal de la prise d'abonné à 862 MHz et que le répartiteur et/ou l'amplificateur présentent une réponse uniforme au-delà de la plage de fréquences.

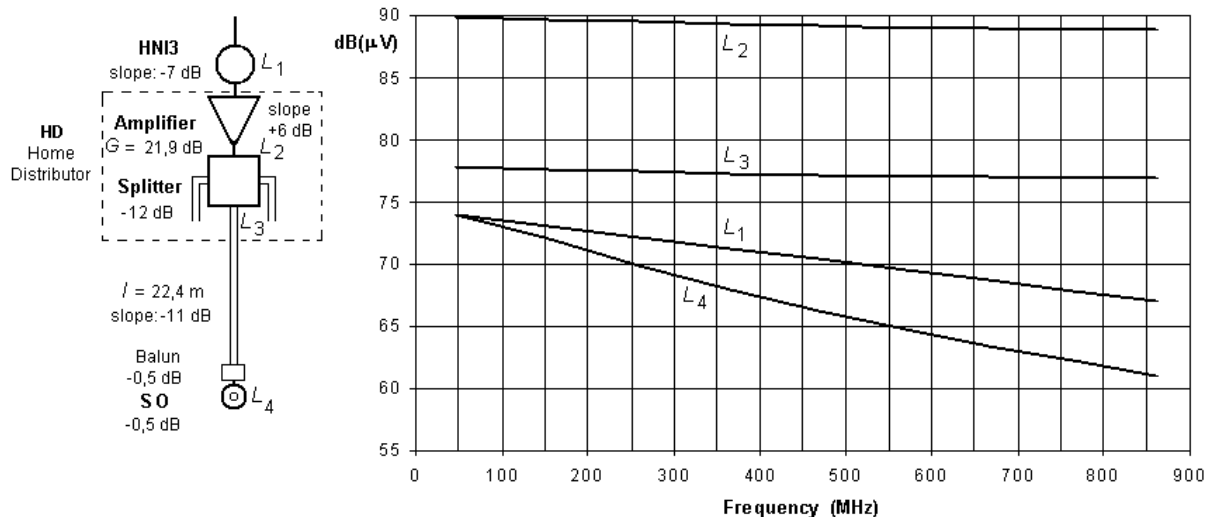
Légende

Anglais	Français
Amplifier	Amplificateur
Splitter	Répartiteur
HD: Home distributor	HD: Distributeur domestique
Slope	Pente
balun	Symétriseur
Frequency (MHz)	Fréquence (MHz)

Figure 8 – Niveaux de signal en HNI3 (réponse uniforme 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 du câble peut atteindre 22,4 m, comme indiqué au Tableau 7.

Les niveaux de signal en 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 9.



Le schéma indique les niveaux de signal en 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), en supposant que le niveau fourni en HNI3 soit de +6 dB au-dessus du niveau minimum de la prise d'abonné à 862 MHz et que le répartiteur et/ou l'amplificateur présentent une pente de compensation de +6 dB au-delà de la plage de fréquences.

Légende

Anglais	Français
Amplifier	Amplificateur
Splitter	Répartiteur
HD Home distributor	HD: Distributeur domestique
Slope	Pente
Balun	Symétriseur
Frequency (MHz)	Fréquence (MHz)

Figure 9 – Niveaux de signal en HNI3 (pente de compensation de +6 dB du répartiteur/de l'amplificateur)

Tableau 6 – Exemple de mise en place d'un réseau domestique avec une paire de câbles symétriques (active)
entre HNI3 et l'entrée coaxiale du terminal (cas A)

HNI3 (cas A) Niveau de signal minimal ^a en HNI3 au dessus du niveau minimal à la prise d'abonné dB	Gain d'amplificateur minimal dB	Pente d'amplificateur ou de répartiteur dB	Affaiblissement du répartiteur de distribution domestique dB	Longueur de la liaison permanente L_{PL} m	Longueur du cordon de raccordement L_{RL} m	Perte des prises d'abonné et des symétriseurs ^b dB	Perte d'insertion de la liaison domestique par câble 3 (HCL3) dB			Pente HCL3 47 MHz à 862 MHz dB
							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 Le niveau de signal HNI3 peut se trouver largement au-dessus de la valeur minimale. Certains affaiblissements sélectionnables ou accordables peuvent alors être exigés à l'entrée de l'amplificateur de gain de 25 dB (avec une pente de compensation de 6 dB) et ainsi satisfaire aux exigences relatives au brouillage à fréquences multiples (5.9.2) de 71 dB. Pour HNI3, cas A, le niveau d'entrée du terminal est d'au moins 60 dB(μV).										
^b 1 dB pour les deux ensembles.										

Tableau 7 – Exemple de mise en place d'un réseau domestique avec une paire de câbles symétriques (actif) entre HNI3 et l'entrée de la prise d'abonné (Cas B)

HNI3 (cas B) Niveau de signal minimal ^a en HNI3 au dessus du niveau minimal à la prise d'abonné dB	Gain d'amplificateur minimal ^b dB	Pente d'amplificateur ou de répartiteur dB	Affaiblissement du répartiteur de distribution domestique dB	Longueur de la liaison permanente L_{PL} m	Perte des prises d'abonné et des symétriseurs dB	Perte d'insertion de liaison domestique par câble 4 (HCL4) ^c dB			Pente HCL4 ^c 47 MHz à 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 Le niveau de signal HNI3 peut se trouver largement au-dessus de la valeur minimale, certains affaiblissements sélectionnables ou accordables pouvant alors être exigés à l'entrée du gain de 25 dB de l'amplificateur (avec une pente de compensation de 6 dB) et ainsi satisfaire aux exigences relatives au brouillage à fréquences multiples (5.9.2) de 71 dB.									
^b Le gain de l'amplificateur pour HNI3, cas B, est calculé pour livrer au moins 61 dB(µV) au niveau de la prise d'abonné coaxiale afin de réduire les effets de disparité de la paire des composants symétriques (en ondulation de 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 du câble utilisée pour la liaison domestique par câble dépend du type de câble utilisé et du type et du nombre de connecteurs, de symétriseurs, etc. qui ont été introduits. Ces longueurs sont essentiellement liées à la pente maximale autorisée dans les câbles. Les longueurs de ces câbles sont plus importantes dans le cas de câbles à affaiblissement spécifique plus bas (dB/100 m).

Sur ces tableaux apparaissent également:

- L'affaiblissement maximal autorisé pour le répartiteur, tenant compte du signal délivré par la HNI1 (réseau domestique coaxial passif). L'affaiblissement du répartiteur avec réponse uniforme (Tableau 4) peut être d'environ 11 dB (division jusqu'à 8 voies), si la longueur maximale de la liaison permanente est de 32 m. Si la réponse de compensation de pente de l'une des sorties du répartiteur est de +6 dB, avec un affaiblissement à 862 MHz d'environ 3,5 dB, comme pour le répartiteur bidirectionnel, mais qu'il est de 9,5 dB à 47 MHz, la longueur de la liaison permanente connectée à cette sortie peut être de 70 m.
- Le gain exigé pour l'amplificateur domestique est compris entre 12,8 dB et 24,9 dB (avec ou sans pente), en prenant en compte le signal délivré par la HNI2 (réseau domestique coaxial actif) ou par la HNI3 (réseau domestique actif avec des paires de câbles symétriques) ainsi que l'affaiblissement de 12 dB du répartiteur (Tableau 5, Tableau 6 et Tableau 7).

En général, les pertes pour les répartiteurs de puissance (connecteurs F, isolement 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 du cas le plus défavorable à 862 MHz). Par conséquent, 8 prises d'abonné peuvent être installées pour un total de 11 dB à 12 dB pour les répartiteurs domestiques (voir Tableau 4, Tableau 5, Tableau 6 et Tableau 7).

Par conséquent, les exemples cités peuvent mener aux considérations générales suivantes.

- Les spécifications de HNI1 permettent de mettre en place des câblages domestiques passifs comportant jusqu'à 8 prises d'abonné à l'intérieur du logement lorsque le réseau CATV/MATV est optimisé afin de délivrer à HNI1 au moins 78 dB(μ V) à 862 MHz (ou 80 dB(μ V) dans le rare cas d'une pente de +7 dB, dont le niveau de porteuse de 47 MHz constitue les limites du paramètre). L'isolement mutuel minimal exigé de 22 dB entre deux prises d'abonné doit également être respecté.
- Les spécifications de HNI2 et de HNI3 sont compatibles avec plusieurs options des amplificateurs domestiques de 13 dB à 25 dB, afin d'alimenter les câblages domestiques avec 8 à 10 prises d'abonné au maximum à l'intérieur du logement (un isolement mutuel minimal exigé de 22 dB entre deux prises d'abonné doit également être respecté).
- Une compensation de la pente de +6 dB établie dans le répartiteur du domicile augmente les longueurs autorisées de la liaison permanente jusqu'à environ 70 m pour les câbles coaxiaux et jusqu'à environ 22 m pour les cas de câbles symétriques.
- Les cas plus complexes, pour lesquels la pente du câblage domestique est inférieure à -11 dB, exigent une conception et une technique au cas-par-cas, avec plusieurs compensations de pente en cascade afin de compenser les pertes de la liaison du câble de la maison (HCL) et/ou l'égalisation au niveau de la HNI en tenant compte de la pente délivrée par le réseau CATV/MATV/SMATV à la HNI du logement.

L'isolement mutuel minimal exigé entre deux récepteurs de télévision appartenant au même logement est de 22 dB (voir 5.4.3). La valeur réelle de l'isolement mutuel est obtenue en ajoutant à l'isolement du répartiteur deux fois la perte d'insertion VHF/UHF de la liaison permanente. Par conséquent, si le répartiteur lui-même présente un isolement de 22 dB, une valeur comprise entre environ 26 dB en VHF (fréquence inférieure) et environ 34 dB en UHF (fréquence supérieure) peut être obtenue.

Les répartiteurs de puissance asymétriques (les affaiblissements de 2 dB et 8 dB, par exemple) peuvent se révéler utiles lorsque les longueurs des liaisons permanentes sont très différentes (par exemple, 10 m et 40 m). Les associations telles qu'un répartiteur bidirectionnel suivi d'un répartiteur tridirectionnel peuvent supporter des longueurs dites "longues" pouvant atteindre 70 m (coaxial), ainsi que trois longueurs plus courtes jusqu'à 32 m (coaxial).

Les exigences en amont dont fait l'objet l'amplificateur domestique bidirectionnel sont à l'étude. Il est suggéré de s'appuyer sur un gain minimal de 10 dB visant à compenser la perte d'insertion.

6.4.5 Conception du réseau domestique dans un système d'antennes collectives

Le cas d'un niveau de signal élevé en HNI1 (de 78 dB(μV, par exemple) à 80 dB(μV) à 862 MHz) correspond à une conception d'antennes collectives optimisée lorsqu'il n'existe aucun amplificateur domestique, mais un seul amplificateur collectif (au niveau de la tête de réseau du système à antennes collectives de l'immeuble ou dans la cage d'escalier) permettant aux résidents de mettre en place un câblage étendu passif chez eux. Il peut s'agir de la conception la plus pratique et la plus confortable pour les résidents des appartements.

NOTE En prenant en compte la disponibilité des amplificateurs de réseau à haute puissance, il est préférable d'augmenter le niveau à la HNI jusqu'aux niveaux de signal de la HNI1 maximaux autorisés, afin d'éviter les éléments actifs au sein du réseau domestique.

6.4.6 Exemples de voies de retour

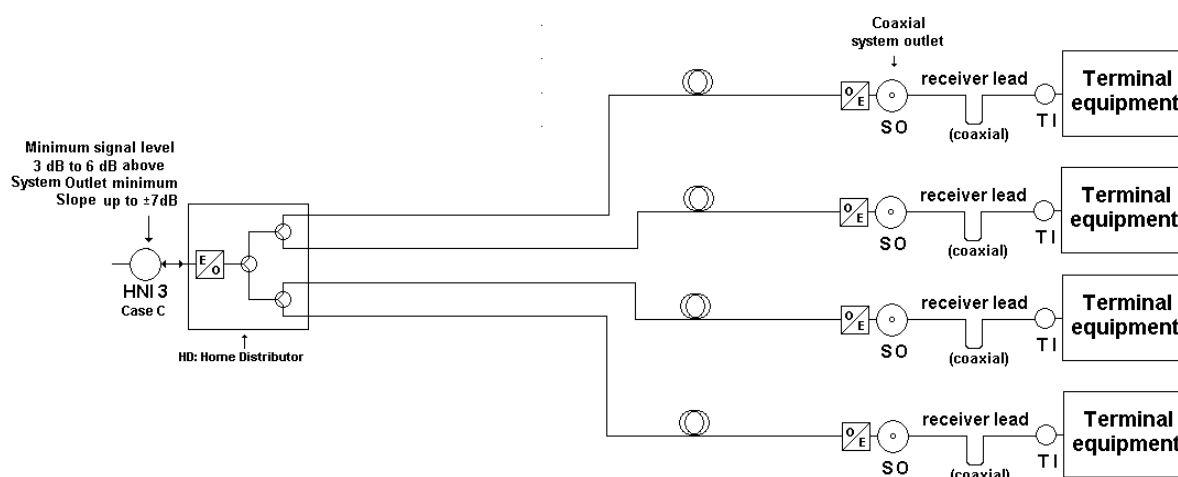
A l'étude.

6.5 Différents types de réseaux domestiques (Cas C HNI3) (réseau optique en fibres de verre ou en fibres plastiques)

Ce type de réseau domestique utilise des fibres optiques de verre ou plastique. L'émetteur optique (E/O) est placé au niveau de la HNI et le récepteur optique (O/E), à l'entrée de chaque équipement terminal.

Les exigences de la HNI2 (7.3 de la CEI 60728-1:2014) quant au niveau de signal électrique et aux autres paramètres de qualité (différences de niveau de porteuse, réponse en fréquence, bruit aléatoire, brouillage avec les chaînes de la télévision, etc.), s'appliquent également à la HNI3, Cas C.

Un exemple de réseau domestique utilisant des fibres optiques est présenté à la Figure 10.



IEC 2531/09

Légende

Anglais	Français
Minimum signal level 3 dB to 6 dB above System Outlet minimum Slope up to ± 7 dB	Niveau minimal du signal 3 dB à 6 dB au-dessus Pente minimale de la prise d'abonné jusqu'à ± 7 dB
HD: Home distributor	HD: Distributeur domestique
Coaxial system outlet	Prise d'abonné coaxiale
Receiver lead	Cordon de raccordement
Terminal equipment	Équipement terminal
coaxial	coaxial

Figure 10 – Exemple de réseau domestique utilisant des fibres optiques

La longueur de la fibre ainsi que le nombre de répartiteurs tiennent compte des caractéristiques d'affaiblissement de la fibre optique, de la puissance optique délivrée par la source optique (DEL, Laser, etc.) de l'émetteur optique, et de la puissance optique exigée au niveau du récepteur optique, soit devant chaque prise d'abonné (coaxiale) ou à l'entrée de chaque équipement terminal, généralement dans la plage comprise entre -3 dB(mW) et -10 dB(mW).

Le niveau et la qualité du signal électrique délivré à chaque prise d'abonné doivent satisfaire aux exigences de la CEI 60728-1. Une émission bidirectionnelle peut être obtenue en utilisant deux fibres optiques séparées ou la technique MRL (multiplexage par répartition en longueur d'onde).

6.6 Différents types de réseaux domestiques (Cas D HNI3)**6.6.1 Généralités**

Ce réseau domestique utilise différents types de liaison afin de transporter les signaux à partir et à destination de l'entrée/la sortie audio/vidéo (numérique) et des données d'un équipement terminal. Le Cas D considère que, dans la voie descendante, les signaux sont émis à partir d'un boîtier de terminaison (NTU; placé au niveau de la HNI) jusqu'à l'équipement terminal et dans la voie montante à partir de l'équipement terminal (modem par câble, par exemple) jusqu'à la NTU.

Les exigences indiquées pour HNI2 (7.4 de la CEI 60728-1:2014) quant au niveau de signal électrique et aux autres paramètres de qualité (différences de niveau de porteuse, réponse en

fréquence, bruit aléatoire, brouillages avec les chaînes de la télévision, etc.) s'appliquent également à la HNI3, cas D.

6.6.2 Liaisons sans fil au sein du réseau domestique

Le cas D s'applique également, entre autres, lorsque les signaux de la télévision ainsi que les services bidirectionnels sont répartis à l'intérieur du domicile à l'aide des liaisons sans fil.

En général, un réseau de distribution par câbles coaxiaux en arbre dessert l'ensemble des pièces où la réception de la télévision est exigée. Le réseau domestique numérique est préférable pour la plupart des nouvelles installations numériques audio et vidéo telles que les PVR, les PC faisant office de PVR, les écrans plats comportant une interface réseau, les postes de télévision à écran plat, etc. Cependant, pour ces applications, l'installation d'un réseau à domicile de Cat5/Cat6/Cat7 pour des paires de câbles Ethernet torsadés présente quelques inconvénients d'un point de vue pratique.

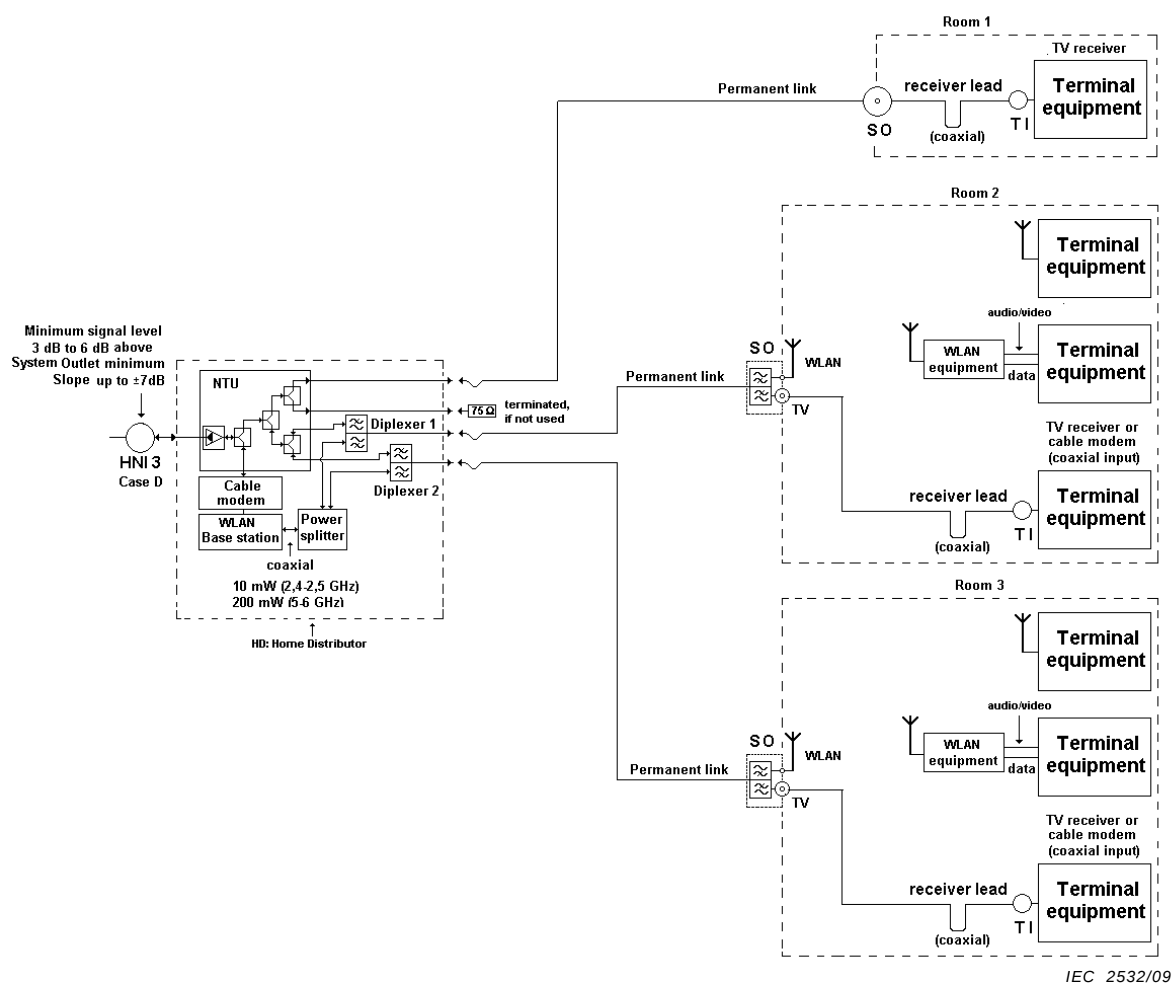
Pour cette raison, le réseau de radiocommunication utilisant l'équipement IEEE 802.11 (WLAN) est devenu très populaire, avec des adaptateurs PCMCIA sur les ordinateurs portables ou installés à l'intérieur, avec des concentrateurs WLAN connectés ou intégrés à des modems par câble ou ADSL.

L'utilisation de la norme IEEE 802.11 pour délivrer et mettre en réseau des services audio et vidéo est cependant limitée par une couverture radio faible (sols et plafonds en béton, etc.) (voir l'Annexe A), ce qui limite le débit disponible à seulement quelques Mbit/s, suffisant pour transmettre des données et accéder à Internet, mais pas pour les services audio et vidéo exigeant un débit d'au moins 10 Mbit/s.

L'extension du câblage coaxial domestique à 6 GHz a pour objectif d'obtenir une couverture des bandes sans fil sans licence de bonne qualité à l'intérieur du domicile, grâce à un concentrateur et à plusieurs antennes murales alimentées à partir de ce câblage. La norme IEEE 802.11a/e (jusqu'à 54 Mbit/s) peut ainsi transporter des signaux audio, vidéo ainsi que des données numériques (ou les signaux audio et vidéo ainsi que les services de données associés) et fournissant des services aux installations personnelles, portables et domestiques IEEE 802.11b/g.

Sur cette base, le réseau domestique coaxial peut être utilisé (voir Figure 11):

- a) entre un routeur domestique (station de base WLAN) (situé à l'interface HD et à l'interface du connecteur F) et les installations (interface du connecteur F) telles qu'un boîtier décodeur ou des postes de télévision numériques. Dans ce cas, la liaison est au dessus du câble coaxial;
- b) entre un routeur domestique (station de base WLAN) (situé à l'interface HD et à l'interface du connecteur F) et des émetteurs de micro-ondes placés dans les pièces choisies. Dans ce cas, la liaison est en partie assurée par le réseau coaxial (les premiers vingt à trente mètres) et en partie aérienne ("les cinq derniers mètres"), éventuellement avec un champ de visibilité entre le radiateur et l'installation portable autorisée par l'IEEE 802.11, connectée ou incluse à l'équipement terminal.



Légende

Anglais	Français
Room 1	Pièce 1
Permanent link	Liaison permanente
Receiver lead	Cordon de raccordement
TV receiver	Poste TV
Terminal equipment	Équipement terminal
Coaxial	Coaxial
Room 2	Pièce 2
Room 3	Pièce 3
Minimum signal level 3 dB to 6 dB above System outlet minimum Slope up to ± 7 dB	Niveau de signal minimal 3 dB à 6 dB au-dessus Pente minimale de la prise d'abonné jusqu'à ± 7 dB
Cable modem	Modem par câble
Diplexer 1	Diplexeur 1
Terminated if not used	Terminé, si non utilisé
Data	Données
WLAN equipment	Équipement WLAN
TV receiver or cable modem (coaxial input)	Poste TV ou modem par câble (entrée coaxiale)

Anglais	Français
Receiver lead	Cordon de raccordement
WLAN Base station	Station de base WLAN
Power splitter	Répartiteur de puissance
Diplexer 2	Diplexeur 2
HD: Home distributor	HD: Distributeur domestique
audio/video	audio/vidéo

Figure 11 – Exemple de réseau domestique utilisant une connexion avec fil et une connexion sans fil

6.6.3 Applications de l'IEEE 802.11 (WLAN)

Etant donné que, dans la bande sans licence comprise entre 2 400 MHz et 2 483 MHz, il n'existe que trois canaux disponibles n'interférant pas, la dernière Conférence Mondiale des Radiocommunications (qui a eu lieu en 2003) a attribué la plupart de la bande de 5 GHz à 6 GHz à ces services sans licence moyennant certaines exigences, afin de limiter les défaillances possibles relatives à la réception par radar ou par satellite.

La disposition de la norme IEEE 802.11a/e dans la bande de 5 GHz à 6 GHz, avec qualité des services, peut être utilisée pour la transmission audio et vidéo, 10 à 20 canaux (selon les règlements nationaux) étant disponibles. Le brouillage entre canaux provenant du voisinage ou d'utilisateurs itinérants est moins probable qu'avec les 3 canaux de l'IEEE 802.11b/g. Un canal stable sans erreur à débit binaire élevé doit transporter les images TV dans la plage comprise entre 2 Mbit/s et 10 Mbit/s. Cependant, il existe des préoccupations concernant la qualité des services, même à domicile, en raison d'une faible propagation à travers les murs, les sols et les plafonds dans la bande 5 GHz à 6 GHz, étant donné que les gains sur les antennes sont très petits sur la plupart des installations commercialisées aujourd'hui.

Des installations personnelles telles que des magnétophones portatifs ou des téléphones peuvent fournir, en plus de l'interface USB/Ethernet, une interface WLAN afin de garantir une utilisation sans fil à domicile ou au bureau. Les mécanismes d'authentification et de sécurité sont actuellement développés pour la communication voix et données en milieu professionnel, incluant une fonctionnalité d'itinérance basée sur une IP mondiale.

Certaines améliorations de la qualité de la couverture peuvent être obtenues en introduisant MIMO sur les bases et les clients (IEEE 802.11 n) (voir Annexe C).

6.6.4 Bandes disponibles de la plage de fréquences comprise entre 2 GHz et 6 GHz

La limite de PIRE dans la bande comprise entre 2,4 GHz et 2,5 GHz est de 100 mW, et de 1 000 mW en intérieur dans la bande comprise entre 5 GHz et 6 GHz dans la plupart des pays d'Europe, voire parfois à 10 mW en extérieur ou même en intérieur. Les limites recommandées dans le CEPT 70-03 sont indiquées au Tableau 8.

La DFS (sélection dynamique de fréquence) et le TPC (contrôle puissance de transmission) sont exigés pour protéger certaines bandes de transmission radar. Ils peuvent également être pris en compte pour empêcher les brouillages avec les réseaux sans fil des logements voisins.

Tableau 8 – Limite de PIRE maximale selon le CEPT ERC 70-03

Bande de fréquences MHz	PIRE mW	Autres conditions
2 400 à 2 454	100	Harmonisé
2 400 à 2 483	100	A l'intérieur
	10	A l'extérieur; des limites nationales peuvent s'appliquer
5 150 à 5 250	200	A l'intérieur seulement
5 250 à 5 350	200	A l'intérieur seulement; DFS et TPC
5 470 à 5 725	1 000	A l'intérieur tout comme à l'extérieur; puissance de l'émetteur <250 mW
5 725 à 5 875	25	Des limites nationales peuvent s'appliquer

Les sources de brouillage dans ces bandes sans licence peuvent être

- a) IEEE 802.16 (WiMax) qui a été conçu pour couvrir une large zone et peut utiliser les parties des bandes mentionnées ci-dessus autorisées à l'extérieur (mais qui peuvent être soumises aux mêmes limites de puissance),
- b) UWB (Ultralarge bande) limitée à -41 dB (mW/MHz) à l'intérieur (au connecteur de l'antenne) dans la plage comprise entre 3 100 MHz à 10 600 MHz.

6.6.5 Principales caractéristiques d'un signal WLAN

Bien qu'on ne puisse faire l'économie de se référer à la norme IEEE 802.11 pour bien comprendre toutes ses caractéristiques, un petit résumé est établi ci-dessous.

Dans la norme IEEE 802.11a/g, la modulation est de type OFDM avec 52 sous-porteuses, 64 points FFT (y compris les pilotes), le code de convolution $K = 7$, $R = 1/2$, $2/3$, $3/4$, entrelacement et décodage Viterbi; les profils exigés sont

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

Transmission maximale/réception minimale en général à partir/à destination des bribes sont

- puissance transmise: 16 dB(mW),
- puissance reçue: -88 dB(mW) ou -93 dB(mW) (la spécification est de -85 dB(mW))
pour 6 Mbit/s
 -70 dB(mW) pour 54 Mbit/s.

La capacité disponible avec TCP ou UDP pour 1 500 paquets d'octets et sans aucune erreur est indiquée au Tableau 9.

Tableau 9 – Capacité disponible du signal WLAN

Signal WLAN Norme IEEE	Nombre de canaux maximal	Modulation	Nominale Mbit/s	TCP Mbit/s	UDP Mbit/s
802.11 b	3	CCK	11	5,9	7,1
802.11 b/g	3	CCK, OFDM	54	11,4	11,5
802,11 a	19	OFDM	54	24,4	30,5
802,11 n	–	DSSS, OFDM	<200	–	–

Les valeurs indiquées au Tableau 9 sont dégradées de manière significative lorsque la visibilité n'est plus disponible et montre une coupure entre 30 m et 70 m (avec la puissance maximale autorisée de l'émetteur en amont).

6.6.6 Principales caractéristiques des câbles coaxiaux

Les câbles coaxiaux domestiques sont définis par l'EN 50117, dans laquelle les principaux paramètres sont cités. L'affaiblissement par 100 m de câbles peut être de 19 dB à 800 MHz, d'environ 36 dB à 2 483 MHz et de 62 dB à 5 875 MHz.

6.6.7 Caractéristiques des signaux WLAN au niveau de la prise d'abonné

6.6.7.1 Niveau du signal WLAN

Le niveau du signal WLAN délivré à la prise d'abonné (antenne) ne doit pas être inférieur aux valeurs données au Tableau 10, c'est-à-dire à –30 dB(mW) dans la bande de fréquences comprise entre 2,4 GHz et 2,5 GHz, et à –23 dB(mW) dans la bande de fréquences comprise entre 5 GHz et 6 GHz, afin d'obtenir un débit binaire minimal de 6 Mbit/s sur une distance d'espace libre de 5 m. Si un débit binaire de 54 Mbit/s est exigé, le niveau du signal ne doit pas être inférieur à –16 dB(mW) dans la bande de fréquences comprise entre 2,4 GHz et 2,5 GHz, et à –8 dB(mW) dans la bande de fréquences comprise entre 5 GHz et 6 GHz. Si la distance d'espace libre à partir de l'antenne ne dépasse pas 1 m, le débit binaire maximal de 54 Mbits/s peut être obtenu avec un signal supérieur ou égal –30 dB(mW) dans la bande de fréquence comprise entre 2,4 GHz et 2,5 GHz et supérieure ou égale à –23 dB(mW) dans la bande de fréquence comprise entre 5 GHz et 6 GHz.

Tableau 10 – Niveau minimal du signal à la prise d'abonné (antenne WLAN)

Débit binaire Mbit/s	Distance d'espace libre m	Niveau minimal du signal à une prise d'abonné (antenne WLAN) dB(mW)	
		Bande de fréquences 2,4 GHz à 2,483 GHz	Bande de fréquences 5,150 GHz à 5,875 GHz
6	5	–30	–23
54	5	–16	–8
54	1	–30	–23

Il convient que les niveaux maximal et minimal du signal à la prise TV satisfassent aux exigences indiquées en 5.4 de la CEI 60728-1:2014.

6.6.7.2 Débit binaire disponible WLAN

Le débit binaire minimal doit être de 6 Mbit/s. Il convient d'admettre un débit binaire de 54 Mbit/s à une distance réduite de l'antenne. L'équipement WLAN peut utiliser le contrôle dynamique de la puissance (DPC) ainsi que la sélection dynamique de la fréquence (DFS) comme spécifié par la norme IEEE 802.11h.

6.6.7.3 Isolement entre la prise WLAN (antenne) et la prise coaxiale

L'isolement minimal entre les prises WLAN et coaxiale doit être compris entre 100 dB et 75 dB dans la plage de fréquences comprise entre 47 MHz et 862 MHz (voir l'Annexe B). Des valeurs plus importantes peuvent être exigées si des gains d'antenne plus importants sont utilisés afin d'augmenter la puissance rayonnée (PIRE) de l'antenne.

6.6.7.4 Spécification de l'antenne WLAN

Le gain d'antenne ne doit pas être inférieur à -3 dB. Si des gains d'antenne plus importants sont utilisés, il convient d'augmenter l'isolement (6.6.7.3) en conséquence. La puissance rayonnée maximale (PIRE) doit être conforme aux réglementations nationales ou européennes de la CEPT.

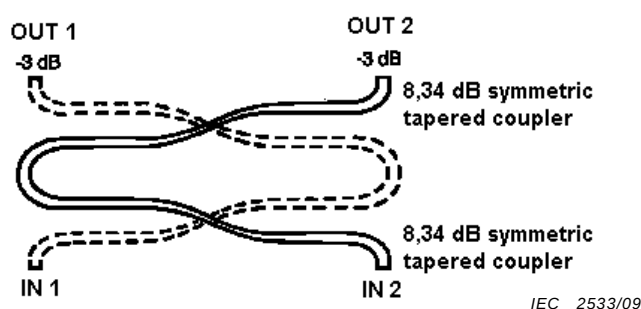
L'impédance de sortie de l'équipement et celle du connecteur auquel l'antenne est associée doivent être conçues de manière à atteindre la même impédance que celle de l'antenne dans la plage de fréquences correspondante.

6.6.8 Caractéristiques des signaux au niveau de la prise d'abonné TV

Le niveau et la qualité du signal délivré à chaque prise d'abonné doivent satisfaire aux exigences de la CEI 60728-1:2014.

6.6.9 Exemples de diplexeur et de répartiteur de puissance à proximité de la HNI

Les diplexeurs et répartiteurs de puissance utilisés pour coupler l'interface WLAN au réseau domestique de distribution (Figure 11) peuvent être obtenus par une cascade de coupleurs de 3 dB afin de fournir une connectivité directe de pièce à pièce. Un exemple de ce type de coupleur est présenté à la Figure 12 où est utilisée une interconnexion tandem de deux coupleurs symétriques coniques de 8,34 dB.



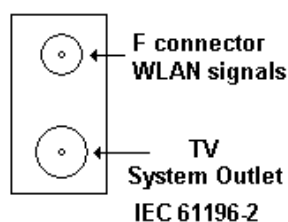
Légende

Anglais	Français
Out 1	SORTIE 1
Out 2	SORTIE 2
8,34 dB symmetric tapered coupler	Coupleur symétrique conique 8,34 dB

Figure 12 – Exemple de coupleur (coupleur tandem) permettant d'insérer des signaux WLAN dans le réseau domestique de distribution

6.6.10 Exemple de prise d'abonné pour connecteur TV coaxial et antenne WLAN

Un exemple de prise d'abonné à connecteur coaxial pour la connexion TV directe (via le cordon de raccordement) et connecteur pour antenne WLAN est présenté à la Figure 13.



IEC 2534/09

Légende

Anglais	Français
F connector WLAN signals	Signaux WLAN du connecteur F
TV system outlet IEC 61196-2	Prise TV CEI 61196-2

Figure 13 – Exemple de prise d'abonné pour connecteur TV coaxial et antenne WLAN

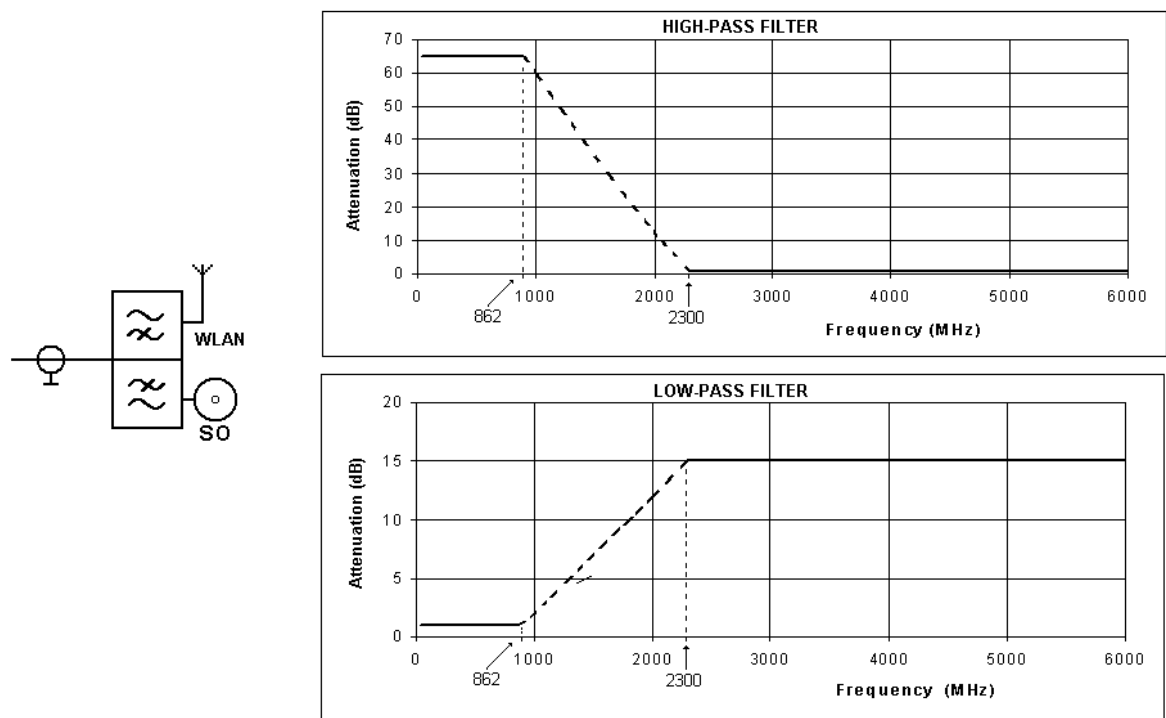
Cela peut être mis en œuvre via un filtre répartissant les bandes comportant un filtre passe haut et un filtre passe bas connectés ensemble à l'accès par câble coaxial de 75 Ω . Il convient que le filtre passe haut présente un affaiblissement important (voir Annexe B) en dessous de 900 MHz, pour s'assurer que l'immunité de l'ensemble du réseau domestique n'est pas réduite par le radiateur WLAN. Le connecteur F pour les bandes WLAN est entièrement couplé au guide d'onde, et une grande partie de la puissance va au dispositif rayonnant. Il convient que le filtre passe bas (en dessous de 862 MHz) connecté à la prise TV entraîne un affaiblissement dans la plage comprise entre 10 dB et 15 dB dans les bandes WLAN, pour permettre la connexion d'un boîtier décodeur avec des données dans les bandes WLAN au même connecteur que le poste de télévision.

6.6.11 Exemples de connexion WLAN dans les réseaux domestiques

6.6.11.1 Généralités

Des exemples de connexions WLAN utilisant les réseaux domestiques sont présentés afin d'évaluer la perte maximale résultant de la partie de la liaison du câble ou incluant également la partie sans fil de ces connexions, selon la structure du réseau domestique décrite à la Figure 11.

La prise d'abonné, alimentée par un câble coaxial est censée répartir les signaux dans un radiateur WLAN (filtre passe haut) et dans une prise TV (filtre passe bas). Les principales propriétés des filtres sont indiquées à la Figure 14. L'affaiblissement du filtre passe haut en dessous de 862 MHz est considéré comme étant supérieur à 65 dB (voir également Annexe B). L'affaiblissement du filtre passe bas dans les bandes WLAN (2 300 MHz à 6 000 MHz) est censé être d'environ 15 dB.



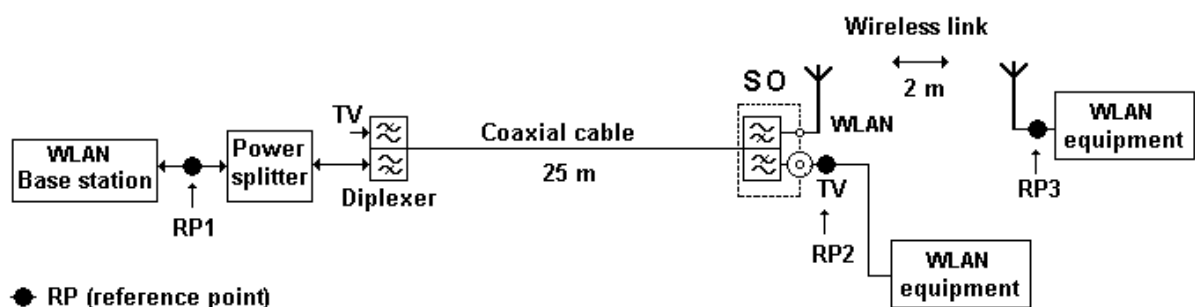
IEC 2535/09

Légende

Anglais	Français
HIGH-PASS FILTER	FILTRE PASSE-HAUT
Attenuation (dB)	Affaiblissement (dB)
Frequency (MHz)	Fréquence (MHz)
LOW-PASS FILTER	FILTRE PASSE-BAS

Figure 14 – Propriétés supposées des filtres dans la prise d’abonné

Les exemples suivants de connexion WLAN au réseau domestique sont étudiés. Ils font référence à la liaison entre les points de référence (RP) indiqués à la Figure 15.



IEC 2536/09

Légende

Anglais	Français
WLAN base station	Station de base WLAN
Power splitter	Répartiteur de puissance
Diplexer	Diplexeur
Coaxial cable	Câble coaxial
Wireless link	Liaison sans fil
WLAN equipment	Équipement WLAN
RP (reference point)	Point de référence

Figure 15 – Points de référence pour les exemples de calcul de la perte de liaison ou du bilan de la liaison

6.6.11.2 Perte entre une prise d'abonné (prise TV) et le récepteur de la station de base WLAN

Cet exemple présente la perte à partir d'un équipement WLAN directement connecté à la prise d'abonné (prise TV) (RP2 sur la Figure 15) jusqu'à l'entrée du récepteur de la "station de base WLAN" (RP1 sur la Figure 15).

La perte entre la prise d'abonné (prise TV) et l'entrée de la station de base WLAN peut être calculée en tenant compte de la somme des affaiblissements dus à la prise TV, au câble coaxial (longueur de 25 m), au diplexeur et au répartiteur de puissance de la station de base WLAN, comme indiqué au Tableau 11, pour les bandes de fréquences comprises entre 2,4 GHz et 2,5 GHz et entre 5 GHz et 6 GHz.

Tableau 11 – Perte entre la prise d'abonné et la station de base WLAN

Dispositifs en cascade	Bande de fréquences 2,4 GHz à 2,483 GHz	Bande de fréquences 5,150 GHz à 5,875 GHz
Perte de la prise TV	15 dB	15 dB
Perte du câble coaxial (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Perte du diplexeur et du répartiteur de puissance	10 dB	10 dB
<i>Perte totale</i>	<i>34,1 dB</i>	<i>40,5 dB</i>

6.6.11.3 Connexion directe entre deux prises d'abonné (prises TV)

Cet exemple présente deux équipements WLAN fonctionnant dans deux pièces différentes et directement connectés à la prise d'abonné (prise TV). Dans ce cas, la station de base WLAN centrale est supposée fonctionner comme un point d'accès WLAN.

La liaison totale est censée être composée de deux sous-liaisons: l'une partant de l'émetteur de l'équipement WLAN (RP2 dans la Figure 15) jusqu'au récepteur de la station de base

WLAN (RP1 dans la Figure 15), et l'autre partant de l'émetteur de la station de base WLAN (RP1 dans la Figure 15) jusqu'au récepteur de l'équipement WLAN (RP2 dans la Figure 15) dans une pièce différente.

La première liaison part d'un équipement WLAN et tient compte de l'émetteur de l'équipement WLAN, de la prise d'abonné (la prise TV), du câble coaxial (25 m de long), du diplexeur et du répartiteur de puissance (perte de 10 dB) jusqu'au récepteur de la station de base WLAN".

La deuxième liaison part de la station de base WLAN et tient compte de l'émetteur de la station de base WLAN, du diplexeur et du répartiteur de puissance (perte de 10 dB) de la station de base WLAN, du câble coaxial (25 m de long) et de la prise d'abonné (prise TV) jusqu'au récepteur WLAN.

Chaque bilan de liaison est indiqué au Tableau 12 pour les bandes de fréquences comprises entre 2,4 GHz et 2,5 GHz et entre 5 GHz et 6 GHz.

Tableau 12 – Connexion directe entre deux prises d'abonné (prises TV)

Dispositifs en cascade	Bande de fréquences 2,4 GHz à 2,483 GHz	Bande de fréquences 5,150 GHz à 5,875 GHz
Première liaison: de la prise d'abonné à la station de base		
Puissance de l'émetteur de l'équipement WLAN	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Perte de la prise TV	15 dB	15 dB
Perte du câble coaxial (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Perte du diplexeur et du répartiteur de puissance	10 dB	10 dB
<i>Puissance reçue par la station de base</i>	<i>-24,1 dB (mW)</i>	<i>-17,5 dB(mW)</i>
Deuxième liaison: de la station de base à la prise d'abonné		
Puissance transmise par la station de base	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Perte du diplexeur et du répartiteur de puissance	10 dB	10 dB
Perte du câble coaxial (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Perte de la prise TV	15 dB	15 dB
<i>Puissance reçue par l'équipement WLAN</i>	<i>-24,1 dB (mW)</i>	<i>-17,5 dB(mW)</i>
^a 1 W peut être utilisé dans une partie restreinte de la bande.		

6.6.11.4 Bilan de liaison entre un équipement WLAN et la station de base WLAN

Cet exemple présente le bilan de liaison entre un équipement WLAN rayonnant vers l'antenne murale et le récepteur de la station de base WLAN.

La liaison est considérée entre l'émetteur de l'équipement WLAN (RP3 sur la Figure 15) et le récepteur de la station de base WLAN (RP1 sur la Figure 15) dans le cas d'une liaison sans fil (2 m), l'antenne réceptrice murale, la prise WLAN, le câble coaxial (25 m de long), ainsi que le diplexeur et le répartiteur de puissance de la station de base WLAN.

Chaque bilan de liaison est indiqué au Tableau 13 pour les bandes de fréquences comprises entre 2,4 GHz et 2,5 GHz et entre 5 GHz et 6 GHz.

Tableau 13 – Bilan de liaison entre un équipement WLAN et la station de base WLAN

Dispositifs en cascade	Bande de fréquences 2,4 GHz à 2,483 GHz	Bande de fréquences 5,150 GHz à 5,875 GHz
Puissance de l'émetteur de l'équipement WLAN	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Perte de la liaison sans fil (2 m)	46,4 dB	53,8 dB
Perte de l'antenne réceptrice	3 dB	3 dB
Perte de la prise WLAN	2 dB	2 dB
Perte du câble coaxial (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Perte du diplexeur et du répartiteur de puissance	10 dB	10 dB
<i>Puissance reçue par la station de base</i>	<i>-60,5 dB (mW)</i>	<i>-64,3 dB(mW)</i>
^a 1 W peut être utilisé dans une partie restreinte de la bande.		

6.6.11.5 Connexion sans fil entre deux équipements WLAN

Cet exemple présente une connexion de deux équipements WLAN sans fil dans la même pièce ou dans deux pièces différentes. Dans ce cas, la station de base WLAN centrale est supposée fonctionner comme un point d'accès WLAN.

La liaison est censée être composée de deux sous-liaisons: l'une partant de l'émetteur de l'équipement WLAN (RP3 dans la Figure 15) jusqu'au récepteur de la station de base WLAN (RP1 dans la Figure 15), et l'autre partant de l'émetteur de la station de base WLAN (RP1 dans la Figure 15) jusqu'à un récepteur de l'équipement WLAN (RP3 dans la Figure 15) dans la même pièce ou dans une pièce différente.

La première liaison part d'un équipement WLAN et tient compte l'émetteur de l'équipement WLAN, de la liaison sans fil (2 m), de l'antenne réceptrice murale, de la prise WLAN, du câble coaxial (25 m de long), du diplexeur et du répartiteur de puissance (perte de 10 dB) jusqu'au récepteur de la station de base WLAN.

La deuxième liaison part de la station de base WLAN et tient compte de l'émetteur de la station de base WLAN, du diplexeur et du répartiteur de puissance (perte de 10 dB) de la station de base WLAN, du câble coaxial (25 m de long), de la prise d'abonné WLAN, de l'antenne d'émission murale et de la liaison sans fil (2 m) jusqu'au récepteur de l'équipement WLAN.

Chaque bilan de liaison est indiqué au Tableau 14 pour les bandes de fréquences comprises entre 2,4 GHz et 2,5 GHz et entre 5 GHz et 6 GHz.

Tableau 14 – Connexion sans fil entre deux équipements WLAN

Dispositifs en cascade	Bande de fréquences 2,4 GHz à 2,483 GHz	Bande de fréquences 5,150 GHz à 5,875 GHz
Première liaison: A partir de l'équipement WLAN jusqu'à la station de base		
Puissance de l'émetteur de l'équipement WLAN	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Perte de la liaison sans fil (2 m)	46,3 dB	53,8 dB
Perte de l'antenne réceptrice	3 dB	3 dB
Perte de la prise WLAN	2 dB	2 dB
Perte du câble coaxial (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Perte du diplexeur et du répartiteur de puissance	10 dB	10 dB
<i>Puissance reçue par la station de base</i>	<i>-60,5 dB (mW)</i>	<i>-64,3 dB(mW)</i>
Deuxième liaison: de la station de base à l'équipement WLAN		
Puissance transmise par la station de base	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Perte du diplexeur et du répartiteur de puissance	10 dB	10 dB
Perte du câble coaxial (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Perte de la prise WLAN	2 dB	2 dB
Perte de l'antenne rayonnante	3 dB	3 dB
Perte de la liaison sans fil (2 m)	46,4 dB	53,8 dB
<i>Puissance reçue par l'équipement WLAN</i>	<i>-60,5 dB(mW)</i>	<i>-64,3 dB(mW)</i>
^a 1 W peut être utilisé dans une partie restreinte de la bande.		

6.6.11.6 Connexion d'une prise d'abonné (prise TV) à un équipement WLAN

Cet exemple présente un équipement WLAN directement connecté à une prise d'abonné (prise TV) à un autre équipement WLAN sans fil. Dans ce cas, la station de base WLAN centrale est supposée fonctionner comme un point d'accès WLAN.

La liaison totale est censée être composée de deux sous-liaisons: l'une partant de l'émetteur de l'équipement WLAN (RP3 dans la Figure 15) jusqu'au récepteur de la station de base WLAN (RP1 dans la Figure 15), et l'autre partant de l'émetteur de la station de base WLAN (RP1 dans la Figure 15) jusqu'à un récepteur de l'équipement WLAN (RP3 dans la Figure 15) dans la même pièce ou dans une pièce différente.

La première liaison part d'un équipement WLAN et tient compte de l'émetteur de l'équipement WLAN, de la prise d'abonné (prise TV), du câble coaxial (25 m de long), du diplexeur et du répartiteur de puissance (affaiblissement de 10 dB) jusqu'au récepteur de la station de base WLAN.

La deuxième liaison part de la station de base WLAN et tient compte de l'émetteur de la station de base WLAN, du diplexeur et du répartiteur de puissance (perte de 10 dB) de la station de base WLAN, du câble coaxial (25 m de long), ainsi que de la liaison sans fil (2 m) jusqu'au récepteur de l'équipement WLAN.

Chaque bilan de liaison est indiqué au Tableau 15 pour les bandes de fréquences comprises entre 2,4 GHz et 2,5 GHz et entre 5 GHz et 6 GHz.

Tableau 15 – Connexion d'une prise d'abonné jusqu'à un équipement WLAN

Dispositifs en cascade	Bande de fréquences 2,4 GHz à 2,483 GHz	Bande de fréquences 5,150 GHz à 5,875 GHz
Première liaison: de la prise d'abonné à la station de base		
Puissance de l'émetteur de l'équipement WLAN	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Perte de la prise TV	15 dB	15 dB
Perte du câble coaxial (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Perte du diplexeur et du répartiteur de puissance	10 dB	10 dB
<i>Puissance reçue par la station de base</i>	<i>-24,1 dB(mW)</i>	<i>-17,5 dB(mW)</i>
Deuxième liaison: de la station de base à l'équipement WLAN		
Puissance transmise par la station de base	+10 dB(mW)	+23 dB(mW) ^a
Perte du diplexeur et du répartiteur de puissance	10 dB	10 dB
Perte du câble coaxial (25 m)	9,1 dB	15,5 dB
Perte de la prise WLAN	2 dB	2 dB
Perte de l'antenne rayonnante	3 dB	3 dB
Perte de la liaison sans fil (2 m)	46,4 dB	53,8 dB
<i>Puissance reçue par l'équipement WLAN</i>	<i>-60,5 dB(mW)</i>	<i>-64,3 dB(mW)</i>
^a 1 W peut être utilisé dans une partie restreinte de la bande.		

Annexe A (informative)

Liaisons sans fil par rapport aux liaisons avec fil

A.1 Généralités

Il est utile de comparer les pertes de la liaison dans le cas d'une liaison sans fil et d'une liaison à câble coaxial afin de comprendre l'avantage que présente l'utilisation de connexions avec câbles coaxiaux et sans fil par rapport à des connexions uniquement sans fil.

A.2 Liaisons sans fil

L'affaiblissement engendré par une liaison sans fil (affaiblissement de l'espace libre) peut être calculé en s'appuyant sur la formule suivante:

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

où

W_R est le niveau de puissance reçue,

W_T est la puissance de l'émetteur,

G_T est le gain de l'antenne émettrice,

G_R est le gain de l'antenne réceptrice,

λ est la longueur d'onde de la liaison hertzienne,

R est la distance entre l'antenne réceptrice et l'antenne émettrice.

Cette formule est valide lorsque $R > 2 D^2/\lambda$ où D est la dimension de l'antenne.

La perte de la liaison sans fil (WLL) entre l'entrée d'antenne côté émetteur et la sortie d'antenne côté récepteur dans l'espace libre peut être calculée, en dB, en tenant compte de la fréquence ($f = v/\lambda$) et de la distance (R):

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

à $f = 2,483 \text{ GHz}$ ($\lambda = 0,12 \text{ m}$) est de $-20 \lg(\lambda/4\pi) = +40,3 \text{ dB}$, alors que

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

De manière plus générale, les valeurs de WLL peuvent être calculées en utilisant la formule suivante:

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

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

R étant exprimé en mètres et n désignant l'exposant de propagation, comme suit:

$n = 2$ espace libre,

$n = 4,5$ domestique,

$n = 3,3$ bureau ouvert.

En ce qui concerne la propagation au sein du domicile à 5,875 GHz avec $R = 10$ m, $n = 4,5$, la perte du chemin est désignée par $WLL = 92,8$ dB.

Les valeurs courantes pour l'affaiblissement des murs et des sols sont

- contreplaqué = 4 dB,
- béton = 10 dB à 15 dB.

Cela signifie que, pour une distance d'espace libre de 10 m, le terme $+20 \lg(R)$ est +20 dB, tandis qu'à l'intérieur d'un immeuble, cet affaiblissement devient: +35 dB à +45 dB si un ou deux murs ou sols sont placés au travers de la connexion à liaison sans fil.

Par conséquent, la perte totale de la liaison sans fil peut être comprise entre 75 dB et 85 dB à 2,5 GHz et dans la plage comprise entre 83 dB et 93 dB à 5,875 GHz.

En considérant une puissance transmise (PIRE) de 10 mW (+10 dB(mW)) dans la bande comprise entre 2,4 GHz et 2,483 GHz, respectivement 200 mW (23 dB(mW)) dans la bande comprise entre 5,15 GHz et 5,875 GHz, il convient que la puissance reçue ne soit pas inférieure à:

–85 dB(mW) à 6 Mbit/s

–70 dB(mW) à 54 Mbit/s

la distance maximale R peut être calculée:

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

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

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

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

Les distances maximales (R) couvertes par une liaison sans fil dans un espace libre ($n = 2$) et à l'intérieur d'un domicile ($n = 4,5$) sont indiquées au Tableau A.1.

**Tableau A.1 – Distance maximale pour une liaison sans fil (WLAN)
dans un espace libre ou à l'intérieur d'un domicile**

Débit binaire Mbit/s	Distance maximale R m			
	2,4 GHz à 2,483 GHz		5,150 GHz à 5,875 GHz	
	Espace libre $n = 2$	A l'intérieur du domicile $n = 4,5$	Espace libre $n = 2$	A l'intérieur du domicile $n = 4,5$
6	541	16,4	1 021	21,7
54	96,1	7,6	181,5	10,1

A.3 Liaisons filaires

Si une combinaison de liaisons avec et sans fil est utilisée, la distance maximale à l'intérieur d'un domicile peut être évaluée en tenant compte des éléments suivants.

La perte de liaison sans fil à l'intérieur d'une pièce peut être évaluée en considérant une distance maximale de 5 m et une propagation dans l'espace libre. Par conséquent, la perte de liaison (WLL) à 5 m est:

$$WLL (5 \text{ m}) = 54,3 \text{ dB} \quad \text{à } 2,483 \text{ GHz}$$

$$WLL (5 \text{ m}) = 61,8 \text{ dB} \quad \text{à } 5,875 \text{ GHz}$$

En considérant que la puissance injectée dans le câble par le dispositif WLAN est de 10 mW (10 dB(mW)) dans la bande comprise entre 2,4 GHz et 2,483 GHz, et de 200 mW (23 dB(mW)) dans la bande comprise entre 5,15 GHz et 5,875 GHz, mais qu'elle est réduite de 10 dB en raison des pertes du diplexeur et du répartiteur de puissance WLAN, la valeur maximale de la perte du câble (CL) et le gain d'antenne (G_a) peuvent être évalués de la façon suivante:

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

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

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

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

En supposant un affaiblissement du câble coaxial de 21,5 dB/100 m à 1 GHz, de 36,5 dB/100 m à 2,483 GHz, de 62 dB/100 m à 5,875 GHz et un gain d'antenne (G_a) de -3 dB (perte de 3 dB), la longueur maximale du câble dans le réseau domestique peut être calculée, comme indiqué au Tableau A.2.

Tableau A.2 – Longueur maximale du câble

Débit binaire Mbit/s	Longueur maximale du câble m	
	2,4 GHz à 2,483 GHz	5,150 GHz à 5,875 GHz
6	75,8	53,5
54	34,7	29,4

Annexe B (informative)

Isolement entre l'élément rayonnant et la prise d'abonné

Dans le cas d'un champ ambiant de 106 dB(μV/m), la tension résultant du couplage d'un radiateur à la prise d'abonné coaxiale du poste de télévision du terminal doit être inférieure à 3 dB(μV).

NOTE Selon la CEI 60728-12, le champ ambiant est le champ maximal admissible à l'extérieur du bâtiment, selon l'hypothèse implicite d'une perte de pénétration minimale du bâtiment de 10 dB. On suppose qu'il s'agit du cas le plus défavorable possible.

La tension U appliquée à partir d'un champ E avec un gain d'antenne G (par rapport aux antennes isotopiques) est obtenue par

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

Si f est exprimée en MHz, le champ E en dB(μV/m) et la tension U appliquée en dB(μV), alors l'équation suivante est déduite:

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

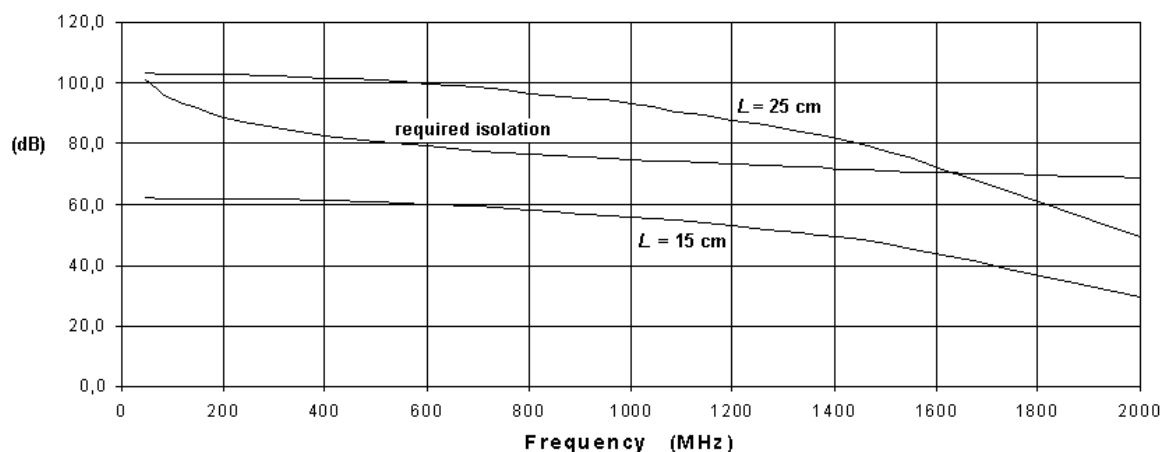
En supposant que la valeur maximale du champ est de 106 dB(μV/m) et que la tension appliquée à la prise d'abonné coaxiale ne doit pas dépasser 3 dB(μV), la condition suivante doit être satisfaite, en introduisant un affaiblissement de filtrage approprié (F_a):

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

ou

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

Par conséquent, l'isolement exigé (F_a/G) (perte du filtre et gain d'antenne) par rapport à la prise d'abonné coaxiale, doit être compris entre 101 dB et 75 dB dans la plage de fréquences comprise entre 47 MHz et 862 MHz, comme le montre la Figure B.1.



IEC 2537/09

Légende

Anglais	Français
Required isolation	Isolement exigé
Frequency (MHz)	Fréquence (MHz)

Figure B.1 – Isolement exigé et affaiblissement du guide d'onde coupé, avec une fréquence coupée de 2 275 MHz et une longueur (L) de 25 cm ou de 15 cm

Si le filtre est un guide d'ondes, avec une fréquence de coupure (f_c), inséré entre la prise WLAN (antenne) et la prise d'abonné coaxiale, alors l'exposant de propagation

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

d'un guide d'onde possédant une longueur d'onde de coupure λ_c à fréquence f_c , devient, en dB:

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

f désignant la fréquence exprimée en MHz.

A 600 MHz une longueur $L = 25$ cm du guide d'onde de coupure (voir Figure B.1) présente un affaiblissement d'environ 100 dB pour $f_c = 2\,275$ MHz, bien au dessus de la courbe $-103 + 20 \lg(f/37,75)$.

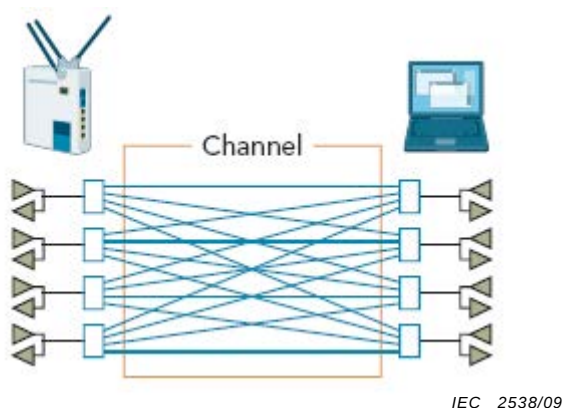
Un élément rayonnant à l'intérieur des bandes WLAN (2,4 GHz à 2,483 GHz et 5,150 GHz à 5,875 GHz) fournit une perte d'au moins 20 dB dans les bandes UHF IV et V (470 MHz à 862 MHz) et de 40 dB dans les bandes VHF I et III (47 MHz à 230 MHz). Par conséquent, l'isolement exigé peut également être obtenu avec un guide d'onde de coupure de longueur $L = 15$ cm seulement, voire moins.

Annexe C (informative)

Techniques MIMO décrites dans la norme IEEE 802.11n

C.1 Généralités

L'introduction des techniques MIMO (*multi input multi output* ou entrées multiples, sorties multiples) a constitué un tournant dans le domaine de la transmission sans fil de données. La technologie par trajets multiples est souvent utilisée dans les canaux sans fil, où le signal est réfléchi par les murs, le mobilier et les personnes. Si les systèmes radio conformes à la norme IEEE 802.11a, b, g sont conçus pour éliminer les effets des trajets multiples, les systèmes radio MIMO conformes à l'IEEE 802.11n s'appuient eux sur les trajets multiples pour envoyer plusieurs trains de données en même temps. Cela exige que la radio comporte plusieurs émetteurs et plusieurs récepteurs. Un système MIMO $N \times M$ comporte N émetteurs et M récepteurs (Figure C.1).



Légende

Anglais	Français
Channel	Canal

Figure C.1 – Principe des techniques MIMO conformes à l'IEEE 802.11n

La technologie MIMO conforme à l'IEEE 802.11n spécifie le fonctionnement des systèmes comportant jusqu'à quatre émetteurs et quatre récepteurs. Certains produits comportent deux émetteurs et trois récepteurs, d'autres comportent trois émetteurs et trois récepteurs. D'autres combinaisons sont possibles.

Les signaux de chaque émetteur atteignent chaque récepteur via un trajet différent dans le canal. Les techniques MIMO fonctionnent de manière optimale lorsque ces trajets sont distincts dans l'espace et que chacun est capable de porter son propre train de données. Si les radios se situent dans le champ de visibilité les unes des autres, le MIMO peut laisser place à une transmission traditionnelle à un seul train appelée SISO (entrée individuelle, sortie individuelle).

C.2 Techniques MIMO

La norme IEEE 802.11n décrit deux techniques MIMO: le multiplexage spatial et la mise en forme de faisceaux.

Le multiplexage spatial consiste à diviser les données en plusieurs trains et à les envoyer simultanément sur des trajets multiples dans le canal. Ces trains sont recombinaés dans le récepteur pour obtenir les données d'origine.

La mise en forme de faisceaux repose sur l'utilisation de plusieurs éléments d'antennes directionnelles pour donner forme dans l'espace à l'onde électromagnétique émise de sorte à diriger l'énergie dans le récepteur selon un trajet optimal. La mise en forme de faisceaux exige que les stations émettrices et réceptrices sondent le canal afin d'optimiser la forme et la direction du faisceau. Cette technique peut être utilisée conjointement avec le multiplexage spatial ou seule lorsqu'un seul trajet est disponible entre les radios.

Au niveau de l'émetteur, la mise en forme de faisceaux peut être augmentée avec une combinaison MRC (Maximum Ratio Combining) au niveau du récepteur, une technique qui aligne les phases et ajoute les signaux reçus par les multiples antennes afin d'optimiser l'intégrité du signal. Les antennes multiples ou les éléments d'antenne peuvent également être utilisés aux fins de mise en forme de faisceaux ou de diversité.

NOTE La diversité est une technique qui consiste à utiliser deux antennes ou plus pour recevoir le signal. Certains algorithmes de diversité choisissent le meilleur signal en provenance d'antennes multiples, d'autres peuvent combiner les signaux.

La complexité de l'adaptation au débit binaire conformément à l'IEEE 802.11n a donné lieu au concept de Modulation Coding Scheme (MCS, schéma de modulation et d'encodage). Le concept de MCS inclut des variables telles que le nombre de trains spatiaux, la modulation et le débit sur chaque train. Les radios établissant et maintenant une liaison doivent automatiquement négocier le MCS optimal en se basant sur les conditions de canal, puis régler en continu la sélection de MCS, les conditions variant en raison des interférences, des mouvements, de l'évanouissement et autres événements. La conformité à la norme 802.11n impose huit MCS obligatoires. Le Tableau C.1 donne un exemple de la manière dont les MCS sont spécifiés.

Le débit MIMO, le nombre de trains spatiaux, la sélection des MCS et les techniques de mise en forme de faisceaux dépendent étroitement du canal physique.

Tableau C.1 – MCS obligatoires conformément à la norme IEEE 802.11n

Indice MCS	Modulation	R	$N_{BPSC(iSS)}$	N_{SD}	N_{SP}	N_{CBPS}	N_{DBP}	Débit Mbit/s	
								800 ns G_I^a	400 ns 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	MAQ 16	1/2	4	108	6	432	216	54,0	60,0
4	MAQ 16	3/4	4	108	6	432	324	81,0	90,0
5	MAQ 64	2/3	6	108	6	648	432	108,0	120,0
6	MAQ 64	3/4	6	108	6	648	486	121,5	135,0
7	MAQ 64	5/6	6	108	6	648	540	135,0	150,0
Légende N_{SS} nombre de trains spatiaux R débit de code N_{BPSC} nombre de bits codés par porteuse $N_{BPSC(iSS)}$ nombre de bits codés par porteuse pour chaque train spatial, iSS N_{SD} nombre de sous-porteuses de données N_{SP} nombre de sous-porteuses pilotes N_{CBPS} nombre de bits codés par symbole N_{DBPS} nombre de bits de données par symbole N_{ES} nombre de codeurs FEC N_{TBPS} nombre de bits par sous-porteuse									
NOTE Il s'agit de paramètres dépendant du débit pour les canaux 20 MHz obligatoires, $N_{SS} = 1$ MCS, $N_{ES} = 1$. La norme IEEE 802.11n spécifie 77 MCS différents pour les canaux 20 MHz et 40 MHz.									
^a L'intervalle de garde (G_I) est le délai utilisé par le récepteur pour que les réflexions dans le canal prennent fin avant de procéder à l'échantillonnage des bits.									

Bibliographie

CEI 60617, *Symboles graphiques pour schémas*

CEI 60728-12, *Cabled distribution systems for television and sound signals – Part 12: Electromagnetic compatibility of systems* (disponible en anglais seulement)

CEI 61169-2, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 2: Spécification intermédiaire – Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques de série 9,52*

CEI 61169-24, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 24: Spécification intermédiaire – Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques avec couplage vissé, spécifiquement utilisés dans les systèmes de distribution par câbles à 75 ohms (type F)*

CEI 61196-2, *Câbles pour fréquences radioélectriques – Partie 2: Spécification intermédiaire pour les câbles coaxiaux et semi-rigides pour fréquences radioélectriques à isolation polytétrafluoroéthylène*

ISO/CEI 8802-11:2005, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Exigences spécifiques – Partie 11: spécifications du contrôle d'accès du milieu sans fil (MAC) et de la couche physique (PHY)*

CEPT-ERC *Recommandation 70-03 relative à l'utilisation des appareils à faible portée*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch