

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 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
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC online collection - oc.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC online collection - oc.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.060.40; 33.170

ISBN 978-2-8322-9260-0

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	8
2 Normative references	8
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms	9
3.1 Terms and definitions	9
3.2 Symbols	12
3.3 Abbreviated terms	14
4 Methods of measurement	14
4.1 General	14
4.2 Linear distortion	15
4.2.1 Return loss	15
4.2.2 Group delay variation	15
4.3 Non-linear distortion	16
4.3.1 General	16
4.3.2 Types of measurements	16
4.3.3 Intermodulation	17
4.3.4 Composite triple beat	19
4.3.5 Composite second order beat	22
4.3.6 Method of measurement of non-linearity for pure digital channel load	22
4.3.7 Hum modulation of carrier	30
4.4 Noise figure	33
4.4.1 General	33
4.4.2 Equipment required	33
4.4.3 Connection of equipment	33
4.4.4 Measurement procedure	34
4.5 Crosstalk attenuation	34
4.5.1 Crosstalk attenuation for loop-through ports	34
4.5.2 Crosstalk attenuation for output ports	34
4.6 Measurement of noise power ratio (NPR)	36
4.6.1 General	36
4.6.2 Equipment required	37
4.6.3 Connection of equipment	37
4.6.4 Measurement procedure	38
4.6.5 Presentation of the results	38
4.7 Immunity to surge voltages	39
4.7.1 General	39
4.7.2 Equipment required	39
4.7.3 Connection of equipment	39
4.7.4 Measurement procedure	40
5 Equipment requirements	40
5.1 General requirements	40
5.2 Safety	40
5.3 Electromagnetic compatibility (EMC)	40
5.4 Frequency range	40
5.5 Impedance and return loss	40

5.6	Gain.....	41
5.6.1	Minimum and maximum gain.....	41
5.6.2	Gain control.....	41
5.6.3	Slope and slope control	41
5.7	Flatness.....	41
5.8	Test points.....	41
5.9	Noise figure	41
5.10	Non-linear distortion.....	42
5.10.1	General	42
5.10.2	Second-order distortion	42
5.10.3	Third order distortion	42
5.10.4	Composite triple beat.....	42
5.10.5	Composite second order	42
5.10.6	Maximum operating level for pure digital channel load	42
5.11	Hum modulation.....	43
5.12	Power supply	43
5.13	Environmental.....	43
5.13.1	General	43
5.13.2	Transportation	43
5.13.3	Installation or maintenance.....	43
5.13.4	Operation	43
5.13.5	Energy efficiency of equipment.....	44
5.14	Marking.....	44
5.14.1	Marking of equipment	44
5.14.2	Marking of ports.....	44
5.15	Requirements for multi-switches.....	44
5.15.1	Control signals for multi-switches	44
5.15.2	Amplitude frequency response flatness.....	44
5.15.3	Return loss	44
5.15.4	Through loss.....	44
5.15.5	Isolation.....	44
5.15.6	Crosstalk attenuation.....	44
5.15.7	Satellite IF to terrestrial signal isolation	45
5.16	Immunity to surge voltages	45
5.16.1	Degrees of testing levels	45
5.16.2	Recommendation of testing level degree	45
Annex A (normative)	Test carriers, levels and intermodulation products.....	46
A.1	Two signal tests for second- and third-order products	46
A.1.1	Intermodulation products with test signals at frequencies f_a and f_b , see Table A.1	46
A.1.2	Signal levels	46
A.2	Three signal tests for third order products – Intermodulation products with test signals at frequencies f_a , f_b and f_c , see Table A.2 and Figure A.3	47
Annex B (informative)	Test frequency plan for composite triple beat (CTB), composite second order (CSO).....	48
Annex C (informative)	Measurement errors that occur due to mismatched equipment	50
Annex D (informative)	Examples of measurement channels	51
D.1	Operating frequency range 110 MHz to 1 006 MHz	51
D.2	Operating frequency range 110 MHz to 862 MHz	51

D.3 Operating frequency range 258 MHz to 1 218 MHz	51
Bibliography	52

Figure 1 – Basic arrangement of test equipment for evaluation of the ratio of signal to intermodulation product	18
Figure 2 – Connection of test equipment for the measurement of non-linear distortion by composite beat.....	21
Figure 3 – BER measurement test configuration	24
Figure 4 – CINR measurement test setup.....	28
Figure 5 – Plot of CINR in dB curve (forward path) versus EUT channel output signal level in dB μ V	29
Figure 6 – Carrier/hum ratio.....	30
Figure 7 – Test set-up for local-powered objects.....	31
Figure 8 – Test set-up for remote-powered objects	31
Figure 9 – Oscilloscope display	32
Figure 10 – Measurement of noise figure	33
Figure 11 – Measurement of crosstalk attenuation for loop through ports of multi-switches.....	36
Figure 12 – Characteristic of the noise filter.....	37
Figure 13 – Test setup for the non-linearity measurement.....	37
Figure 14 – Presentation of the result of <i>NPR</i>	39
Figure 15 – Measurement set-up for surge immunity test	40
Figure A.1 – An example showing products formed when $2f_a > f_b$	46
Figure A.2 – An example showing products formed when $2f_a < f_b$	47
Figure A.3 – Products of the form $f_a \pm f_b \pm f_c$	47
Figure C.1 – Error concerning return loss measurement	50
Figure C.2 – Maximum ripple	50
Table 1 – Measurement parameters for full channel load	26
Table 2 – Notch filter frequencies	37
Table 3 – Example of return loss requirements	41
Table 4 – Parameters of surge voltages for different degrees of testing levels	45
Table 5 – Recommendations for degree of testing levels	45
Table A.1 – Intermodulation products with two signals	46
Table A.2 – Intermodulation products with three signals.....	47
Table B.1 – Frequency allocation plan	48

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CABLE NETWORKS FOR TELEVISION SIGNALS,
SOUND SIGNALS AND INTERACTIVE SERVICES –****Part 3: Active wideband equipment for cable 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 60728-3 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 fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2010. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) extension of upper frequency range limit for cable network equipment in the forward path from 1 000 MHz to 1 218 MHz (optional up to 1 794 MHz);
- b) extension of upper frequency range limit for cable network equipment in the return path from 85 MHz to 204 MHz;
- c) integration and update of IEC 60728-3-1 content;
- d) integration and update of the Technical Specification CLC/TS 50083-3-3 content;
- e) deletion of specifications and test methods for obsolete analogue parameters;

- f) additional normative references;
- g) additional terms and definitions and abbreviations.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
100/2975/FDIS	100/2990/RVD

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

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

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60728-3:2017

INTRODUCTION

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

This includes for instance:

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

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

The extent of this standardization work 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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60728-3:2017

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

Part 3: Active wideband equipment for cable networks

1 Scope

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

This document

- applies to all amplifiers used in cable networks;
- covers the frequency range 5 MHz to 3 000 MHz;

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

- applies to one-way and two-way equipment;
- specifies the basic methods of measurement of the operational characteristics of the active equipment in order to assess the performance of this equipment;
- identifies the performance specifications to be published by the manufacturers;
- states the minimum performance requirements of certain parameters.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IEC 60728-4, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 4: Passive wideband equipment for coaxial cable networks*

IEC 60728-5, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 5: Headend equipment*

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

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61319-1, *Interconnections of satellite receiving equipment – Part 1: Europe*

IEC 61319-2, *Interconnections of satellite receiving equipment – Part 2: Japan*

IEC 62368-1, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms

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

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

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

3.1 Terms and definitions

3.1.1

amplitude frequency response

gain or loss of an equipment or system plotted against frequency

3.1.2

attenuation

ratio of the input power to the output power of an equipment or system, usually expressed in decibels

3.1.3

carrier-to-noise ratio

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

3.1.4

composite intermodulation noise

CIN

sum of noise and intermodulation products from digital modulated signals

3.1.5

CINR

composite intermodulation noise ratio

ratio of the signal level and the CIN level

3.1.6

crosstalk attenuation

ratio of the wanted signal power to the unwanted signal power, which is caused by electromagnetic coupling between two leads, while equal signal powers are applied to the leads

Note 1 to entry: Crosstalk attenuation is usually expressed in decibels.

3.1.7

decibel ratio

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

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

3.1.8

equaliser

device designed to compensate over a certain frequency range for the amplitude/frequency distortion or phase/frequency distortion introduced by feeders or equipment

Note 1 to entry: This device is for the compensation of linear distortions only.

3.1.9

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

3.1.10

gain

ratio of the output power to the input power, usually expressed in decibels

3.1.11

ideal thermal noise

noise generated in a resistive component due to the thermal agitation of electrons

Note 1 to entry: The thermal power generated is given by

$$P = 4 \cdot B \cdot k \cdot T$$

where

P is the noise power, in watts;

B is the bandwidth, in hertz;

k is the Boltzmann's constant = $1,38 \times 10^{-23}$ J/K;

T is the absolute temperature, in kelvins.

It follows that

$$\frac{U^2}{R} = 4 \cdot B \cdot k \cdot T$$

and

$$U = \sqrt{4 \cdot R \cdot B \cdot k \cdot T}$$

where

U is the noise voltage (e.m.f.);

R is the resistance, in ohms.

In practice, it is normal for the source to be terminated with a load equal to the internal resistance value, the noise voltage at the input is then $U/2$.

3.1.12

level

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

$$10 \lg \frac{P_1}{P_0}$$

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

$$20 \lg \frac{U_1}{U_0}$$

Note 1 to entry: The power level may be expressed in decibels relative to $P_0 = (U_0^2/R) = (1/75)$ pW, i.e. in dB(P_0), taking into account that the level of P_0 corresponds to 0 dB(P_0) or, as more usually, in dB(pW), taking into account that the level of P_0 corresponds to –18,75 dB(pW). The voltage level is expressed in decibels relative to 1 µV (across 75 Ω), i.e. in dB(µV).

3.1.13

modulation error ratio

MER

sum of the squares of the magnitudes of the ideal symbol vectors is divided by the sum of the squares of the magnitudes of the symbol error vectors of a sequence of symbols, the result being expressed as a power ratio in dB

$$MER = 10 \lg \left\{ \frac{\sum_{j=1}^N (I_j^2 + Q_j^2)}{\sum_{j=1}^N (\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)} \right\} \text{ in dB}$$

3.1.14

multi-switch

equipment used in distribution systems for signals that are received from satellites and converted to a suitable IF

Note 1 to entry: The IF signals that are received from different polarisations, frequency bands and orbital positions are input signals to the multi-switch. Subscriber feeders are connected to the multi-switch output ports. Each output port is switched to one of the input ports, depending on control signals that are transmitted from the subscriber equipment to the multi-switch. Besides a splitter for each input port and a switch for each output port, a multi-switch can contain amplifiers to compensate for distribution or cable losses.

3.1.15

multi-switch loop through port

one or more ports to loop through the input signals through a multi-switch

Note 1 to entry: This enables larger networks with multiple multi-switches, each one installed close to a group of subscribers. The multi-switches are connected in a loop through manner. The IF signals that are received by an outdoor unit from different polarisations, frequency bands and orbital positions are input signals to a first multi-switch. Cables connect the loop through ports of this multi-switch to the input ports of a second multi-switch and so on.

3.1.16

noise factor

noise figure

figure of merit describing the internally generated noise of an active device

Note 1 to entry: The noise factor, F , is the ratio of the carrier-to-noise ratio at the input, to the carrier-to-noise ratio at the output of an active device.

$$F = \frac{C_1/N_1}{C_2/N_2}$$

where

C_1 is the signal power at the input;

C_2 is the signal power at the output;

N_1 is the noise power at the input (ideal thermal noise);

N_2 is the noise power at the output.

In other words, the noise factor is the ratio of noise power at the output of an active device to the noise power at the same point if the device had been ideal and added no noise.

$$F = \frac{N_{2\text{actual}}}{N_{2\text{ideal}}}$$

The noise factor is dimensionless and is often expressed as noise figure, NF , in dB

$$NF = 10 \lg F \quad \text{in dB}$$

3.1.17

slope

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

Note 1 to entry: 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).

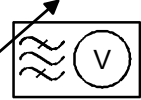
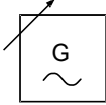
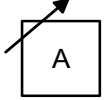
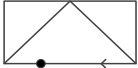
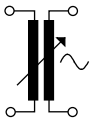
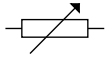
3.1.18

surge voltage

surge which is produced by a direct or indirect lightning stroke

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
	Ammeter based on [IEC 60617-S00910 (2001-07)]		Voltmeter based on [IEC 60617-S00910 (2001-07)]
	Selective voltmeter		Power meter based on [IEC 60617-S00910 (2001-07)]
	Equipment under test based on [IEC 60617-S00059 (2001-07)]		Signal generator based on [IEC 60617-S00899, IEC 60617-S01403 (2001-07)]
	Noise generator [IEC 60617-S01230 (2001-07)]		Variable signal generator based on [IEC 60617-S00081, IEC 60617-S00899, IEC 60617- S01403 (2001-09)]
	Surge generator [IEC 60617-S01228 (2001-07)]		High-pass filter [IEC 60617-S01247 (2001-07)]
	Low-pass filter [IEC 60617-S01248 (2001-07)]		Band-stop filter [IEC 60617-S01250 (2001-07)]
	Band-pass filter [IEC 60617-S01249 (2001-07)]		Oscilloscope based on [IEC 60617-S00059, and IEC 60617-S00922 (2001-07)]
	Spectrum analyser (electrical) based on [IEC 60617-S00910 (2001-07)]		Attenuator based on [IEC 60617-S01244 (2001-07)]
	Variable attenuator [IEC 60617-S01245 (2001-07)]		Amplifier [IEC 60617-S01239 (2001-07)]
	RF modulator based on [IEC 60617-S01278 (2001-07)]		RF demodulator based on [IEC 60617-S01278 (2001-07)]
	Combiner based on [IEC 60617-S00059 (2001-07)]		Detector with LF-amplifier
	Functional equipotential bonding [IEC 60617-S01410 (2001-11)]		Adjustable AC voltage source
	Resistor [IEC 60617-S00555 (2001-07)]		Variable resistor [IEC 60617-S00557 (2001-07)]
	Capacitor [IEC 60617-S00567 (2001-07)]		RF choke [IEC 60617-S00583 (2001-07)]

3.3 Abbreviated terms

AC	alternating current
AM	amplitude modulation
BER	bit error ratio
CATV	community antenna television (system)
CIN	composite intermodulation noise
CINR	composite intermodulation noise ratio
CSO	composite second order
CTB	composite triple beat
CW	continuous wave
DC	direct current
DUT	device under test
DVB-C	Digital Video Broadcasting – cable
EMC	electromagnetic compatibility
EUT	equipment under test
HP	high pass
IF	intermediate frequency
LF	low frequency
LP	low pass
MER	modulation error ratio
PRBS	pseudo-random bit sequence
QAM	quadrature amplitude modulation
RF	radio frequency
RMS	root mean square
TV	television

4 Methods of measurement

4.1 General

This clause defines basic methods of measurement. Ensure that all test equipment is calibrated and all connectors, leads, and terminations have an adequate quality in order to not affect the test results.

Unless stated otherwise, all measurements shall be carried out with 0 dB plug-in attenuators and equalisers. The position of variable controls used during the measurements shall be published.

A network can be used to distribute terrestrial signals in addition to the signals received from satellites. The terrestrial antennas are connected to an optional terrestrial input port of a multi-switch. On each output port, the terrestrial signals are available in addition to the satellite IF signals. Since the normal frequency ranges for terrestrial signals and satellite IF signals do not overlap, both can be carried on the same cable.

For large networks with loop through connected multi-switches, two possibilities exist to carry the terrestrial signals from one multi-switch to another multi-switch:

- to use a specialised cable for the terrestrial signal, in addition to the cables used for the satellite IF signals and then, on each output port the terrestrial signal is combined with the selected satellite IF signal;

- to combine the terrestrial signal with each satellite IF signal before the first multi-switch in order to minimise the number of cables between multi-switches.

NOTE The signal coming from an outdoor unit for satellite reception can contain unwanted signal-components with frequencies below the foreseen satellite IF frequency range. These signal-components overlap with the frequency range of terrestrial signals. For example, an outdoor unit that converts the frequency band 11,7 GHz to 12,75 GHz to the satellite IF frequency range can convert signals in the 10,7 GHz to 11,7 GHz band to frequencies below the satellite IF frequency range. These frequencies have to be sufficiently filtered out to avoid interference with terrestrial signals on the same cable.

For measurements on multi-switches, it is necessary that control signals be fed to the output ports that are involved in the measurement. Therefore, a bias-tee has to be connected between the multi-switch output port and the measurement set. The DC port of the bias-tee is connected to a standard receiver that generates the required control signals. Care has to be taken that the influence of the bias-tee on the measurement result is insignificant. This can be achieved by including it into the calibration or using a network analyser with a built in bias-tee.

4.2 Linear distortion

4.2.1 Return loss

4.2.1.1 General

The method described is applicable to the measurement of the return loss of equipment operating in the frequency range 5 MHz to 3 000 MHz.

All input and output ports of the unit shall meet the specification under all conditions of automatic and manual gain controls and with any combination of plug-in equalisers and attenuators fitted.

4.2.1.2 Equipment required

A network analyser covering the frequency range of the equipment to be tested is required.

4.2.1.3 Measurement procedure

All coaxial input and output ports, other than those under test, shall be terminated in 75 Ω.

Ensure that there is no supply voltage on the port being measured as this could damage the network analyser. If it is necessary to use a voltage blocking device, use one with a good return loss (10 dB above the expected test result). Return loss shall be measured at all RF signal ports of the EUT. Take into account the impact of test equipment mismatch as detailed in Annex C and adjust the results accordingly.

4.2.2 Group delay variation

4.2.2.1 General

The group delay (GD) is a parameter affected by the physical length and propagation velocity in the passive and active circuits involved, where frequency-selective components, such as L-C filters, e.g. duplexers, and amplifiers, are present.

GD is defined as the negative derivative of phase with respect to frequency, and is expressed mathematically as

$$GD = -(d\phi/d\omega)$$

The GD value is measured in time units and usually expressed in nanoseconds.

The group delay variation (GDV), also called group delay distortion, is the absolute value of the difference between the maximum and minimum group delay within a specified frequency interval, i.e. between one frequency and another in a circuit, device, or system.

$$GDV = \left| - (d\phi_1/d\omega_1) \right| - \left| - (d\phi_2/d\omega_2) \right|$$

The frequency interval is defined by the given specifications for the equipment under test or can be derived from the specification of the transmission system. In cascaded systems, group delay variation of each (cascaded) device accumulates and simple summation is assumed.

NOTE 1 Example for GDV derivation of cascaded systems:

If the system allows a GDV of 120 ns, a maximum number of 6 devices, with a GDV of 20 ns for each device, can be cascaded.

NOTE 2 The term 'group delay' is wrongly used in some documents instead of group delay variation.

4.2.2.2 Equipment required

The following equipment is required: a vector network analyzer covering the frequency range of the equipment to be tested and with features to measure transmission group delay (GD) and frequency response at the specified frequencies.

4.2.2.3 Measurement procedure

The measurement procedure is as follows:

- a) Calibrate and align the vector network analyzer in the same manner as for linear distortion measurements.
- b) Set frequency markers in frequency steps according to the specified frequency interval.

NOTE Examples of typical frequency intervals (bandwidths) can be found in IEC 60728-101:2016, Annex C.

- c) The frequency interval over which the GD measurement is made shall be recorded.
- d) Set the smoothing function in the network analyzer according to the recommendations of the manual of the test equipment manufacturer to get the optimum reading of the values.
- e) Plot the GD curve versus the specified frequency interval and record it.
- f) Read the GD values for frequency 1 (ω_1) and frequency 2 (ω_2), calculate the difference (GDV) between the two values and record the result.

4.2.2.4 Presentation of the results

Present the group delay variation results (GDV) and the specified frequency interval.

4.3 Non-linear distortion

4.3.1 General

In a non-linear device, the expression for the output signal will, in general, have an infinity of terms, each generated from one or more of the (assumed sinusoidal) terms in the input, and particularly by the interaction of two or more terms.

It is recommended that, for mixed analogue/digital loads, both the analogue and digital methods of measurement should be considered.

4.3.2 Types of measurements

Measurements related to the following phenomena are described:

- intermodulation between two or three single frequency signals;

- composite beats produced by a number of single frequency signals;
- intermodulation between digital modulated signals.

The specification shall include at least the following details:

- a) the particular effect that is measured;
- b) the required signal to distortion ratio.

The result of the measurement shall be given as the worst-case maximum signal level at the equipment output that allows the required signal to distortion ratio to be met. If the output level is sloped with frequency, this shall be defined.

The effect shall be defined as being of a particular order (e.g. "third-order intermodulation").

4.3.3 Intermodulation

4.3.3.1 General

The two equal carrier and the three equal carrier methods described are applicable to the measurement of the ratio of the carrier to a single intermodulation product at a specified point within the cable network. The methods can also be used to determine the intermodulation performance of individual items of equipment.

It should be especially noted that the simultaneous use of many channels spaced by the same frequency interval results in a large number of intermodulation products (particularly those of the third-order) falling near the vision carrier of a wanted television channel. In these cases, the resultant interference is of an extremely complex nature and an alternative measurement procedure shall be needed. This is covered in 4.3.4 and 4.3.5.

Examples of second-order and third-order intermodulation products are given in Annex A.

Second-order products are encountered only in wideband equipment and systems, covering more than one octave, and shall be measured using two signals (see Clause A.1).

Third-order products are encountered in wideband and narrowband equipment and systems and shall be measured using three signals (see Clause A.2).

If the unequal carrier method of measurement, as described in IEC 60728-5, is used, the output level giving the appropriate signal to distortion ratio shall be decreased by 6 dB to obtain the correct result for the equal carrier method described here.

4.3.3.2 Equipment required

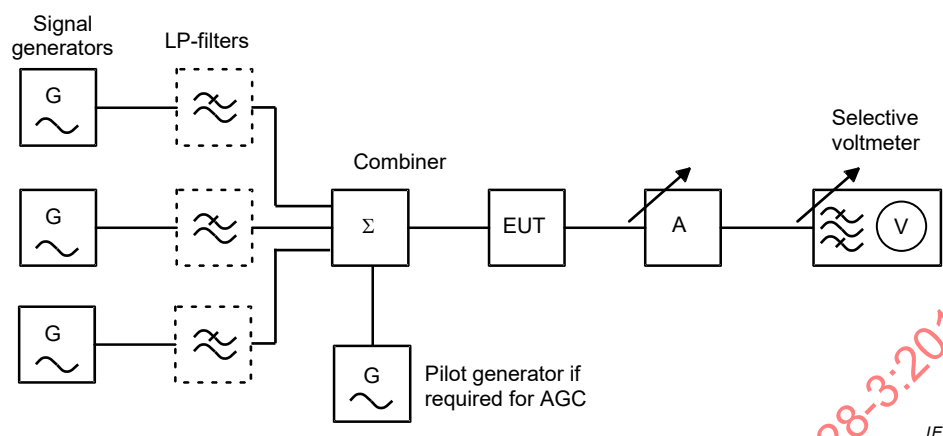
The following equipment is required:

- a) a selective voltmeter covering the frequency range of the equipment or system to be tested; this may be a spectrum analyser;
- b) the appropriate number of signal generators covering the frequencies at which the tests are to be carried out;
- c) a variable attenuator with a range greater than the signal to intermodulation ratio expected, if not incorporated in the voltmeter described in 4.3.3.2 a);
- d) a combiner will be required for tests on equipment and systems with a single input (Figure 1).

Additional items may be necessary, for example to ensure that the measurements are not affected by spurious signals generated in the test equipment itself.

4.3.3.3 Connection of equipment

The equipment shall be connected as shown in Figure 1.



The filters at the signal generator outputs may be needed to suppress spurious signals. The selective voltmeter input filter may be required to prevent intermodulation in the meter. If a filter is used, then the possible mismatch should be avoided by not reducing the attenuator value below 10 dB.

To avoid intermodulation between the signal generators, it may be necessary for the combiner to be in the form of one or more directional couplers.

Figure 1 – Basic arrangement of test equipment for evaluation of the ratio of signal to intermodulation product

4.3.3.4 Measurement procedure

4.3.3.4.1 General

The measurement procedure comprises the following steps.

Unless otherwise required, the reference output levels used in the measurements shall be the nominal output levels for the equipment. It shall be quoted whether the signal output levels are constant over the frequency range or not. If the specified output levels are not constant over frequency range then the output levels of all the test signals shall be quoted in the results.

Measurements of both second order and third order products shall be carried out with the test signals widely and closely spaced over each band of interest at frequencies capable of producing significant products within the overall frequency range.

Where the equipment to be measured includes automatic gain control, tests shall be carried out at the nominal operating signal input levels.

4.3.3.4.2 Calibration and checks

A check shall be made to determine if the harmonics and other spurious signals at the outputs of the signal generators are likely to affect materially the results of the measurements.

The selective voltmeter shall be calibrated and checked for satisfactory operation.

A check shall be made for possible intermodulation between the signal generators at the output levels to be used for the tests.

4.3.3.4.3 Measurement

Set the signal generators, in CW mode, to the frequencies as described in Annex A and adjust their outputs and that of the different points of the system as far as the point of measurement to obtain the specified system operating levels throughout.

Connect the variable attenuator and selective voltmeter and other items if required to the output of the equipment under test. Tune the meter to each test signal and note the attenuator value a_1 required to obtain a convenient meter reading R for the reference signal. The attenuator value a_1 should be slightly greater than the signal to intermodulation ratio expected at the point of measurement.

Tune the meter to the intermodulation product to be measured and reduce the setting of the variable attenuator to the value a_2 required to obtain the same meter reading R .

When measuring levels of intermodulation products, it can be necessary to insert a filter at the input to the meter. In such instances the insertion loss (in dB) of the filter at the frequency of the products shall be added to the attenuator value.

The signal to intermodulation product ratio in dB is given by

$$S/I = a_1 - a_2$$

where

a_1 is the attenuator value for the test signal used as a reference in dB;

a_2 is the attenuator value for the intermodulation product in dB.

4.3.4 Composite triple beat

4.3.4.1 General

The method of measurement of composite triple beat using CW signals is applicable to the measurement of the ratio of the carrier to composite triple beat at a specified point in a cable network. The method can also be used to determine the composite triple beat intermodulation performance of individual items of equipment.

When the input signals are at regularly spaced intervals (as is common in most allocations for TV channels), the various distortion products tend to cluster in groups, close to the TV channels. The number of different products in each cluster increases rapidly with the number of channels, and they combine in different ways, depending on the degree of coherence between generating signals, and the relative phases of the different distortion products.

The method described in this subclause measures the non-linear distortion of a device or system by the composite effect of all the beats clustered within ± 15 kHz of the vision carrier of a TV channel. During the measurement, the vision carrier of that channel shall be turned off, so that the composite triple beat measured is that generated by all the carriers except that of the measured channel.

The method is used to support a specification of the following general format:

"The composite triple beat ratio for groups of carriers in channel (A) at (B) dB μ V is (C) dB."

where

(A) designates the channel in which the test is made. If omitted, the specification is understood to be a minimum specification for measurements at all the channels specified by the list of carriers;

- (B) is the reference level at which all the carriers should be set during the measurement, unless otherwise specified. If all the carriers are not at the same level, the specification should clearly indicate the level of each carrier relative to the reference level;
- (C) is the composite triple beat ratio, usually given as a minimum specification.

Because of the large variety of frequency plans in use throughout the world and the need to compare readily performance specifications of different manufacturers' equipment, the measurement should be made with the carriers listed in Annex B (the carriers are all in an 8 MHz raster, except for the special case of 48,25 MHz).

The vision carrier frequencies are arranged in groups and only complete groups shall be used, except as stated below. If an amplifier is specified up to 450 MHz, group A shall be used. If specified up to 550 MHz, groups A and B shall be used. If specified up to 862 MHz, all groups A, B, C, D and E shall be used.

Group A can also be used in part, depending on the specified bandwidth of the equipment under test. The frequencies deleted shall be stated. If the carrier 48,25 MHz is not used in cases where the forward path starts with 85 MHz, then the results of measurements shall be published including the notice "without Band I". If the equipment can operate at all frequencies in group A, this result shall be quoted together with the result where only a part of group A is used.

For all pass bands, the performance shall be quoted for the maximum possible number of complete groups. The manufacturer may, in addition, provide a performance figure for a larger number of carriers. The frequencies deleted shall be stated.

4.3.4.2 Equipment required

The following equipment is required:

- a) a spectrum analyser with 30 kHz intermediate frequency (IF) bandwidth and 10 Hz video bandwidth capability. When using a spectrum analyser with minimum video filtering capabilities greater than 10 Hz, the composite third-order distortion may be noisy and should be read at the middle of the trace;
- b) a variable 75 Ω attenuator, adjustable in 1 dB steps;
- c) a bandpass filter for each channel to be tested or a tunable bandpass filter. This filter shall attenuate the other channels present on the system to be tested to ensure that the products generated by non-linearity in the spectrum analyser itself do not contribute significantly to the composite beat products to be measured.

The passband of this filter shall be flat, at least to within 1 dB over the frequency range of interest. If necessary, a fixed attenuator shall be connected at the input to the filter;

- d) CW generators, operating at the frequencies of the vision carriers used in the system to be tested; the tuning accuracy and stability shall be better than ± 5 kHz. The number of generators needed is governed by the number of groups of frequencies used for the tests (see 4.3.4.1);
- e) a combiner for the signals from the generators;
- f) matching devices, attenuators and filters, etc., to obtain the correct signal levels, matching conditions and reduction of spurious signals at the input of the system.

4.3.4.3 Connection of equipment

The equipment shall be connected as shown in Figure 2.

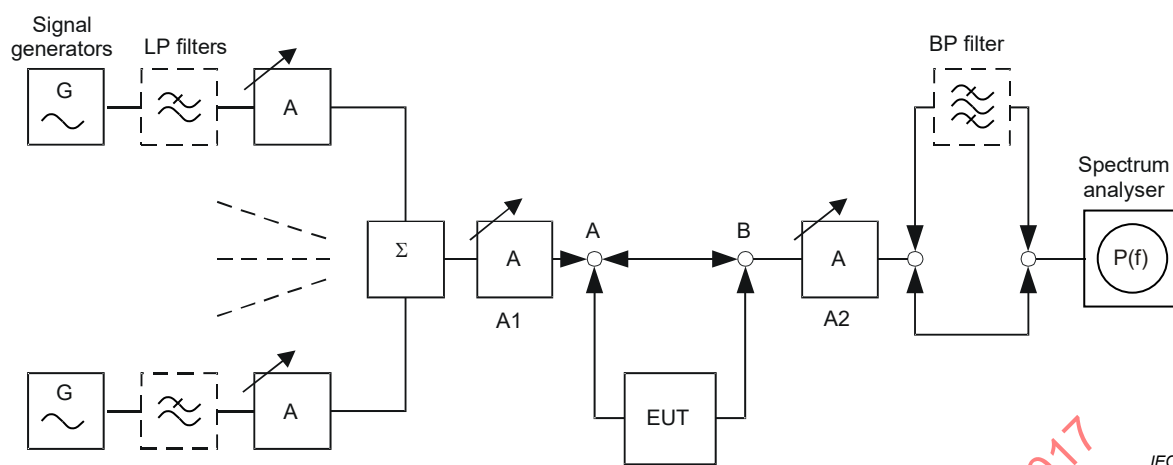


Figure 2 – Connection of test equipment for the measurement of non-linear distortion by composite beat

4.3.4.4 Measurement procedure

The measurement procedure comprises the following steps.

- Connect point A directly to point B and disconnect the bandpass filter (see Figure 2). Adjust the level of each generator for an output level at point A equal to that which will be present when the system or equipment under test is connected.
- Adjust the spectrum analyser as follows:

IF bandwidth	30 kHz
video bandwidth	10 Hz
scan width	50 kHz/div.
vertical scale	10 dB/div.
scan time	0,5 s/div.
- Tune the spectrum analyser so that the vision carrier of the channel in which the measurement is to be made is centred on the display screen.
- Adjust the sensitivity of the spectrum analyser together with its internal and external input attenuator in such a way that the response to the vision carrier corresponds to a full scale reference. At the same time, the noise level shall be at least 10 dB lower than the distortion level expected.
- Insert the bandpass filter corresponding to the channel to be measured and adjust the input attenuator to correct for the attenuation of the filter.
- Disconnect the generator for the channel to be measured and terminate the combiner with its nominal impedance.
- Verify that the intermodulation products generated in the spectrum analyser over the entire channel are at least 20 dB below the distortion ratio required. If this is not the case, disconnect the bandpass filter and repeat steps d) to g) of this procedure with decreased sensitivity of the spectrum analyser.
- Note the setting of the sensitivity control.
- Connect the signal generator again and repeat steps c) to h) of this procedure for all channels.
- Connect the device to be tested between points A and B and reset the signal generators to obtain the required output levels at point B.
- Adjust the centre frequency of the spectrum analyser as in step c) and insert the appropriate bandpass filter.

- l) Adjust the input attenuator (internal or external) to return the response of the spectrum analyser to the vision carrier to full scale with the appropriate setting of its sensitivity control (see step h).
- m) Disconnect the generator for the channel to be measured and terminate the combiner with its nominal impedance.
- n) The composite triple beats are clustered within ± 15 kHz of the vision carrier, so the signal/composite triple beat ratio can be read directly off the screen of the spectrum analyser.
- o) Adjust the attenuator A1 of Figure 2 to obtain the required signal/composite triple beat ratio and compensate for the change in output level by using attenuator A2.
- p) Measure the signal level at the output of the equipment under test.
- q) Repeat steps k) to p) of this procedure for every channel used in this test.
- r) The worst-case maximum output level giving the required signal to composite triple beat ratio shall be noted for publication.

4.3.5 Composite second order beat

4.3.5.1 General

The test equipment required, the connection of equipment and the measurement procedure are as for the composite triple beat measurement but with the following differences.

4.3.5.2 Equipment required

The test equipment required is the same as described in 4.3.4.2.

4.3.5.3 Measurement procedure

The procedure is as for composite triple beat except that the second order beats are not clustered (± 15 kHz) about the exact carrier frequencies but may be clustered (± 10 kHz) at $\pm 0,75$ MHz or $\pm 0,25$ MHz from them. The carrier/composite second order distortion ratio can be read directly off the screen of the spectrum analyser.

For composite second order, it is also necessary to measure the beats close to the channel at 48,25 MHz or, where this is not possible with the equipment under test, at the lowest frequency available. Although it is not essential to have the carrier present at this frequency, it may be useful for reference purposes. In this case, the second order beats are clustered around 48,00 MHz ± 10 kHz and so again may be read directly off the screen of the spectrum analyser.

The worst-case maximum output level giving the required signal to composite second order distortion ratio shall be noted for publication.

4.3.6 Method of measurement of non-linearity for pure digital channel load

4.3.6.1 General

This method of measurement is based on the capability of an amplifier when handling a full load of DVB-C signals.

4.3.6.2 Maximum operating level using the measurement of bit error ratio (BER)

4.3.6.2.1 Bit error rate in the forward path

4.3.6.2.1.1 General

The method of measurement describes the measurement of the bit error ratio (BER) (before Reed Solomon decoder of the measurement receiver) of the output signal of the equipment under test (EUT) (e.g. an amplifier).

This test is able to define the performance (maximum output level) of the EUT when loaded with a high number ($N \leq 138$) of digitally modulated signals in the 256 QAM format covering a frequency range from 110 MHz to 1 214 MHz with a raster of 8 MHz, or a part of it, for example 110 MHz to 1 006 MHz or 262 MHz to 1 214 MHz.

The measurement shall be performed for the following three channels:

- a) the lowest RF channel according to the specified operating frequency range of the EUT;
- b) the highest RF channel according to the specified operating frequency range of the EUT;
- c) an RF channel at the arithmetic mean between the lowest and the highest RF channels according to a) and b).

NOTE Examples of these measurement channels are given in Annex A.

The worst case value of $U_{\max(N)}$ of the EUT out of the three measured values according to a) to c) shall be presented together with the worst-case channel.

4.3.6.2.1.2 Equipment required

The equipment required is the following:

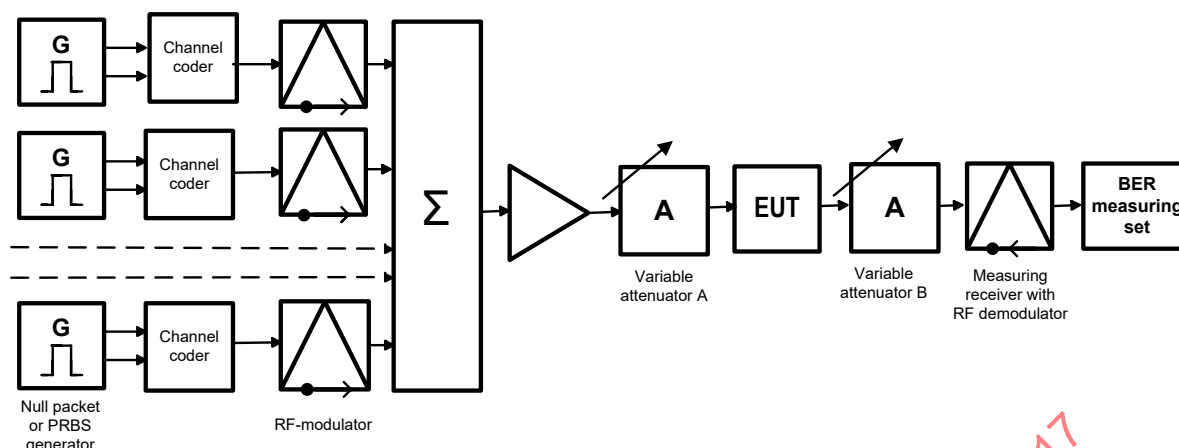
- a) a number N of 256 QAM modulators (with channel coders) having a suitable linearity (BER better than 1×10^{-10}) and an occupied bandwidth of 8 MHz. The channels generated by the modulators shall be placed in the frequency range from 110 MHz to 1 214 MHz or in a subset of this frequency range with a raster of 8 MHz;
- b) a number N of null packet or of pseudo-random bit sequence (PRBS) generators (see Annex A);
- c) a combiner for the output signals of the 256 QAM modulators with negligible distortion;
- d) a wide-band amplifier with suitable linearity and gain over the full bandwidth of the EUT;
- e) precision attenuators (1 dB steps) to be placed before and after EUT;
- f) a test receiver able to measure the BER of the received 256 QAM signals; its distortion should be sufficiently lower than that to be measured (e.g. a BER better than 1×10^{-10}).

All applied QAM channels (channel load and measurement channels) shall have the same output level within a deviation of maximum $\pm 0,5$ dB.

The total BER introduced by source and measurement equipment shall not exceed 1×10^{-10} .

4.3.6.2.1.3 Connection of equipment

Connect the measuring equipment as indicated in Figure 3. The input signal is applied to the equipment under test (EUT) input and its output signal level is measured by means of a suitable measuring receiver, connected to a BER measuring set if not included in the measuring receiver.



IEC

Figure 3 – BER measurement test configuration

4.3.6.2.1.4 Measurement procedure

The measurement shall be performed according to the steps described hereinafter.

- Tune the measuring receiver to an operating channel.
- Measure the performance of the test configuration by connecting the output of the variable attenuator A directly to the input of the variable attenuator B. Reduce the attenuation of the variable attenuator A to 0 dB and setting the variable attenuator B to a value that allows the best performance of the measuring receiver in terms of BER ($< 1 \times 10^{-10}$ measured over an observation time > 10 min). Note the level of the signal applied to the measuring receiver and the BER_{Meas} value obtained.
- Connect the EUT between the variable attenuator A and the variable attenuator B.
- The equipment under test shall be operated at nominal gain and with nominal slope.
- Using the variable attenuator A, set the channel output signal level of the EUT to a value at least 10 dB lower than the maximum value (according to the methods of measurement described in 4.3.4 using the CENELEC 42-channel test frequency plan); set the variable attenuator B so as to obtain the previously determined optimum signal level at the input of the measuring receiver.
- Read the BER on the measuring set which shall be $< 1 \times 10^{-9}$ (measured over an observation time > 60 s).
- Using the attenuator A, increase the output level of all applied channels by 1 dB and set the variable attenuator B so as to obtain the previously determined optimum signal level at the input of the measuring receiver.
- Repeat procedure g) until the BER measuring set shows a value $> 1 \times 10^{-9}$.
- Then reduce the output level of all applied channels by 1 dB and set the variable attenuator B so as to obtain the previously determined optimum signal level at the input of the measuring receiver.
- Read the BER on the measuring set which once more shall be $< 1 \times 10^{-9}$ (measured over an observation time of > 60 s). If not, repeat step i).
- Note the output level of the EUT which represents the maximum operating output level of the EUT.

This procedure shall be repeated for each channel as defined in 4.3.6.2.1.1 and the worst case (lowest value of the maximum operating output level) shall be determined.

4.3.6.2.1.5 Presentation of the results

The worst case value of the maximum operating output level $U_{\max (N)}$ of the EUT, with N channels applied and expressed in dB (μ V), as defined in 4.3.6.2.1.1 shall be published. The worst-case channel condition shall be determined.

If the three test channels are applied to an amplifier with frequency slope, the same method of measurement shall be applied as for amplifiers without frequency slope. But in this case, the maximum operating output level of the EUT shall always be stated for the highest measurement channel, taking into account the relative slope value (slope value difference) between the worst case channel and the highest measurement channel.

The frequency response (slope) of the EUT used for the measurements shall be published.

4.3.6.2.2 Bit error rate in the return path

4.3.6.2.2.1 General

The method of measurement describes the measurement of the bit error ratio (BER) (before Reed Solomon decoder of the measurement receiver) of the output signal of the equipment under test (EUT) (e.g. a return path amplifier) when handling a full load of DVB-C signals.

To simplify matters, DVB-C signals are used to simulate DOCSIS signals (according to e.g. ETSI EN 302 878 series) usually used in cable networks for data transmission purposes.

The method of measurement is applicable in the return path frequency range (5 MHz to 65 MHz) as well as in the extended return path frequency ranges.

For EUT designed for the return path frequency range (5 MHz to 65 MHz), this test is able to define the performance (maximum input level) of the EUT when loaded with a number $N = 6$ of digitally modulated signals in the 256 QAM format covering a maximum frequency range from 11 MHz to 59 MHz for full channel load with a raster of 8 MHz.

For EUT designed for the extended return path frequency ranges, this test is able to define the performance (maximum input level) of the EUT when loaded with a number N of digitally modulated signals in the 256 QAM format. See Table 1 for detailed loading.

The maximum operating input level is defined for a limit value of the bit error ratio $BER \leq 1 \times 10^{-9}$. The measurements shall be performed using the measurement parameters as described hereinafter.

4.3.6.2.2.2 Measurement parameters for full channel load

The measurement parameters for full channel load are given in Table 1.

Table 1 – Measurement parameters for full channel load

	Return path frequency range (5 MHz to 65 MHz)	Extended return path frequency range 1 (5 MHz to 85 MHz)	Extended return path frequency range 3 (5 MHz to 204 MHz)
Modulation format	256 QAM		
Symbol rate	6,9 MSymb/s		
Channel bandwidth	8 MHz		
Number of channels N	6	9	24
Channel raster with centre frequencies	15, 23, 31, 39, 47 and 55 MHz	15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 71, and 79 MHz	15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 71, 79, 87, 95, 103, 111, 119, 127, 135, 143, 151, 159, 167, 175, 183, 191, and 199 MHz
BER limit value	$\leq 1 \times 10^{-9}$		

The measurement channel shall be the lowest channel, a centre channel and the highest channel.

The worst-case value of $U_{\max(N)}$ for the EUT out of the measured BER values at the different measurement channels shall be presented as $U_{\max(N)}$.

4.3.6.2.2.3 Equipment required

The equipment required is as follows:

- a number N of 256 QAM modulators (with channel coders) having a suitable linearity (BER better than 1×10^{-10}) and an occupied bandwidth of 8 MHz;
- a number N of null packet or of pseudo-random bit sequence (PRBS) generators (see Annex A);
- a combiner for the output signals of the 256 QAM modulators with negligible distortion;
- a wide band amplifier with suitable linearity and gain over the full bandwidth of the EUT;
- precision attenuators (1 dB steps) to be placed in front of and behind the EUT;
- a test receiver able to measure the BER of the received 256 QAM signals; the receiver's distortion performance should be sufficiently lower than that to be measured (e.g. a BER better than 1×10^{-10}).

All applied QAM channels (load channels and measurement channels) shall have the same input level within a deviation of a maximum of $\pm 0,5$ dB.

The total BER_{Source} introduced by source and measurement equipment shall not exceed 1×10^{-10} .

4.3.6.2.2.4 Connection of equipment

Connect the measuring equipment as indicated in Figure 3. The input signal is applied to the equipment under test (EUT) input and its output signal level is measured by means of a suitable measuring receiver, connected to a BER measuring set if not included in the measuring receiver itself.

4.3.6.2.2.5 Measurement procedure

The measurement shall be performed according to the steps described hereinafter.

- Tune the measuring receiver to an operating channel.

- b) Measure the performance of the test configuration by connecting the output of the variable attenuator A directly to the input of the variable attenuator B. Reduce the attenuation of the variable attenuator A to 0 dB and set the variable attenuator B to a value that allows the best performance of the measuring receiver in terms of BER_{Source} ($< 1 \times 10^{-10}$ measured over an observation time > 10 min). Note the level of the signal applied to the measuring receiver and the BER_{Meas} value obtained.
- c) Connect the EUT between the variable attenuator A and the variable attenuator B.
- d) The EUT shall be operated at nominal gain and with nominal slope. All settings (variable gain and/or slope) shall be set to zero.
- e) Using the variable attenuator A, set the channel output signal level of the EUT to a value at least 10 dB lower than the expected maximum value. Set the variable attenuator B so as to obtain the previously determined optimum signal level at the input of the measuring receiver.
- f) Read the BER_{Meas} on the measuring set, which shall be $\leq 1 \times 10^{-9}$ (measured over an observation time > 60 s).
- g) Using the attenuator A, increase the input level of all applied channels by 1 dB and set the variable attenuator B so as to obtain the previously determined optimum signal level at the input of the measuring receiver.
- h) Repeat procedures g) and h) until the BER measuring set shows a value $> 1 \times 10^{-9}$. Now reduce the input level of all applied channels by 1 dB and set the variable attenuator B so as to obtain the previously determined optimum signal level at the input of the measuring receiver.
- i) Read the BER_{Meas} on the measuring set which once more shall be $\leq 1 \times 10^{-9}$ (measured over an observation time of > 60 s).
- j) Note the input level $U_{max\ input\ (N)}$ of the EUT which represents the maximum operating input level of the EUT at the measured channel.

4.3.6.2.2.6 Presentation of results

The worst-case value of the maximum operating input level $U_{max\ input\ (N)}$ of the EUT at full gain, with N channels applied and expressed in dB ($\mu V/Hz$), as defined in 4.3.6.2.2.5 j) shall be published.

For single house amplifiers the output level $U_{max,\ output\ (N)}$ can be used instead of $U_{max,\ input\ (N)}$. Such return path in-house amplifiers typically have the adjustable attenuator at the input of the return path amplifier to avoid overloading of the return path amplifier.

The frequency slope of the EUT used for the measurements shall be published.

4.3.6.3 Measurement of the composite intermodulation noise ratio CINR

4.3.6.3.1 General

In addition to the measurement of the maximum operating level $U_{max\ (N)}$ of broadband equipment at the borderline of the bit error ratio (1×10^{-9}) according to 4.3.6.2, the carrier-to-interference noise ratio shall be determined.

4.3.6.3.2 Equipment required

Figure 4 shows the measurement test setup.

The equipment required is the following:

- a) for the forward path, use the full channel loading described in 4.3.6.2.1.1; for the return path use the channel loading shown in Table 1;
- b) a number N of null packet or of pseudo-random bit sequence (PRBS) generators;

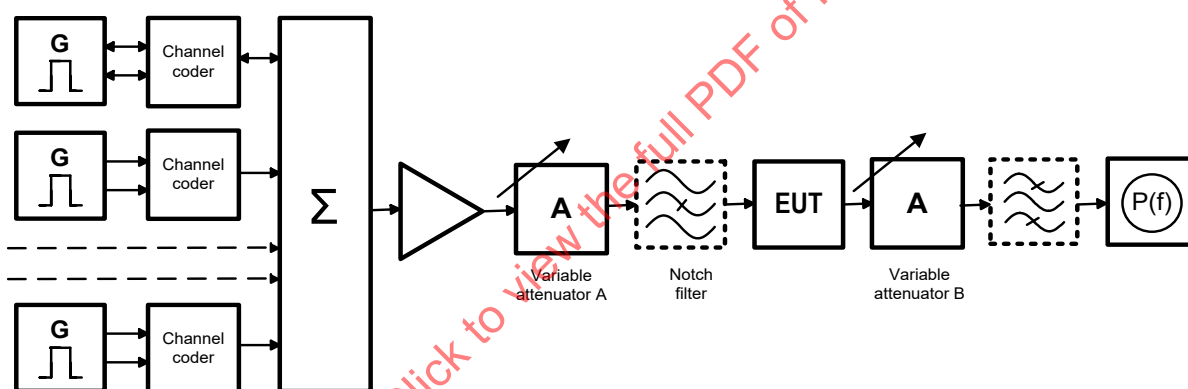
- c) a combiner for the output signals of the 256 QAM modulators with negligible distortion;
- d) a wide-band amplifier with suitable linearity and gain over the full bandwidth of the EUT;
- e) precision attenuators (1 dB steps) with sufficient attenuation range to be placed before and after the EUT;
- f) a spectrum analyser able to measure the CINR in a non-occupied measurement channel.

All applied QAM channels (channel load and measurement channels) shall have the same output level within a deviation of maximum $\pm 0,5$ dB.

The complete measurement setup as described above should have a CINR > 60 dB.

If the shoulder attenuation of the modulators is not sufficient, or in the case of residual general spurious signals transmitted by the modulators, a notch filter (dashed box in Figure 4) should be inserted in front of the EUT to achieve, for the test equipment, the required CINR value > 60 dB.

Furthermore, the CINR value of the test equipment can be improved by inserting a bandpass filter at the input of the spectrum analyser (dashed box in Figure 4). In this case, the minimum attenuation of the variable attenuator B shall not go below a limit of 5 dB to ensure sufficient broadband impedance matching and appropriate return loss for correct measurement results.



IEC

Figure 4 – CINR measurement test setup

4.3.6.3.3 Connection of the equipment

Connect the measuring equipment as indicated in Figure 4. The input signal is applied to the equipment under test (EUT) input and its output signal level is measured by means of a suitable spectrum analyser.

4.3.6.3.4 Measurement procedure

The measurement shall be performed according to the steps described hereinafter.

- a) Tune the spectrum analyser to the channel to be measured in the used frequency band and measure the system level as reference. The system level is defined as the level of one of the occupied QAM channels. Switch off the channel modulator temporarily for the CINR measurement.
- b) Measure the performance of the test setup connecting directly the output of the variable attenuator A to the input of the variable attenuator B, reducing the attenuation of the variable attenuator A to 0 dB and setting the variable attenuator B to a value that allows the best performance of the spectrum analyser in terms of CINR. Note the value of CINR obtained by subtracting the measured noise signal level from the system level. This is the value $CINR_{SYS}$ (in dB) of the measuring system that shall be subtracted from the measured values, to obtain performance of the EUT.

- c) Connect the EUT between the variable attenuator A and the variable attenuator B.
- d) The equipment under test shall be operated at nominal gain and with nominal slope.
- e) Using the variable attenuator A, set the channel output signal level of the EUT at a value at least 20 dB lower than the maximum value $U_{\max}$ according to Figure 4 for which it has been designed; set the variable attenuator B so as to obtain the previously determined optimum signal level at the input of the spectrum analyser.
- f) Read the value $CINR_{\text{MEAS}}$ on the spectrum analyser.
- g) Calculate the value $CINR_{\text{EUT}}$ (in dB) of the EUT by subtracting the system performance $CINR_{\text{SYS}}$ from the measured value $CINR_{\text{MEAS}}$, using the following formula:

$$CINR_{\text{EUT}} = -10 \lg \left[10^{\frac{-CINR_{\text{MEAS}}}{10}} - 10^{\frac{-CINR_{\text{SYS}}}{10}} \right]$$

- h) Using the attenuator A, increase the output level of all applied channels at the EUT in steps of 1 dB and set the variable attenuator B so as to obtain the previously determined optimum signal level at the input of the spectrum analyser; measure again the $CINR_{\text{MEAS}}$ on the measuring set and the channel output signal level of the EUT.
- i) When the channel output level of the EUT approaches its upper limit, non-linear distortion appears and the CINR decreases sharply.
- j) Plot a graph of the $CINR_{\text{EUT}}$ referred to the channel output signal level in dB μ V for the forward path, and referred to the channel signal input level in dB(μ V/Hz) for the return path. An example of the plot of $CINR_{\text{EUT}}$ versus channel output level of EUT is shown in Figure 5.

NOTE The EUT channel output signal level is obtained from the level measured with the spectrum analyser adding the attenuation due to the attenuator B and the band pass filter (if used).

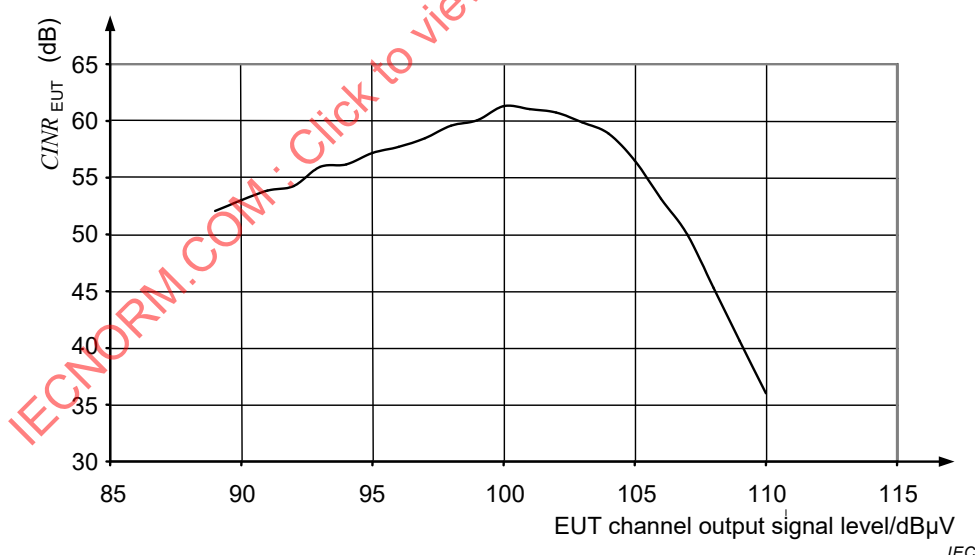


Figure 5 – Plot of CINR in dB curve (forward path) versus EUT channel output signal level in dB μ V

This procedure shall be repeated for each of the three channels, as defined in 4.2.6.2.1.1.

4.3.6.3.5 Presentation of the results

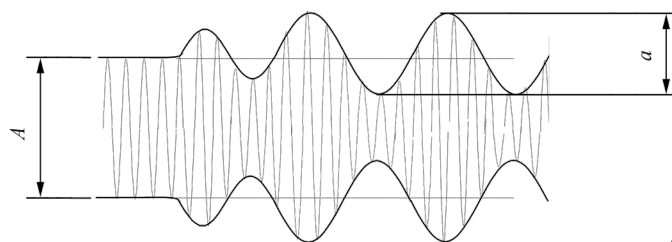
The worst-case CINR curve out of the three measured CINR curves according to 4.2.6.2.1.1 shall be presented. The CINR curve for the forward path is a function of the output level in dB μ V, and for the return path a function of the input level in dB μ V/Hz.

NOTE Examples of these measurement channels for the forward path are given in Annex D.

4.3.7 Hum modulation of carrier

4.3.7.1 Definition

The interference ratio for hum modulation is given by the ratio, expressed in dB, between the peak-to-peak value (A) of the unmodulated carrier and the peak-to-peak value, a , of one of the two envelopes caused by the hum modulated to this carrier (see Figure 6).



$$\text{Carrier/hum ratio} = 20 \lg \frac{A}{a} \text{ dB}$$

Figure 6 – Carrier/hum ratio

4.3.7.2 Description of the method of measurement

4.3.7.2.1 General

This method of measurement is valid for radio and TV signal equipment within a cable network that is supplied with alternating current, 50 Hz.

For measuring purposes, sinusoidal voltages from a source with sufficient low output impedance are used. Taking into account the maximum admissible voltage or the maximum admissible current, the worst value for the operating frequency range shall be published.

NOTE For cable networks, the peak value of the supply voltage or of the supply current can be higher than the value resulting from calculation using the corresponding waveform factor.

To measure the test object, an oscilloscope method is used.

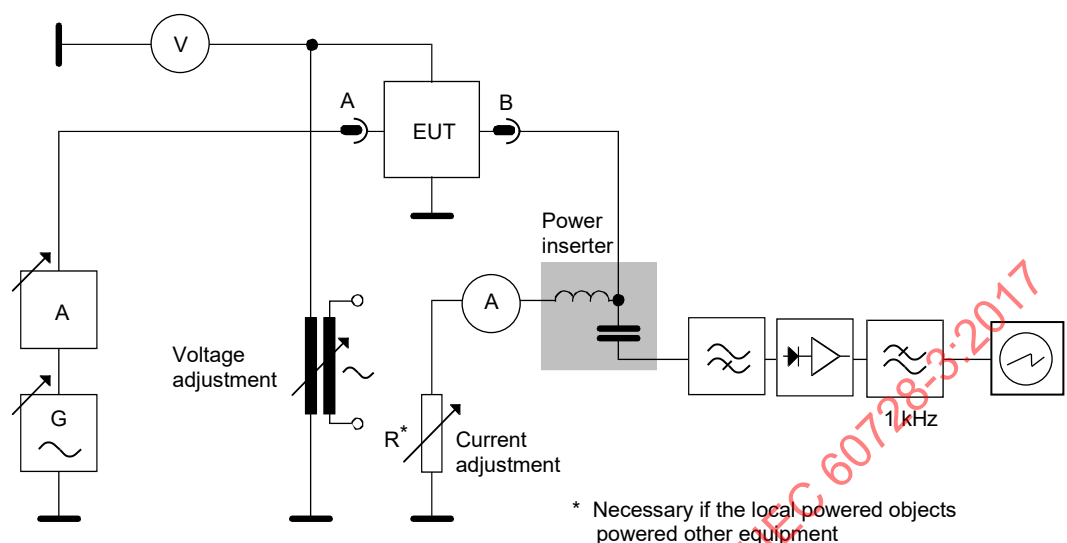
4.3.7.2.2 Test equipment required

The following test equipment is required:

- adjustable voltage source;
- variable load resistor;
- power inserter;
- variable attenuator;
- oscilloscope;
- voltmeter (RMS);
- ampere meter;
- tunable RF signal generator with sufficient phase noise and hum modulation ratio, including AM capability (400 Hz);
- detector including (battery powered) LF-amplifier and 1 kHz LP-filter in the output, to suppress low frequency distortion (A HP-filter shall be used at the input).

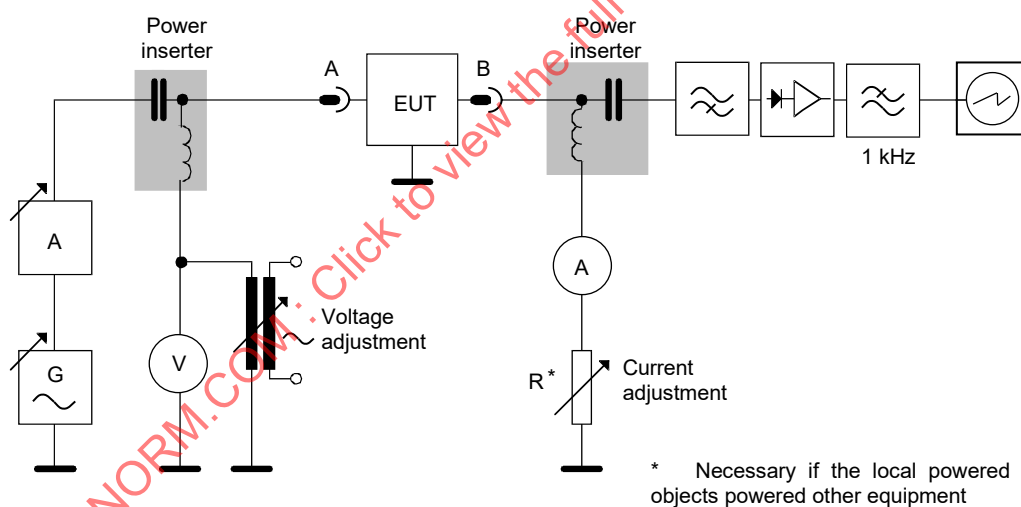
4.3.7.2.3 Connection of test equipment

The connection scheme for local-powered test objects is shown in Figure 7. The connection scheme for remote-powered test objects is shown in Figure 8.



IEC

Figure 7 – Test set-up for local-powered objects



IEC

Figure 8 – Test set-up for remote-powered objects

4.3.7.3 Measuring procedure

4.3.7.3.1 Set-up of calibration

The reference signal is generated by means of the RF signal generator shown in Figure 7 and Figure 8. Select an RF carrier frequency that suits the TV channel under consideration and modulate it to a depth of 1 % at a frequency of 400 Hz. Adjust the RF signal generator to an appropriate level and read the peak-to-peak value of the demodulated AM signal (c in Figure 9) on the oscilloscope. This is the reference signal. With 1 % modulation this value is

$$-20 \lg (0,01) = 40 \text{ dB}$$

The modulation of the signal generator has to be switched off. The remaining value m in Figure 9 is the value to be measured.

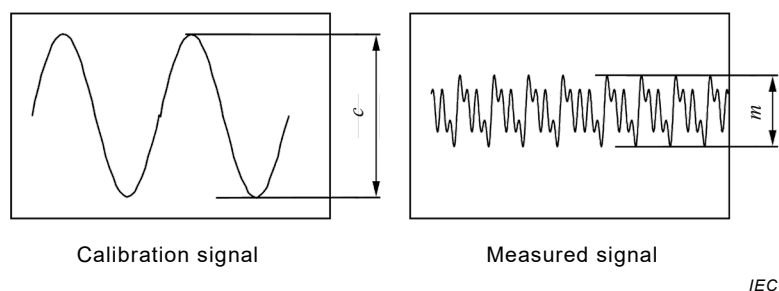


Figure 9 – Oscilloscope display

Check the suitability of the measuring set-up by connecting points A and B together and measuring the set-up's inherent hum. The calculation of the hum modulation ratio is given in 4.3.7.4. This value should be at least 10 dB better than the values to be measured for the equipment under test. For measurements with set-ups for local powered objects, use the set-up shown in Figure 7 to check. The subsequent measurements shall be carried out in suitable increments through the entire operating frequency range. The measured value is independent of the RF level, however, the RF level should be at least the magnitude of the test object's operating level.

4.3.7.3.2 Local-powered test objects

Adjust the test object to maximum or minimum operating voltage using the transformer. The supply current depends on the power requirement of the test object. Modulate the signal generator with the reference signal and adjust the level at point B by means of an attenuator so that neither the measuring object is overdriven nor the detector is within a non-admissible operating range. Note down the peak-to-peak amplitude c of the demodulated reference signal which is displayed on the oscilloscope. Then switch off the reference signal and measure the peak-to-peak value m of the remaining signal.

In addition, for test objects with remote supply terminals, adjust the maximum admissible current for the respective terminal by means of resistor R.

4.3.7.3.3 Remote-powered test objects

For remotely supplied test objects, generally proceed as described in 4.3.7.3.2. The only difference is that the supply energy is routed to the equipment via an RF terminal. In case there are several RF interfaces available for power insertion, each of these interfaces shall be included in the measurement procedure in a suitable manner.

4.3.7.4 Calculating the hum modulation ratio

4.3.7.4.1 Frequency range

The considered frequency range for the hum is from 50 Hz to 1 kHz.

4.3.7.4.2 Individual object

Hum modulation ratio $\text{Hum}_{[\text{EUT}]} = 40 + 20 \lg(c/m)[\text{dB}]$ for 1 % reference modulation depth

For other chosen reference modulation depth, the value 40 dB has to be replaced by the result of the term: $-20 \lg(\text{modulation depth})$.

4.3.7.4.3 Cascaded test objects

For high-hum modulation ratios, it can be useful to cascade several test objects for better determination of the measuring values. Then, for calculating the individual object, use the following formula:

$$\text{Hum modulation ratio}_{[EUT]} = \text{Hum modulation ratio}_{[cascaded]} + 20 \lg n \text{ [dB]}$$

where

n is the number of cascaded test objects.

4.3.7.4.4 Loop value correction

In case a set-up calibration correction is required, use the following formula:

$$\text{Hum modulation ratio}_{[EUT]} = -20 \lg \left(10^{\frac{\text{measured value}}{20}} - 10^{\frac{\text{calibration correction}}{20}} \right) \text{ dB}$$

4.3.7.4.5 Presentation of results

The results shall declare whether the measurement is for one or for two ports.

4.4 Noise figure

4.4.1 General

Normally the noise figure is measured using either a calibrated noise generator suitable for the required frequency range or, more conveniently, with an automatic noise figure meter using an excess noise source.

The following clauses describe the "twice power" method of measurement using a calibrated noise generator.

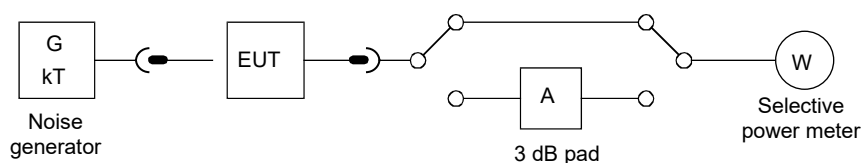
4.4.2 Equipment required

The following equipment is required:

- a noise generator (excess noise source) suitable for the frequency range in use with dB, or kT_0 , calibration;
- a 3-dB attenuator;
- a frequency selective power meter (voltmeter).

4.4.3 Connection of equipment

The equipment is connected as in Figure 10. The connection between the noise generator and the equipment under test should be short. The impedance of all equipment should be 75 Ω .



IEC

Figure 10 – Measurement of noise figure

4.4.4 Measurement procedure

The measurement procedure comprises the following steps:

- a) set a convenient reference on the power meter at the wanted frequency without the 3-dB attenuator and without additional noise at the input port of the equipment under test (noise generator turned off); the measured noise level should be at least 10 dB higher than the indication of the power meter if its input is terminated in 75 Ω . The bandwidth of the power meter should be adjusted to obtain a stable reading;
- b) insert the 3-dB attenuator and increase the noise generator output level until the power meter returns to the original reference level;
- c) read the noise figure from the noise generator;
- d) repeat steps a) to c) at different frequencies across the band; the worst case shall be stated.

4.5 Crosstalk attenuation

4.5.1 Crosstalk attenuation for loop-through ports

4.5.1.1 General

Each loop through port corresponds to one input port. Due to crosstalk, a loop-through port of a multi-switch carries besides the corresponding input signal interfering signals from other input ports. Therefore, the crosstalk attenuation between input ports is an important parameter.

4.5.1.2 Equipment required

A network analyser is required.

4.5.1.3 Measurement procedure over the operating satellite IF frequency range

The measurement procedure comprises the following steps:

- a) connect the network analyser reflection port to multi-switch input port 1 (see Figure 11);
- b) connect the multi-switch loop through port 1 to the network analyser transmission port; loop through port 1 corresponds to input port 1;
- c) terminate all unused ports;
- d) measure the attenuation between the input port 1 and the loop through port 1; let a_1 be the attenuation in decibels over the operating frequency range;
- e) connect the network analyser reflection port to another multi-switch-input port, for example input port 2;
- f) terminate all unused ports;
- g) measure the attenuation between the input port 2 and the loop through port 1; let a_2 be the attenuation in decibels over the operating frequency range.

The worst-case crosstalk attenuation in decibels is the minimum of $a_2 - a_1$ over the operating satellite IF frequency range.

4.5.2 Crosstalk attenuation for output ports

4.5.2.1 General

Due to crosstalk, an output port of a multi-switch carries, besides the selected input signal, interfering signals from other input ports. Therefore, the crosstalk attenuation between input ports is an important parameter.

In addition to electromagnetic coupling between leads, unwanted signals at the output port are due to imperfect isolation performance of the switches. Crosstalk attenuation for output ports is the combination of both.

4.5.2.2 Equipment required

The following equipment is required:

- a) network analyser;
- b) bias-tee (see Figure 8);
- c) standard satellite receiver.

4.5.2.3 Measurement procedure over the operating satellite IF frequency range

The measurement procedure comprises the following steps:

- a) connect the multi-switch output port to the bias-tee RF and DC port;
- b) connect the bias-tee RF port to the network analyser transmission port;
- c) connect the bias-tee DC port to the satellite receiver;
- d) set the satellite receiver to generate control signals that select input port 1 of the multi-switch;
- e) connect the network analyser reflection port to multi-switch input port 1;
- f) terminate all unused ports;
- g) measure the attenuation between the selected input port 1 and the output port; let a_1 be the attenuation in decibels over the operating frequency range;
- h) connect the network analyser reflection port to another multi-switch input port, for example port 2;
- i) terminate all unused ports;
- j) measure the attenuation between the not selected input port 2 and the output port; let a_2 be the attenuation in decibels over the operating frequency range.

The worst-case crosstalk attenuation in decibels is the minimum of $a_2 - a_1$ over the operating satellite IF frequency range.

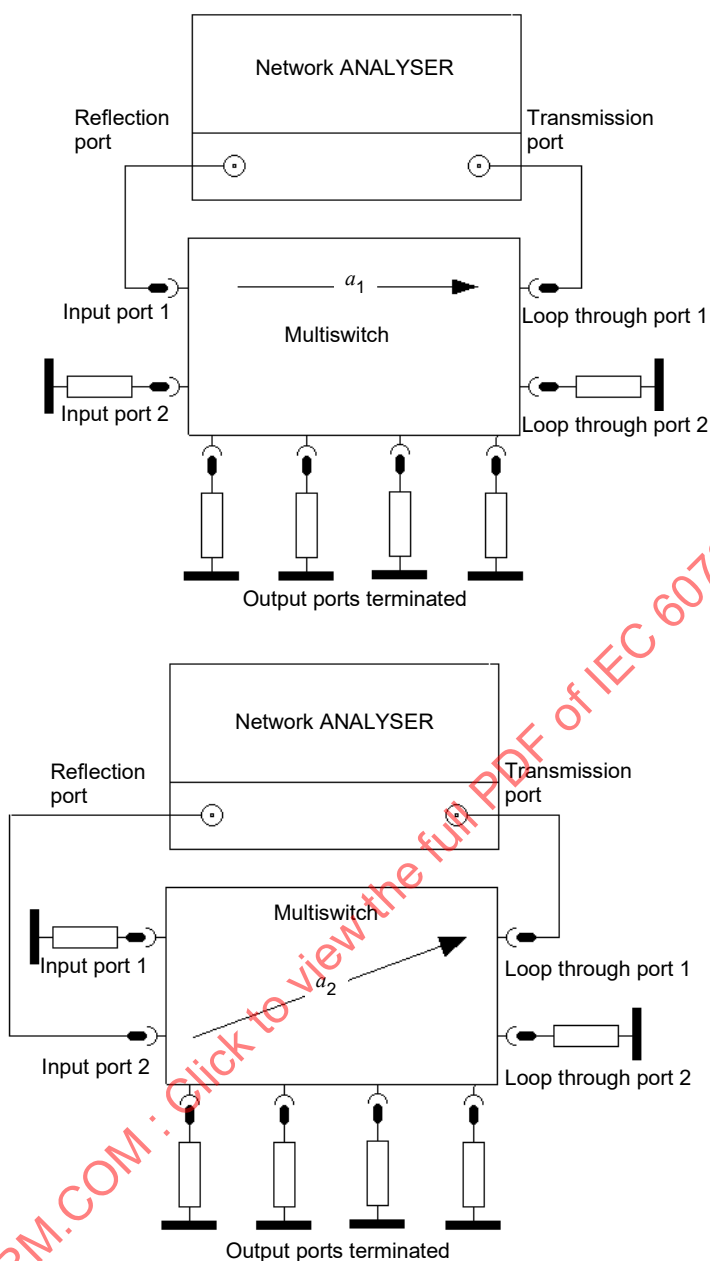


Figure 11 – Measurement of crosstalk attenuation for loop through ports of multi-switches

4.6 Measurement of noise power ratio (NPR)

4.6.1 General

Non-linearity of return path equipment carrying only digital modulated signals can be measured using different methods. If DVB-C test signals are not available, the most prevalent method is the noise-in-gap measurement.

Distortion caused by noise is also noise. The measurement of distortion noise is possible, if a small gap of the noise is removed before the noise enters the equipment under test. The equipment is loaded with wideband noise and a small gap of the noise is removed before the noise enters the equipment under test. While changing the level of the loading noise, the gap is more or less filled with distortion noise. The ratio between the original loading signal (noise) and the distortion noise is measured and plotted.

4.6.2 Equipment required

The following equipment is required:

- a source of white Gaussian noise covering the frequency band of the equipment to be tested;
- a filter to shape the noise which shall limit the noise bandwidth to the bandwidth of the EUT and also add a notch to the noise spectrum, conforming to the requirements of Figure 12 and Table 2;
- a spectrum analyser;
- a variable 75 Ω attenuator, adjustable in 1 dB steps.

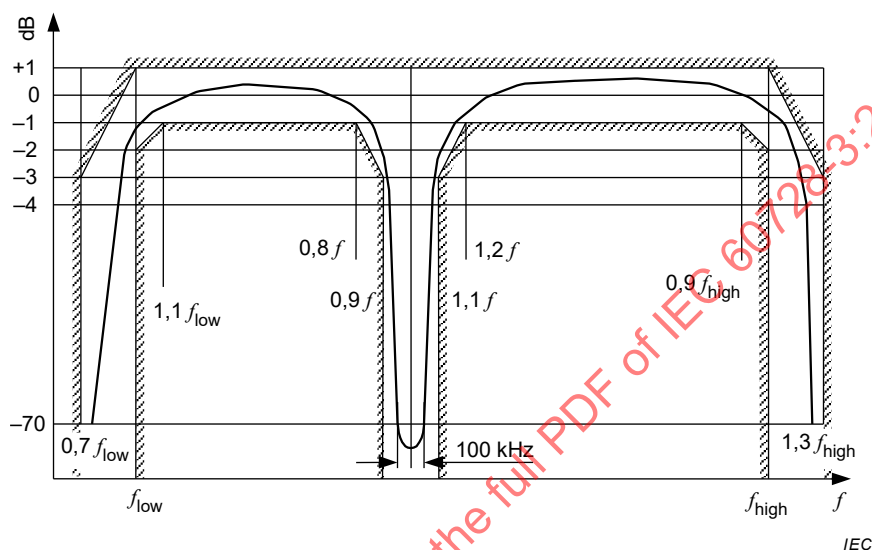


Figure 12 – Characteristic of the noise filter

Table 2 – Notch filter frequencies

Frequency range f_{low} to f_{high}	Notch filter frequency f MHz		
5 MHz to 65 MHz	27,5	35	48
5 MHz to 85 MHz	27,5	48	66
5 MHz to 204 MHz	30,5	100	160

4.6.3 Connection of equipment

The equipment shall be connected as in Figure 13. The filter can alternatively consist of several cascaded filter modules.

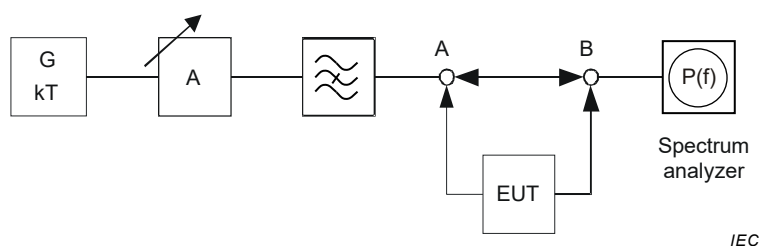


Figure 13 – Test setup for the non-linearity measurement

4.6.4 Measurement procedure

Because the digitally modulated signal is similar in characteristics to white noise, an accurate power density measurement can be performed using the marker noise function of a spectrum analyser.

- a) Connect point A directly to point B.
- b) Adjust the spectrum analyser as follows:
 - resolution bandwidth: 30 kHz;
 - video bandwidth: 100 kHz;
 - the required averaging can be achieved by long sweep times or by a sample detector, which makes level correction for noise marker measurement possible;
 - start and stop frequency: as required;
 - detector type: RMS vertical scale 5 dB/div.
- c) Adjust the sensitivity of the spectrum analyser to maximise the dynamic range. If the spectrum analyser does not provide enough dynamic range to measure a high notch depth, a bandpass filter may be added in front of the spectrum analyser that should pass enough of the signal and the notch so that both signal and notch level can be measured. The signal level for maximum dynamic range should be fixed as the reference level.
- d) Connect the equipment under test between points A and B, adjust the gain of the device for maximum gain and readjust the input attenuator of the spectrum analyser to the reference level.
- e) While adjusting the variable attenuator, always be sure to readjust the input attenuator of the spectrum analyser to the reference level for maximum dynamic range. Verify that the analyser noise floor is sufficiently (> 10 dB) below notch level, otherwise use a noise-near-correction table. Verify that the analyser's contribution to the intermodulation is negligible.
- f) Measure the level of the wideband noise density in dB μ V at point A. Measure NPR as the difference of the values of the noise inside and outside of the gap of the notch filter.
- g) The measurement shall be done at the three given frequencies according to Table 2.

4.6.5 Presentation of the results

The results shall be plotted in dB of the noise power ratio (NPR) at the considered notch frequency versus the input voltage U_{input} in dB μ V/Hz (Figure 14).

For single house amplifiers the output level U_{output} in dB μ V/Hz can be used instead of U_{input} for the same reason as described in 4.3.6.2.2.6.

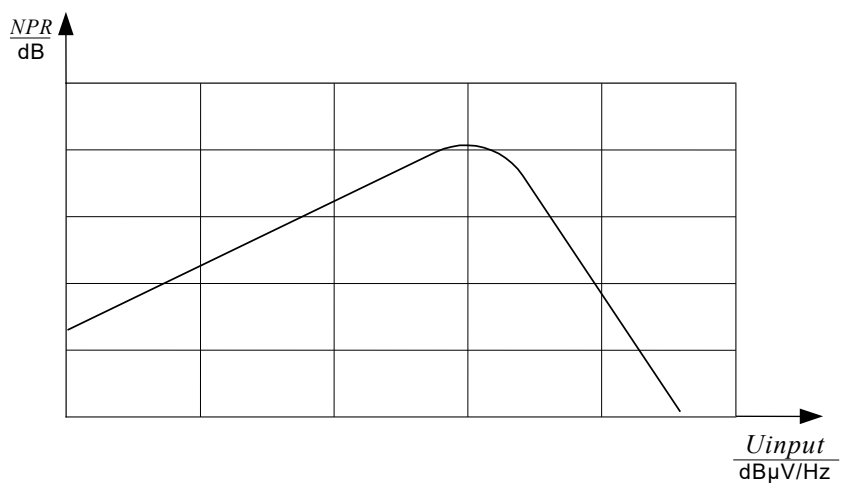


Figure 14 – Presentation of the result of *NPR*

The indication of the best possible notch depth leads to incorrect assumptions about intermodulation performance of the equipment because, at this signal level, distortion noise does not dominate thermal noise. The results are highly dependent on the thermal noise performance of the equipment. For this reason, it is very useful to plot depths of the notch at its centre frequency versus several high output levels, to be sure that measurements are taken at signal levels where distortion noise dominates.

4.7 Immunity to surge voltages

4.7.1 General

Surge voltages can occur at the coaxial inputs and outputs of CATV amplifiers by means of direct or indirect lightning strikes. These surge voltages are simulated by the method of measurement described hereinafter in order to check the immunity and the protection measures of the relevant amplifier.

A surge voltage test used for an embedded power supply unit shall be performed in accordance with IEC 62368-1.

A surge voltage test applied to the power supply port is under consideration.

4.7.2 Equipment required

A surge generator with a pulse shape 1,2/50 μs according to IEC 61000-4-5 but with an open-circuit voltage of up to 6 kV (peak value).

The connection between the surge generator and the EUT shall be performed using the specific cable delivered by the manufacturer as an accessory to the surge generator.

NOTE Further studies are needed.

4.7.3 Connection of equipment

The equipment shall be connected as shown in Figure 15.

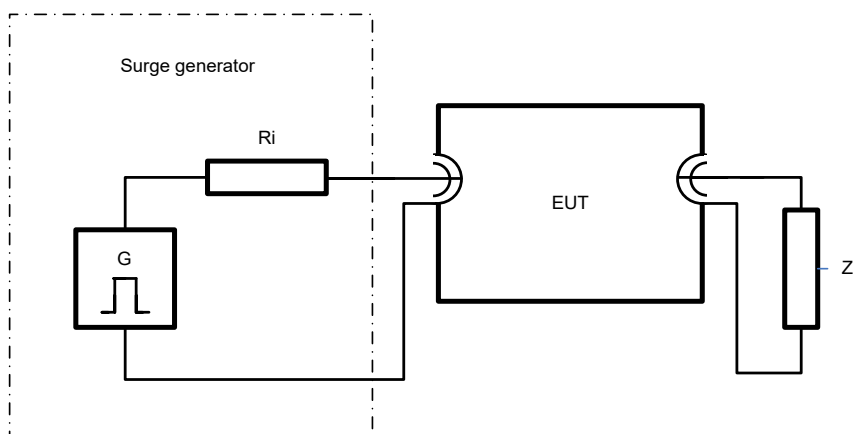


Figure 15 – Measurement set-up for surge immunity test

4.7.4 Measurement procedure

Signal ports that have remote AC powering possibility should be tested with and without remote AC power routing.

Five positive and five negative surge voltage pulses shall be applied to the inner conductor of the relevant coaxial inputs and outputs. The tests are limited to ports where, according to the manufacturer's information, cables of a length > 30 m are connected.

By this limitation to cable lengths > 30 m, the tests at control and similar outputs should be avoided.

5 Equipment requirements

5.1 General requirements

Where the standard calls for performance figures to be published, these shall be stated, if appropriate, for each input and output port.

Published performance figures shall apply when the methods of measurement given in Clause 4, or equivalent methods, are used.

Service and installation instructions should be available.

5.2 Safety

The relevant safety requirements as laid down in IEC 60728-11 shall be met.

5.3 Electromagnetic compatibility (EMC)

The relevant EMC requirements as laid down in IEC 60728-2 shall be met.

5.4 Frequency range

The frequency range or ranges, over which the equipment is specified, shall be published.

5.5 Impedance and return loss

The nominal impedance should be 75 Ω un-symmetrical.

All input and output ports of the unit shall meet the specification under all specified conditions of automatic and manual gain and slope controls and with any combination of plug-in equalisers and attenuators fitted.

Amplifier return loss requirements are dependent on its position and purpose in the system.

The manufacturer shall state the return loss of an amplifier.

Examples of return loss requirements are given in Table 3.

Table 3 – Example of return loss requirements

Return path	5 to 10 MHz	≥ 13 dB
	10 to 40 MHz	≥ 18 dB
	40 to 204 MHz	≥ 18 dB – 1,5 dB/octave
Forward path	40 to 1794 MHz	≥ 18 dB – 1,5 dB/octave but ≥ 12 dB
	1794 to 3000 MHz	12 dB decreasing linearly to 6 dB

5.6 Gain

5.6.1 Minimum and maximum gain

The minimum and maximum guaranteed gain of the amplifier, in dB, at the highest specified frequency shall be published.

5.6.2 Gain control

The range, in dB, of any gain control shall be published.

5.6.3 Slope and slope control

The characteristic of any fixed slope, if fitted, and cable characteristic for that slope, shall be published. This shall be in the form of a formula showing the relationship between attenuation, in dB, and frequency, or the particular test cable used for the factory test shall be stated.

The range, in dB, of any variable slope control, relative to the mean value, shall be published.

5.7 Flatness

The flatness of the amplitude frequency response from the input to the output ports shall be published. Slope is assumed to be eliminated either by calculation or by cable.

The flatness specification shall be achieved in all specified conditions of automatic and manual gain controls and also with any combination of plug-in equalisers and attenuators specified for the device.

5.8 Test points

Test points shall be $75\ \Omega$ or adapted to $75\ \Omega$ through a test probe. The return loss shall correspond to that given in Table 3. The attenuation and flatness shall be published.

5.9 Noise figure

The maximum noise figure over the specified frequency range shall be published.

5.10 Non-linear distortion

5.10.1 General

If the amplifier is designed for sloped operation, measurements shall be carried out with sloped output.

The tests outlined are applicable to various categories of amplifiers as follows:

- a) for wideband amplifiers intended for operation in the range below 1 218 MHz and not used for satellite IF signals: composite triple beat, composite second order;
- b) for amplifiers operating in the range above 950 MHz, usually with satellite IF signals: second order and third order distortion.

5.10.2 Second-order distortion

The worst-case value shall be published as the output level in dB(μ V), that gives 60 dB signal to distortion ratio, or 35 dB for amplifiers carrying only FM signals in the pass band.

For some amplifiers (e.g. feed forward), it might not be possible to measure 60 dB signal to distortion ratio. In these cases, the output level for a greater signal to distortion ratio may be stated.

5.10.3 Third order distortion

The worst-case value shall be published as the output level in dB(μ V), that gives 60 dB signal to distortion ratio, or 35 dB for amplifiers carrying only FM signals in the pass band.

For some amplifiers (e.g. feed forward), it might not be possible to measure 60 dB signal to distortion ratio. In these cases, the output level for a greater signal to distortion ratio may be stated.

5.10.4 Composite triple beat

The worst-case value over all channels shall be published as the output level in dB(μ V) that gives 60 dB signal to distortion ratio.

For some amplifiers (e.g. feed forward), it might not be possible to measure 60 dB signal to distortion ratio. In these cases, the output level for a greater signal to distortion ratio may be stated.

5.10.5 Composite second order

The worst-case value over all channels shall be published as the output level in dB(μ V) that gives 60 dB signal to distortion ratio.

For some amplifiers (e.g. feed forward), it might not be possible to measure 60 dB signal to distortion ratio. In these cases, the output level for a greater signal to distortion ratio may be stated.

5.10.6 Maximum operating level for pure digital channel load

The maximum operating output level $U_{\max(N)}$ achieved by applying the method of measurement described in 4.2.6.3 shall be published.

The worst-case value curve for $CINR_{EUT}$ achieved by applying the method of measurement described in 4.3.6.3 shall be published.

In addition, the nominal gain and nominal slope of the EUT, applied during the measurements, shall be published.

5.11 Hum modulation

The value of the hum modulation shall be published in dB at the worst case of voltage and specified peak-current of the equipment. The result should declare whether the measurement is for 1 or 2 ports.

5.12 Power supply

The following shall be published:

- input AC_{RMS} voltage and frequency range;
- power consumption to complete amplifier assembly or to each active module;
- for modular amplifiers, the DC current and voltage required for, or given by, each active module;
- the worst-case peak-to-peak ripple voltage, if the supply voltage is available for external use.

5.13 Environmental

5.13.1 General

Manufacturers shall publish relevant environmental information on their products in accordance with the requirements of the publications listed below. This will enable users to judge their suitability with regard to four main requirements: storage, transportation, installation and operation.

5.13.2 Transportation

Air freight (combined cold and low pressure)	IEC 60068-2-40
Road transport (bump test)	IEC 60068-2-27
Road transport (shock test)	IEC 60068-2-27

5.13.3 Installation or maintenance

Rough handling shocks	IEC 60068-2-31
Free fall test	IEC 60068-2-31

5.13.4 Operation

IP class. Protection provided by enclosures	IEC 60529
Climatic category of component or equipment for storage and operation	IEC 60068-1
Cold	IEC 60068-2-1
Dry heat	IEC 60068-2-2
Damp heat	IEC 60068-2-30
Change of temperature (test Nb)	IEC 60068-2-14
Vibration (sinusoidal)	IEC 60068-2-6

5.13.5 Energy efficiency of equipment

Under consideration.

5.14 Marking

5.14.1 Marking of equipment

All equipment shall be legibly and durably marked with the manufacturer's name and type number.

5.14.2 Marking of ports

It is recommended that symbols in accordance with the series IEC 60417 and ISO 80416 be used when marking ports.

5.15 Requirements for multi-switches

5.15.1 Control signals for multi-switches

Control signals shall be compliant with the control signals for low-noise block converters as specified in IEC 61319-1 and IEC 61319-2.

5.15.2 Amplitude frequency response flatness

The flatness of the amplitude frequency response from input to output ports, from input to loop through ports and from terrestrial input to output ports shall be according to the requirements for splitters in IEC 60728-4.

5.15.3 Return loss

The return loss on all input, output, loop through and terrestrial input ports shall be according to the requirements for splitters in IEC 60728-4.

5.15.4 Through loss

The through loss from input to output ports, from input to loop through ports and from terrestrial input to output ports shall be published for the appropriate frequency ranges.

5.15.5 Isolation

The isolation between input ports and between loop through ports shall be published.

The isolation between output ports that are switched to the same input port shall be according to the requirements for splitters in IEC 60728-4.

The isolation between output ports that are switched to different input ports shall be published.

NOTE Performance requirements can be derived from system parameters given in IEC 60728-1.

5.15.6 Crosstalk attenuation

At an output the crosstalk attenuation between the selected input and another input shall be measured. The minimum value of all combinations of output ports, input ports and switch positions shall be published. The method of measurement is given in 4.5.

NOTE Performance requirements can be derived from system parameters given in IEC 60728-1.

5.15.7 Satellite IF to terrestrial signal isolation

If the multi-switch includes a coupling function for terrestrial signals, then the minimum value of the attenuation from satellite IF input ports to output ports in the frequency range of the terrestrial signals shall be published.

NOTE Performance requirements can be derived from system parameters given in IEC 60728-1.

5.16 Immunity to surge voltages

5.16.1 Degrees of testing levels

According to the degree of testing levels, published by the manufacturer of the equipment, the amplifier shall withstand surge voltages applied to the inner conductor of the coaxial input and output ports as laid down in Table 4.

Table 4 – Parameters of surge voltages for different degrees of testing levels

Degree of testing level	Pulse shape μs	Ri Ω	Voltage kV
1	1,2 / 50	2	1
2	1,2 / 50	2	4
3	1,2 / 50	2	6

After the tests, no significant degradation of function (e.g. gain, maximum output level, power consumption) outside the manufacturer's specification shall occur.

5.16.2 Recommendation of testing level degree

The testing level degrees given in Table 5 depend on the application of the equipment and on environmental conditions. The mentioned "Preferred application to different amplifier types" is only given for information.

Table 5 – Recommendations for degree of testing levels

Degree of testing level	Voltage kV	Preferred application to amplifier type
1	1	For in-house equipment
2	4	For underground cabling and equipment mounted underground or in strand cabinets
3	6	For exposed equipment

Annex A (normative)

Test carriers, levels and intermodulation products

A.1 Two signal tests for second- and third-order products

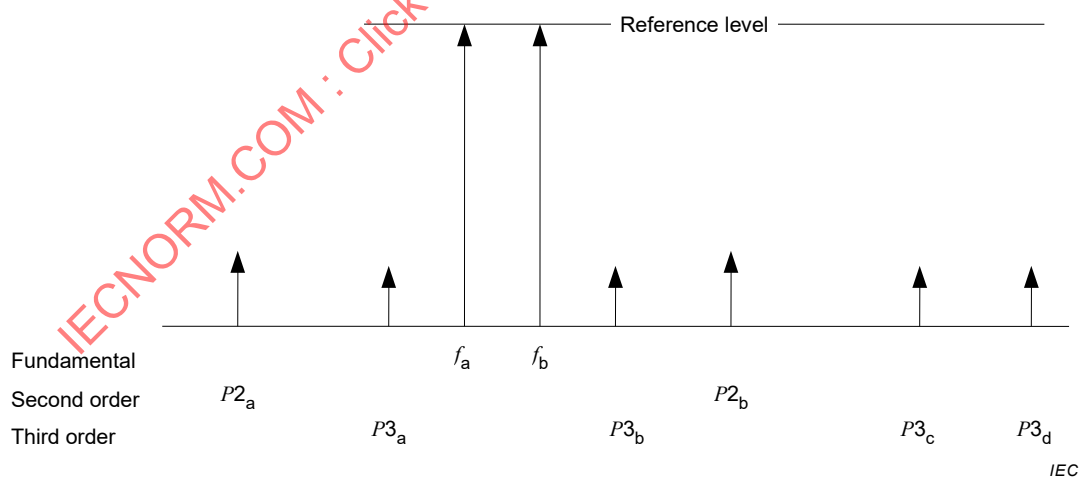
A.1.1 Intermodulation products with test signals at frequencies f_a and f_b , see Table A.1

Table A.1 – Intermodulation products with two signals

Second order ^a :	$P2_a = f_b - f_a$	
	$P2_b = f_a + f_b$	
Third order:	$P3_a = 2f_a - f_b$	where $2f_a > f_b$
	$P3_a = f_b - 2f_a$	where $2f_a < f_b$
	$P3_b = 2f_b - f_a$	
	$P3_c = 2f_a + f_b$	
	$P3_d = 2f_b + f_a$	
^a Not applicable to narrow-band equipment unless the frequency range covered by the equipment is such that $2f_{\min} < f_{\max}$.		

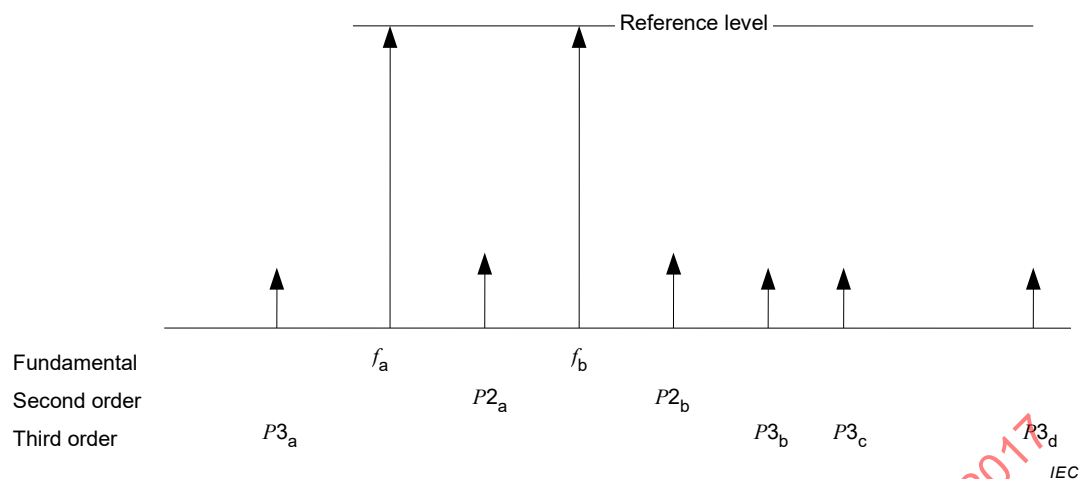
A.1.2 Signal levels

The two test carriers shall be set to the reference level (see Figures A.1 and A.2).



NOTE The sequence of the intermodulation products will depend on the fundamental frequencies chosen.

Figure A.1 – An example showing products formed when $2f_a > f_b$



NOTE The sequence of the intermodulation products will depend on the fundamental frequencies chosen.

Figure A.2 – An example showing products formed when $2f_a < f_b$

A.2 Three signal tests for third order products – Intermodulation products with test signals at frequencies f_a , f_b and f_c , see Table A.2 and Figure A.3

Table A.2 – Intermodulation products with three signals

Third order:	$P3_f = f_a + f_b - f_c$
	$P3_g = f_a + f_c - f_b$
	$P3_h = f_b + f_c - f_a$
	$P3_i = f_a + f_b + f_c$
Second and third order products due to any two of the test carriers will also be present if they fall within the frequency range of the equipment or system to be tested.	

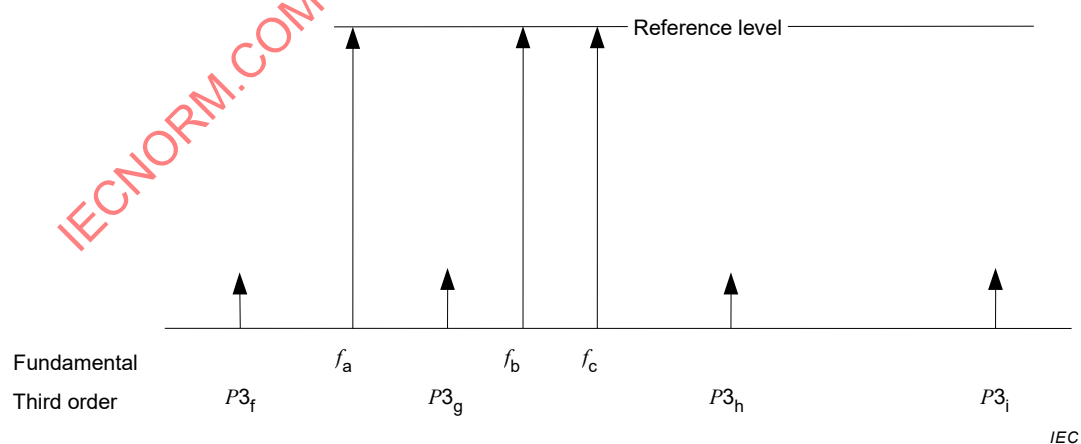


Figure A.3 – Products of the form $f_a \pm f_b \pm f_c$

Test frequency plan for composite triple beat (CTB), composite second order (CSO)

Table B.1 – Frequency allocation plan

[illegible]

Frequency MHz	
775,25 791,25 807,25 823,25 839,25 855,25	GROUP E
NOTE 1 The test carrier frequency of 48,25 MHz is used as a reference for measuring the CSO products that fall at 48,00 MHz. NOTE 2 The test frequencies for CTB and XM measurements are identical to those of the test frequency plan, since composite third order beats are clustered within ± 15 kHz of the test frequency carriers. NOTE 3 The test frequencies for CSO measurement deviate from those of the test frequency plan, since composite second order beats are clustered, within ± 10 kHz, at $+0,75$ MHz ($f_a - f_b$ beats) and at $-0,75$ MHz ($f_a + f_b$ beats) from the test carriers (excluding the 48,25 MHz test carrier).	

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60728-3:2017

Annex C (informative)

Measurement errors that occur due to mismatched equipment

The matching condition is achieved when the error introduced by the mismatch of the equipment facing the EUT and that of the equipment under test (EUT) is acceptable. Examples of maximum errors of measurement results are given in Figure C.1 and Figure C.2.

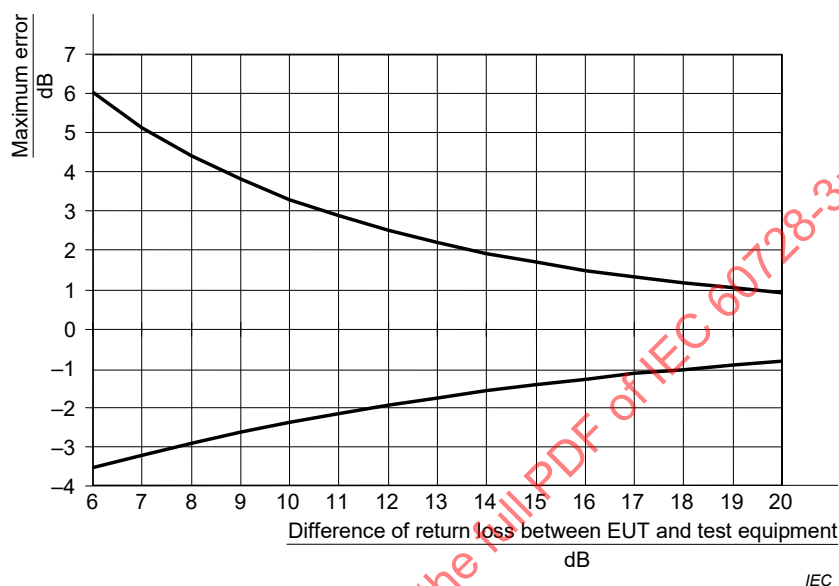


Figure C.1 – Error concerning return loss measurement

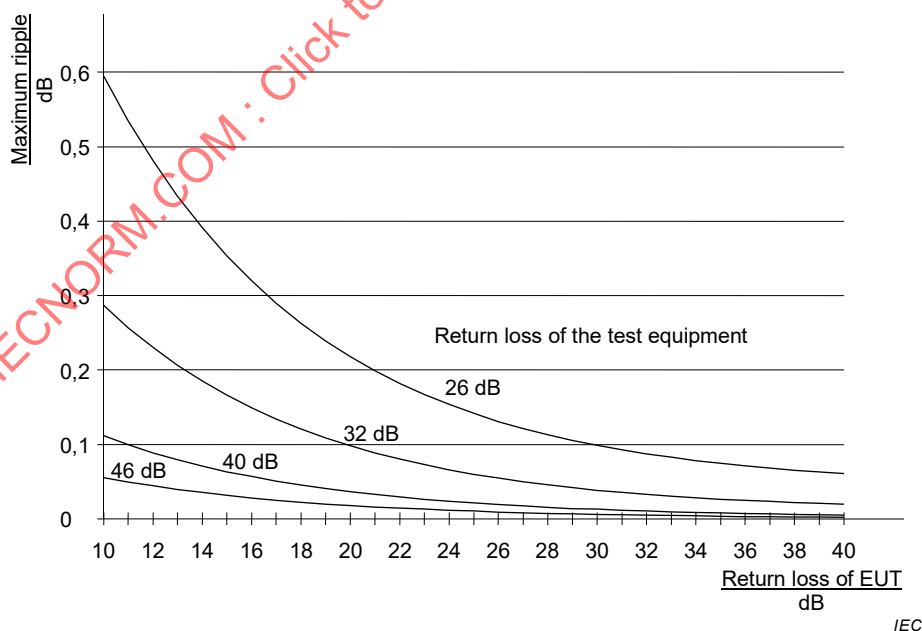


Figure C.2 – Maximum ripple

The return loss of the test equipment should be at least 10 dB better than the expected value of the EUT.

Annex D (informative)

Examples of measurement channels

D.1 Operating frequency range 110 MHz to 1 006 MHz

In the frequency range 110 MHz to 1 006 MHz, the following measurement channels should be used:

- lowest RF channel frequency range: 110 MHz to 118 MHz
- highest RF channel frequency range: 998 MHz to 1 006 MHz
- RF channel at arithmetic mean frequency range: 550 MHz to 558 MHz

NOTE For the RF channel at the arithmetic mean, the next standard TV channel in the 8 MHz raster is chosen here.

D.2 Operating frequency range 110 MHz to 862 MHz

In the frequency range 110 MHz to 862 MHz, the following measurement channels should be used:

- lowest RF channel frequency range: 110 MHz to 118 MHz
- highest RF channel frequency range: 854 MHz to 862 MHz
- RF channel at arithmetic mean frequency range: 478 MHz to 486 MHz

NOTE For the RF channel at the arithmetic mean, the next standard TV channel in the 8 MHz raster is chosen here.

D.3 Operating frequency range 258 MHz to 1 218 MHz

In the frequency range 258 MHz to 1 218 MHz, the following measurement channels should be used:

- lowest RF channel frequency range: 262 MHz to 270 MHz
- highest RF channel frequency range: 1 206 MHz to 1 214 MHz
- RF channel at arithmetic mean frequency range: 734 MHz to 742 MHz

NOTE For the RF channel at the arithmetic mean, the next standard TV channel in the 8 MHz raster is chosen here.

Bibliography

IEC 60050-723:1997, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 723: Broadcasting: Sound, television, data*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

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

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

IEC 60728-9, *Cabled distribution systems for television and sound signals – Part 9: Interfaces of cabled distribution systems for digitally modulated signals*

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

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 Ω cable distribution systems (Type F)*

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

ETSI ES 200 800, *Digital Video Broadcasting (DVB); DVB interaction channel for Cable TV distribution systems (CATV)*

ETSI ETS 300 158, *Satellite Earth Stations and Systems (SES) – Television Receive Only (TVRO-FSS) Satellite Earth Stations operating in the 11/12 GHz FSS bands*

ETSI ETS 300 249, *Satellite Earth Stations and Systems (SES) – Television Receive Only (TVRO) equipment used in the Broadcasting Satellite Service (BSS)*

ETSI EN 302 878 (all parts): *Access, Terminals, Transmission and Multiplexing (ATTM); Third Generation Transmission Systems for Interactive Cable Television Services – IP Cable Modems*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60728-3:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	57
INTRODUCTION	59
1 Domaine d'application	60
2 Références normatives	60
3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés	61
3.1 Termes et définitions	61
3.2 Symboles	65
3.3 Termes abrégés	67
4 Méthodes de mesurage	67
4.1 Généralités	67
4.2 Distorsion linéaire	68
4.2.1 Affaiblissement de réflexion	68
4.2.2 Variation du temps de propagation de groupe	69
4.3 Distorsion non linéaire	70
4.3.1 Généralités	70
4.3.2 Types de mesurages	70
4.3.3 Intermodulation	70
4.3.4 Battement triple composite	73
4.3.5 Battement composite d'ordre deux	76
4.3.6 Méthode de mesurage de la non-linéarité pour une charge qui ne comporte que des porteuses en modulation numérique	76
4.3.7 Modulation de ronflement de la porteuse	84
4.4 Facteur de bruit	87
4.4.1 Généralités	87
4.4.2 Matériel nécessaire	87
4.4.3 Raccordement du matériel	88
4.4.4 Procédure de mesurage	88
4.5 Atténuation de diaphonie	88
4.5.1 Atténuation de diaphonie pour les sorties transparentes	88
4.5.2 Atténuation de diaphonie pour les accès de sortie	89
4.6 Mesurage du rapport bruit sur puissance (NPR, <i>Noise Power Ratio</i>)	90
4.6.1 Généralités	90
4.6.2 Matériel nécessaire	91
4.6.3 Raccordement du matériel	91
4.6.4 Procédure de mesurage	92
4.6.5 Présentation des résultats	92
4.7 Immunité aux surtensions	93
4.7.1 Généralités	93
4.7.2 Matériel nécessaire	93
4.7.3 Raccordement du matériel	93
4.7.4 Procédure de mesurage	94
5 Exigences relatives au matériel	94
5.1 Exigences générales	94
5.2 Sécurité	94
5.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)	94
5.4 Plage de fréquences	95

5.5	Impédance et affaiblissement de réflexion	95
5.6	Gain.....	95
5.6.1	Gain minimal et maximal.....	95
5.6.2	Commande de gain.....	95
5.6.3	Pente et commande de pente	95
5.7	Platitudes	95
5.8	Points d'essai	96
5.9	Facteur de bruit	96
5.10	Distorsion non linéaire	96
5.10.1	Généralités.....	96
5.10.2	Distorsion d'ordre deux.....	96
5.10.3	Distorsion d'ordre trois.....	96
5.10.4	Battement triple composite	96
5.10.5	Battements composites d'ordre deux	97
5.10.6	Niveau d'utilisation maximal pour une charge de porteuses numériques modulées.....	97
5.11	Modulation de ronflement.....	97
5.12	Alimentation.....	97
5.13	Environnement.....	97
5.13.1	Généralités.....	97
5.13.2	Transport.....	97
5.13.3	Installation ou maintenance	98
5.13.4	Exploitation.....	98
5.13.5	Rendement énergétique du matériel	98
5.14	Marquage	98
5.14.1	Marquage du matériel	98
5.14.2	Marquage des accès.....	98
5.15	Exigences pour les commutateurs multiples.....	98
5.15.1	Signaux de commande pour les commutateurs multiples	98
5.15.2	Platitudes de la réponse amplitude-fréquence	98
5.15.3	Affaiblissement de réflexion.....	98
5.15.4	Perte de passage ou d'insertion.....	99
5.15.5	Isolation.....	99
5.15.6	Atténuation de diaphonie	99
5.15.7	Isolation entre les signaux à fréquence intermédiaire satellite et les signaux terrestres.....	99
5.16	Immunité aux surtensions	99
5.16.1	Degrés des niveaux d'essai	99
5.16.2	Recommandation quant au degré du niveau d'essai	100
Annexe A (normative)	Porteuses d'essai, niveaux et produits d'intermodulation	101
A.1	Essais à deux signaux pour les produits d'ordre deux et d'ordre trois.....	101
A.1.1	Produits d'intermodulation avec signaux d'essais aux fréquences f_a et f_b , voir Tableau A.1.....	101
A.1.2	Niveaux des signaux.....	101
A.2	Essais à trois signaux pour les produits d'ordre trois – Produits d'intermodulation avec signaux d'essai aux fréquences f_a , f_b et f_c , voir Tableau A.2 et Figure A.3	102
Annexe B (informative)	Plan des fréquences d'essai pour le battement triple composite (CTB) et du battement composite d'ordre deux (CSO).....	103

Annexe C (informative) Erreurs de mesurages qui apparaissent en raison d'un matériel désadapté	105
Annexe D (informative) Exemples de canaux de mesure	106
D.1 Plage de fréquences d'utilisation de 110 MHz à 1 006 MHz	106
D.2 Plage de fréquences d'utilisation de 110 MHz à 862 MHz	106
D.3 Plage de fréquences d'utilisation de 258 MHz à 1 218 MHz	106
Bibliographie.....	107
 Figure 1 – Agencement de base du matériel d'essai pour l'évaluation du rapport signal sur produit d'intermodulation.....	71
Figure 2 – Raccordement du matériel d'essai pour le mesure de la distorsion non linéaire par le mesure du battement composite	74
Figure 3 – Configuration d'essai de mesure du TEB	78
Figure 4 – Montage d'essai pour le mesure du CINR.....	82
Figure 5 – Représentation graphique de la courbe de CINR en dB (voie descendante) par rapport au niveau de signal de sortie du canal de l'EUT en dBμV	83
Figure 6 – Rapport porteuse/ronflement.....	84
Figure 7 – Montage d'essai pour des objets alimentés localement	85
Figure 8 – Montage d'essai pour les objets alimentés à distance	85
Figure 9 – Affichage sur l'oscilloscope	86
Figure 10 – Mesure du facteur de bruit.....	88
Figure 11 – Mesure de l'atténuation de diaphonie pour les sorties transparentes d'un commutateur multiple	90
Figure 12 – Caractéristique du filtre de bruit.....	91
Figure 13 – Montage d'essai pour le mesure de la non-linéarité	92
Figure 14 – Présentation du résultat du NPR	93
Figure 15 – Montage de mesure pour l'essai d'immunité aux chocs.....	94
Figure A.1 – Exemple montrant les produits formés lorsque $2f_a > f_b$	101
Figure A.2 – Exemple montrant les produits formés lorsque $2f_a < f_b$	102
Figure A.3 – Produits de la forme $f_a \pm f_b \pm f_c$	102
Figure C.1 – Erreur concernant le mesure de l'affaiblissement de réflexion	105
Figure C.2 – Ondulation maximale	105
 Tableau 1 – Paramètres de mesure pour la pleine charge de canal.....	79
Tableau 2 – Fréquences du filtre réjecteur de bande.....	91
Tableau 3 – Exemples d'exigences d'affaiblissement de réflexion	95
Tableau 4 – Paramètres des surtensions pour différents degrés de niveaux d'essai.....	99
Tableau 5 – Recommandations quant au degré des niveaux d'essai	100
Tableau A.1 – Produits d'intermodulation avec deux signaux	101
Tableau A.2 – Produits d'intermodulation avec trois signaux	102
Tableau B.1 – Plan de fréquences	103

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX DE DISTRIBUTION PAR CÂBLES POUR
SIGNAUX DE TÉLÉVISION, SIGNAUX DE RADIODIFFUSION
SONORE ET SERVICES INTERACTIFS –****Partie 3: Matériel actif à large bande pour
réseaux de distribution par câbles**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60728-3 a été établie par le domaine technique 5: Réseaux câblés pour les signaux de télévision, signaux sonores et services interactifs, du comité d'études 100 de l'IEC: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) extension de la limite supérieure de la plage de fréquences pour les matériels de réseaux de distribution par câbles dans la voie descendante de 1 000 MHz à 1 218 MHz (en option jusqu'à 1 794 MHz);
- b) extension de la limite supérieure de la plage de fréquences pour les matériels de réseaux de distribution par câbles dans la voie de retour de 85 MHz à 204 MHz;
- c) intégration et mise à jour du contenu de l'IEC 60728-3-1;
- d) intégration et mise à jour du contenu de la spécification technique CLC/TS 50083-3-3;
- e) suppression des spécifications et des méthodes d'essai pour les paramètres analogiques obsolètes;
- f) références normatives supplémentaires;
- g) termes, définitions et abréviations supplémentaires.

La présente version bilingue (2021-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-11.

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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

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

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

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

Cela comprend par exemple:

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

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

Ce travail de normalisation couvre les antennes et/ou les entrées de sources de signaux spéciaux, la tête de réseau ou autres points d'interface d'accès au réseau, ainsi que l'entrée du terminal de l'équipement chez le client.

Le travail de normalisation tient compte de la coexistence d'utilisateurs du spectre de radiofréquence (RF) dans les systèmes de transmission filaires et sans fil.

La normalisation des terminaux (à savoir syntoniseurs, récepteurs, décodeurs, terminaux multimédias, etc.) et des câbles coaxiaux, à paires symétriques et optiques et leurs accessoires, en est exclue.

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

Partie 3: Matériel actif à large bande pour réseaux de distribution par câbles

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60728 spécifie les méthodes de mesurage, les exigences de performance et les exigences de publication des données caractéristiques des matériels actifs à large bande des réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs.

Le présent document

- s'applique à tous les amplificateurs utilisés dans les réseaux de distribution par câbles;
- couvre la plage de fréquences de 5 MHz à 3 000 MHz;

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

- s'applique aux matériels unidirectionnels et bidirectionnels;
- spécifie les méthodes de mesurage de base des caractéristiques fonctionnelles du matériel actif qui permettent d'évaluer la performance de ces matériels;
- identifie les spécifications de performance qui doivent être publiées par les fabricants;
- définit les exigences de performance minimales pour certains paramètres.

2 Références normatives

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

IEC 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

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

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

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

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

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

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

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

IEC 60068-2-40, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-40: Essais – Essai Z/AM: Essais combinés froid/basse pression atmosphérique*

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

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

IEC 60728-4, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 4: Passive wideband equipment for coaxial cable networks* (disponible en anglais seulement)

IEC 60728-5, *Réseaux de distribution par câbles pour signaux de télévision, signaux de radiodiffusion sonore et services interactifs – Partie 5: Equipements de tête de réseau*

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

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61319-1, *Interconnexions des équipements de réception satellite – Partie 1: Europe*

IEC 61319-2, *Interconnexions des équipements de réception satellite – Partie 2: Japon*

IEC 62368-1, *Equipements des technologies de l'audio/vidéo, de l'information et de la communication – Partie 1: Exigences de sécurité*

3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés

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

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

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

3.1 Termes et définitions

3.1.1

réponse amplitude-fréquence

gain ou affaiblissement d'un matériel ou d'un système tracé en fonction de la fréquence

3.1.2

affaiblissement

rapport entre la puissance d'entrée et la puissance de sortie d'un matériel ou d'un système, exprimé habituellement en décibels

3.1.3

rapport porteuse sur bruit

différence en décibels entre le niveau de la porteuse image ou de la porteuse son en un point donné d'un matériel ou d'un système et le niveau de bruit en ce point (mesuré avec une largeur de bande appropriée au système de télévision ou de radio utilisé)

3.1.4

bruit d'intermodulation composite

CIN

somme du bruit et des produits d'intermodulation des signaux en modulation numérique

Note 1 à l'article: L'abréviation "CIN" est dérivée du terme anglais développé correspondant "composite intermodulation noise".

3.1.5

CINR

rapport de bruit d'intermodulation composite

rapport entre le niveau du signal et le niveau de CIN

Note 1 à l'article: L'abréviation "CINR" est dérivée du terme anglais développé correspondant "composite intermodulation noise ratio".

3.1.6

atténuation de diaphonie

rapport entre la puissance du signal souhaité et la puissance du signal indésirable, produit par un couplage électromagnétique entre conducteurs, en appliquant des puissances de signaux égales aux conducteurs

Note 1 à l'article: L'atténuation de diaphonie est habituellement exprimée en décibels.

3.1.7

rapport en décibels

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

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

3.1.8

égaliseur

dispositif conçu pour compenser sur une certaine plage de fréquences la distorsion amplitude/fréquence ou la distorsion phase/fréquence introduite par les lignes ou le matériel

Note 1 à l'article: Ce dispositif n'est destiné à compenser que les distorsions linéaires.

3.1.9

ligne

support de transmission qui fait partie d'un réseau de distribution par câbles

Note 1 à l'article: Un tel chemin peut être constitué d'un câble métallique, d'une fibre optique, d'un guide d'onde ou d'une quelconque de leurs combinaisons. Par extension, le terme s'applique également à des chemins qui contiennent une ou plusieurs liaisons radio.

3.1.10

gain

rapport entre la puissance de sortie et la puissance d'entrée, exprimé habituellement en décibels

3.1.11

bruit thermique idéal

bruit généré dans un composant résistif, et dû à l'agitation thermique des électrons

Note 1 à l'article: La puissance thermique générée est donnée par

$$P = 4 \cdot B \cdot k \cdot T$$

où

P est la puissance de bruit, en watts;

B est la largeur de bande, en hertz;

k est la constante de Boltzmann = $1,38 \times 10^{-23}$ J/K;

T est la température absolue, en Kelvins.

Ce qui donne

$$\frac{U^2}{R} = 4 \cdot B \cdot k \cdot T$$

et

$$U = \sqrt{4 \cdot R \cdot B \cdot k \cdot T}$$

où

U est la tension de bruit (force électromotrice);

R est la résistance, en ohms.

Il est normal dans la pratique que la source soit chargée par une impédance égale à la valeur de sa résistance interne; la tension de bruit à l'entrée de la charge est alors égale à $U/2$.

3.1.12 niveau

rapport en décibels entre une puissance quelconque P_1 et la puissance de référence étalon P_0 , c'est-à-dire

$$10 \lg \frac{P_1}{P_0}$$

rapport en décibels entre une tension quelconque U_1 et la tension de référence étalon U_0 , c'est-à-dire

$$20 \lg \frac{U_1}{U_0}$$

Note 1 à l'article: Le niveau de puissance peut s'exprimer en décibels par rapport à $P_0 = (U_0^2/R) = (1/75)$ pW, c'est-à-dire en dB(P_0), le niveau de P_0 correspondant à 0 dB(P_0) ou, cas plus fréquent, en dB(pW), le niveau de P_0 correspondant à -18,75 dB(pW). Le niveau de la tension est exprimé en décibels par rapport à 1 μ V (sur 75 Ω), c'est-à-dire en dB(μ V).

3.1.13 rapport d'erreur de modulation MER

somme des carrés des amplitudes des vecteurs de symboles idéaux divisée par la somme des carrés des amplitudes des vecteurs d'erreur de symboles d'une séquence de symboles, le résultat étant exprimé par un rapport de puissance en décibels

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

$$MER = 10 \lg \left\{ \frac{\sum_{j=1}^N (I_j^2 + Q_j^2)}{\sum_{j=1}^N (\delta I_j^2 + \delta Q_j^2)} \right\} \text{ en dB}$$

3.1.14

commutateur multiple

matériel utilisé dans les systèmes de distribution pour des signaux reçus de satellites et transposés à une fréquence intermédiaire convenable

Note 1 à l'article: Les signaux en fréquence intermédiaire reçus de polarisations différentes, de bandes de fréquences différentes et de positions orbitales différentes sont les signaux d'entrée de ce commutateur multiple. Les lignes d'abonnés sont raccordées aux accès de sortie du commutateur multiple. Chaque accès de sortie est commuté sur l'un des accès d'entrée, en fonction des signaux de commande émis par le matériel de l'abonné vers le commutateur multiple. Un commutateur multiple peut contenir, outre un diviseur de puissance à chaque accès d'entrée et un commutateur à chaque accès de sortie, des amplificateurs pour compenser les pertes des matériels de distribution ou des câbles.

3.1.15

sortie transparente d'un commutateur multiple

une ou plusieurs sorties d'un commutateur multiple qui répètent les signaux d'entrée

Note 1 à l'article: Cela permet la réalisation de réseaux de plus grande taille avec plusieurs commutateurs multiples, installés chacun près d'un groupe d'abonnés. Les commutateurs multiples sont connectés en cascade les uns aux autres. Les signaux en fréquence intermédiaire reçus par une unité extérieure avec des polarisations, des bandes de fréquences et des positions orbitales différentes sont les signaux d'entrée d'un premier commutateur multiple. Des câbles relient les sorties transparentes de ce commutateur multiple aux accès d'entrée d'un deuxième commutateur multiple, et ainsi de suite.

3.1.16

facteur de bruit

facteur de mérite qui décrit le bruit produit à l'intérieur d'un dispositif actif

Note 1 à l'article: Le facteur de bruit, F , est le rapport entre le rapport porteuse sur bruit à l'entrée et le rapport porteuse sur bruit à la sortie d'un dispositif actif.

$$F = \frac{C_1/N_1}{C_2/N_2}$$

où

C_1 est la puissance du signal à l'entrée;

C_2 est la puissance du signal à la sortie;

N_1 est la puissance du bruit à l'entrée (bruit thermique idéal);

N_2 est la puissance du bruit à la sortie.

En d'autres termes, le facteur de bruit est le rapport entre la puissance de bruit à la sortie d'un dispositif actif et la puissance de bruit au même point si le dispositif était idéal et sans bruit ajouté.

$$F = \frac{N_{2\text{actual}}}{N_{2\text{ideal}}}$$

Le facteur de bruit est une grandeur sans dimension et il est souvent exprimé sous forme de facteur NF , en décibels

$$NF = 10 \lg F \quad \text{en dB}$$

3.1.17**pente**

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

Note 1 à l'article: Le signe de la pente est considéré comme

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

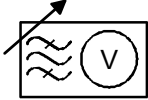
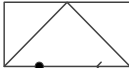
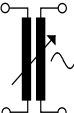
3.1.18**surtension**

onde de choc produite par un foudroiement direct ou indirect

3.2 Symboles

Les symboles graphiques suivants sont utilisés sur les figures de la présente norme. Ces symboles sont répertoriés dans l'IEC 60617 ou inspirés de symboles définis dans l'IEC 60617.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60728-3:2017

Symboles	Termes	Symboles	Termes
	Ampèremètre selon [IEC 60617-S00910 (2001-07)]		Voltmètre selon [IEC 60617-S00910 (2001-07)]
	Voltmètre sélectif		Wattmètre selon [IEC 60617-S00910 (2001-07)]
	Matériel en essai selon [IEC 60617-S00059 (2001-07)]		Générateur de signaux selon [IEC 60617-S00899, IEC 60617-S01403 (2001-07)]
	Générateur de bruit [IEC 60617-S01230 (2001-07)]		Générateur de signaux variable selon [IEC 60617-S00081, IEC 60617-S00899, IEC 60617-S01403 (2001-09)]
	Générateur de chocs [IEC 60617-S01228 (2001-07)]		Filtre passe-haut [IEC 60617-S01247 (2001-07)]
	Filtre passe-bas [IEC 60617-S01248 (2001-07)]		Filtre coupe-bande [IEC 60617-S01250 (2001-07)]
	Filtre passe-bande [IEC 60617-S01249 (2001-07)]		Oscilloscope selon [IEC 60617-S00059, et IEC 60617-S00922 (2001-07)]
	Analyseur de spectre (électrique) selon [IEC 60617-S00910 (2001-07)]		Affaiblisseur selon [IEC 60617-S01244 (2001-07)]
	Affaiblisseur variable [IEC 60617-S01245 (2001-07)]		Amplificateur [IEC 60617-S01239 (2001-07)]
	Modulateur RF selon [IEC 60617-S01278 (2001-07)]		Démodulateur RF selon [IEC 60617-S01278 (2001-07)]
	Combineur selon [IEC 60617-S00059 (2001-07)]		Détecteur avec amplificateur basse fréquence
	Liaison équipotentielle fonctionnelle [IEC 60617-S01410 (2001-11)]		Source de tension alternative réglable
	Résistance [IEC 60617-S00555 (2001-07)]		Résistance variable [IEC 60617-S00557 (2001-07)]
	Condensateur [IEC 60617-S00567 (2001-07)]		Piège RF [IEC 60617-S00583 (2001-07)]

3.3 Termes abrégés

AC	alternating current (courant alternatif)
AM	amplitude modulation (modulation d'amplitude)
TEB	taux d'erreur sur les bits
CATV	community antenna television (télévision par antenne communautaire) (système)
CIN	composite intermodulation noise (bruit d'intermodulation composite)
CINR	composite intermodulation noise ratio (rapport de bruit d'intermodulation composite)
CSO	composite second order (battements composites d'ordre deux)
CTB	composite triple beat (battement triple composite)
CW	continuous wave (onde entretenue)
DC	direct current (courant continu)
DUT	device under test (dispositif en essai)
DVB-C	digital video broadcasting – cable (radiodiffusion vidéo numérique – câble)
CEM	compatibilité électromagnétique
EUT	equipment under test (matériel en essai)
HP	high pass (passe-haut)
FI	fréquence intermédiaire
LF	low frequency (basse fréquence)
LP	low pass (passe-bas)
MER	modulation error ratio (rapport d'erreur de modulation)
PRBS	pseudo-random bit sequence (séquence binaire pseudoaléatoire)
QAM	quadrature amplitude modulation (modulation d'amplitude en quadrature)
RF	radiofréquence
RMS	root mean square (valeur efficace)
TV	télévision

4 Méthodes de mesurage

4.1 Généralités

Le présent article définit les méthodes de mesurage de base. S'assurer que l'ensemble du matériel d'essai est étalonné et que tous les connecteurs, câbles et extrémités ont une qualité adéquate afin de ne pas avoir d'impact sur les résultats d'essai.

Sauf indication contraire, toutes les mesures doivent être effectuées avec des affaiblisseurs et des égaliseurs enfichables de 0 dB. La position des commandes variables utilisées pendant les mesures doit être publiée.

Un réseau peut être utilisé pour distribuer des signaux terrestres en plus des signaux reçus de satellites. Les antennes terrestres sont connectées à l'accès facultatif d'entrée pour signaux terrestres d'un commutateur multiple. Ces signaux terrestres sont disponibles sur chaque accès de sortie, en plus des signaux à fréquence intermédiaire satellite. Puisque les plages de fréquences normales pour des signaux terrestres et des signaux à fréquence intermédiaire satellite ne se recouvrent pas, les deux peuvent être transportées sur le même câble.

Pour les réseaux de grande ampleur avec des commutateurs multiples mis en cascade à travers les sorties transparentes, il existe deux possibilités pour transporter les signaux terrestres d'un commutateur multiple à un autre commutateur multiple:

- utiliser un câble spécialisé pour le signal terrestre en plus des câbles utilisés pour les signaux à fréquence intermédiaire satellite; sur chaque accès de sortie, le signal terrestre est ensuite combiné avec le signal à fréquence intermédiaire satellite choisi;
- combiner le signal terrestre avec chacun des signaux à fréquence intermédiaire satellite avant le premier commutateur multiple de la chaîne afin de réduire le plus possible le nombre de câbles entre les commutateurs multiples.

NOTE Le signal issu d'une unité extérieure de réception de satellite peut contenir des composantes de signal indésirables, de fréquence inférieure à la bande de fréquences prévue pour la fréquence intermédiaire satellite. Ces composantes se retrouvent dans la bande de fréquences des signaux terrestres. Par exemple, une unité extérieure qui transpose en fréquence intermédiaire satellite la bande de 11,7 GHz à 12,75 GHz peut convertir des signaux de la bande 10,7 GHz à 11,7 GHz à des fréquences au-dessous de la bande intermédiaire satellite. Ces fréquences doivent être suffisamment éliminées par filtrage pour éviter toute interférence avec les signaux terrestres présents sur le même câble.

Pour mesurer des commutateurs multiples, il est nécessaire d'appliquer des signaux de commande aux accès de sortie utilisés pour le mesurage. Un té de polarisation doit donc être connecté entre l'accès de sortie du commutateur multiple et le montage de mesurage. L'accès courant continu du té de polarisation est raccordé à un récepteur normalisé qui génère les signaux de commande exigés. Des précautions doivent être prises pour que l'influence du té de polarisation sur le résultat du mesurage soit insignifiante. Cela peut être obtenu en l'incluant dans l'étalonnage ou en utilisant un analyseur de réseau avec un té de polarisation incorporé.

4.2 Distorsion linéaire

4.2.1 Affaiblissement de réflexion

4.2.1.1 Généralités

La méthode décrite est applicable au mesurage de l'affaiblissement de réflexion d'un matériel qui fonctionne dans la plage de fréquences de 5 MHz à 3 000 MHz.

Tous les accès d'entrée et de sortie de l'unité doivent satisfaire à la spécification dans toutes les conditions de commandes automatique et manuelle de gain et avec toute combinaison d'égaliseurs et d'affaiblisseurs enfichables installés.

4.2.1.2 Matériel nécessaire

Un analyseur de réseau qui couvre la plage de fréquences du matériel à soumettre à l'essai est nécessaire.

4.2.1.3 Procédure de mesurage

Tous les accès d'entrée et de sortie coaxiaux autres que ceux soumis à l'essai doivent être chargés par 75 Ω .

S'assurer qu'il n'y a aucune tension d'alimentation sur l'accès mesuré, cela pouvant endommager l'analyseur de réseau. Si un dispositif de découplage d'alimentation en courant alternatif et continu est nécessaire, utiliser un dispositif avec un bon affaiblissement de réflexion (10 dB de plus que le résultat attendu de l'essai). L'affaiblissement de réflexion doit être mesuré au niveau de tous les accès pour signaux RF de l'EUT. Tenir compte de l'impact de la désadaptation du matériel d'essai, décrite à l'Annexe C, et ajuster les résultats en conséquence.

4.2.2 Variation du temps de propagation de groupe

4.2.2.1 Généralités

Le temps de propagation de groupe (GD, *Group Delay*) est un paramètre influencé par la longueur physique et par la vitesse de propagation des circuits passifs et actifs impliqués, où des composants sélectifs en fréquence, tels que des filtres L-C, par exemple, des diplexeurs et des amplificateurs, sont présents.

Le GD est défini comme la dérivée négative de la phase par rapport à la fréquence, et est exprimé de façon mathématique par

$$GD = -(d\phi/d\omega)$$

La valeur du GD est mesurée en unités de temps et est généralement exprimée en nanosecondes.

La variation du temps de propagation de groupe (GDV, *Group Delay Variation*), également appelée distorsion du temps de propagation de groupe, est la valeur absolue de la différence entre le temps de propagation de groupe maximal et le temps de propagation de groupe minimal dans un intervalle de fréquence spécifié, c'est-à-dire entre une fréquence et une autre dans un circuit, un dispositif ou un système.

$$GDV = \left| - (d\phi_1/d\omega_1) \right| - \left| - (d\phi_2/d\omega_2) \right|$$

L'intervalle de fréquence est défini par les spécifications données pour le matériel en essai ou peut être dérivé de la spécification du système de transmission. Dans les systèmes mis en cascade, la variation du temps de propagation de groupe de chaque dispositif (en cascade) s'accumule et une simple somme est admise par hypothèse.

NOTE 1 Exemple de dérivation de la GDV de systèmes mis en cascade:

Si le système admet une GDV de 120 ns, un nombre maximal de 6 dispositifs, avec une GDV de 20 ns pour chaque dispositif, peut être mis en cascade.

NOTE 2 Le terme "temps de propagation de groupe" est utilisé de manière erronée dans certains documents en lieu et place de "variation du temps de propagation de groupe".

4.2.2.2 Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire: un analyseur de réseau vectoriel qui couvre la plage de fréquences du matériel à soumettre à l'essai et qui comporte des fonctions qui permettent de mesurer le temps de propagation de groupe (GD) de la transmission et la réponse en fréquence aux fréquences spécifiées.

4.2.2.3 Procédure de mesurage

La procédure de mesurage est la suivante:

- étalonner et aligner l'analyseur de réseau vectoriel de la même manière que pour le mesurage de la distorsion linéaire;
- définir des marqueurs de fréquence par pas de fréquence selon l'intervalle de fréquence spécifié;

NOTE Des exemples d'intervalles de fréquence types (largeurs de bande) peuvent être consultés à l'Annexe C de l'IEC 60728-101:2016.

- l'intervalle de fréquence sur lequel le mesurage du GD est effectué doit être enregistré;
- réglér la fonction de lissage de l'analyseur de réseau selon les recommandations du manuel du fabricant du matériel d'essai de manière à obtenir le relevé optimal des valeurs;

- e) tracer la courbe du GD en fonction de l'intervalle de fréquence spécifié, puis l'enregistrer;
- f) lire les valeurs du GD pour la fréquence 1 (ω_1) et la fréquence 2 (ω_2), calculer la différence (GDV) entre les deux valeurs, puis enregistrer le résultat.

4.2.2.4 Présentation des résultats

Présenter les résultats de la variation du temps de propagation de groupe (GDV) et l'intervalle de fréquence spécifié.

4.3 Distorsion non linéaire

4.3.1 Généralités

Dans un dispositif non linéaire, l'expression du signal de sortie se présente en général comme la somme d'une infinité de termes, chacun produit par un ou plusieurs des termes (admis par hypothèse comme sinusoïdaux) du signal d'entrée, en particulier par l'interaction de deux termes ou plus.

Il convient, pour les charges mixtes analogiques/numériques, de prendre en considération les méthodes de mesure analogiques et numériques.

4.3.2 Types de mesures

Les mesures associées aux phénomènes suivants sont décrites:

- intermodulation entre deux ou trois signaux monofréquence;
- battements composites produits par un certain nombre de signaux monofréquence;
- intermodulation entre des signaux en modulation numérique.

La spécification doit inclure au moins les détails suivants:

- a) l'effet particulier mesuré;
- b) le rapport signal sur distorsion exigé.

Le résultat du mesure doit être présenté comme le niveau maximal de signal en sortie du matériel qui permet, dans le cas le plus défavorable, de satisfaire à l'exigence de rapport signal sur distorsion. Si le niveau de sortie varie avec la fréquence, cela doit être précisé.

Cet effet doit être défini comme étant d'un ordre particulier (par exemple, "intermodulation d'ordre trois").

4.3.3 Intermodulation

4.3.3.1 Généralités

Les méthodes décrites à deux porteuses égales et à trois porteuses égales s'appliquent au mesure du rapport d'une porteuse sur un produit d'intermodulation unique, en un point spécifié du réseau de distribution par câbles. Ces méthodes peuvent également être utilisées pour déterminer la performance d'intermodulation des matériels pris individuellement.

Il convient de souligner que l'utilisation simultanée d'un grand nombre de canaux espacés du même intervalle de fréquence a pour conséquence qu'un grand nombre de produits d'intermodulation (en particulier d'ordre trois) retombent près de la porteuse image des canaux de télévision souhaités. Dans de tels cas, l'interférence résultante est d'une nature extrêmement complexe et une autre méthode de mesure doit être nécessaire. Celle-ci est présentée en 4.3.4 et en 4.3.5.

Des exemples de produits d'intermodulation d'ordre deux et d'ordre trois sont donnés à l'Annexe A.

Les produits d'ordre deux ne se trouvent que dans les matériels et les systèmes à large bande, qui couvrent plus d'une octave, et ils doivent être mesurés en utilisant deux signaux (voir Article A.1).

Les produits d'ordre trois se trouvent dans les matériels et les systèmes à large bande et à bande étroite, et ils doivent être mesurés en utilisant trois signaux (voir Article A.2).

Si la méthode de mesure à porteuses inégales, décrite dans l'IEC 60728-5, est utilisée, le niveau de sortie qui correspond au rapport signal sur distorsion approprié doit être diminué de 6 dB pour donner le résultat correct obtenu avec la méthode à porteuses égales ici décrite.

4.3.3.2 Matériel nécessaire

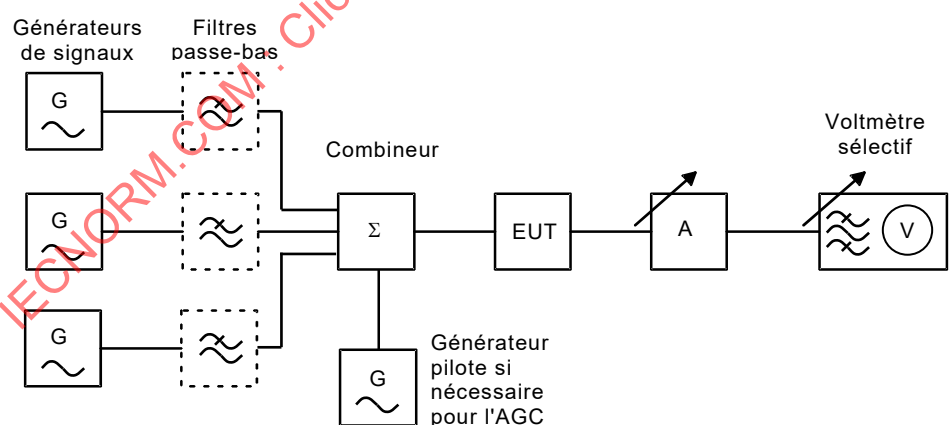
Le matériel suivant est nécessaire:

- un voltmètre sélectif qui couvre la plage de fréquences du matériel ou du système à soumettre aux essais; il peut s'agir d'un analyseur de spectre;
- le nombre approprié de générateurs de signaux qui couvrent les fréquences auxquelles les essais doivent être effectués;
- un affaiblisseur variable avec une plage plus importante que le rapport signal sur intermodulation attendu, si cet affaiblisseur n'est pas intégré dans le voltmètre décrit en 4.3.3.2 a);
- un combineur est exigé pour les essais sur le matériel et les systèmes avec une seule entrée (Figure 1).

Des éléments supplémentaires peuvent être nécessaires, par exemple pour s'assurer que les mesurages ne sont pas compromis par les signaux parasites générés dans le matériel d'essai lui-même.

4.3.3.3 Raccordement du matériel

Le matériel doit être raccordé comme indiqué à la Figure 1.



IEC

Les filtres situés aux sorties des générateurs de signaux peuvent être nécessaires pour supprimer des signaux parasites. Le filtre d'entrée du voltmètre sélectif peut être nécessaire pour éviter une intermodulation dans l'appareil de mesure. Si un filtre est utilisé, il convient, pour éviter une désadaptation possible, de disposer d'un affaiblisseur d'au moins 10 dB.

Pour éviter une intermodulation entre les générateurs de signaux, il peut être nécessaire que le combineur soit constitué d'un ou plusieurs coupleurs directs.

Figure 1 – Agencement de base du matériel d'essai pour l'évaluation du rapport signal sur produit d'intermodulation

4.3.3.4 Procédure de mesurage

4.3.3.4.1 Généralités

La procédure de mesurage comprend les étapes suivantes.

Sauf exigence contraire, les niveaux de sortie de référence utilisés dans les mesurages doivent être les niveaux de sortie nominaux pour le matériel. Il doit être indiqué si les niveaux de sortie de signal sont ou non constants sur la plage de fréquences. Si les niveaux de sortie spécifiés ne sont pas constants sur la plage de fréquence, les niveaux de sortie de tous les signaux d'essai doivent être mentionnés dans les résultats.

Des mesurages des produits d'ordre deux et des mesurages des produits d'ordre trois doivent être réalisés avec des signaux d'essai largement espacés et avec des signaux d'essai regroupés, sur chaque bande d'intérêt, à des fréquences capables de donner des produits de battements significatifs dans la plage de fréquences globale.

Lorsque le matériel à mesurer comporte une commande automatique de gain, les essais doivent être effectués aux niveaux nominaux d'entrée du signal.

4.3.3.4.2 Etalonnage et vérifications

Une vérification doit être effectuée afin de déterminer si des harmoniques et d'autres signaux parasites en sortie des générateurs de signaux sont susceptibles de compromettre effectivement les résultats des mesurages.

Le voltmètre sélectif doit être étalonné et son bon état de fonctionnement contrôlé.

Les possibles intermodulations entre les générateurs de signaux doivent également être vérifiées aux niveaux de sortie à utiliser pour les essais.

4.3.3.4.3 Mesurage

Régler les générateurs de signaux, en mode "ondes entretenues", aux fréquences décrites à l'Annexe A, et régler leurs sorties et celles des différents points du système jusqu'au point de mesurage, de façon à avoir les niveaux de fonctionnement spécifiés pour le système, tout au long de la chaîne.

Connecter l'affaiblisseur variable, le voltmètre sélectif et les autres éléments, si nécessaire, à la sortie du matériel en essai. Syntoniser l'appareil de mesurage sur chaque signal d'essai et noter la valeur d'affaiblissement exigée a_1 pour obtenir une indication appropriée de l'appareil de mesurage R pour le signal de référence. Il convient que la valeur d'affaiblissement a_1 soit légèrement plus élevée que le rapport signal sur intermodulation prévu au point de mesurage.

Syntoniser l'appareil de mesurage sur le produit d'intermodulation à mesurer et diminuer le réglage de l'affaiblisseur variable jusqu'à la valeur exigée a_2 pour obtenir la même indication de l'appareil de mesurage R .

Lors du mesurage des niveaux de produits d'intermodulation, il peut être nécessaire d'introduire un filtre à l'entrée de l'appareil de mesurage. Dans ce cas, la perte d'insertion (en dB) du filtre à la fréquence des produits doit être ajoutée à la valeur d'affaiblissement.

Le rapport signal sur produit d'intermodulation en dB est donné par

$$S/I = a_1 - a_2$$

où

a_1 est la valeur d'affaiblissement pour le signal d'essai utilisé comme référence, en dB;

a_2 est la valeur d'affaiblissement pour le produit d'intermodulation, en dB.

4.3.4 Battement triple composite

4.3.4.1 Généralités

La méthode de mesurage du battement triple composite avec des signaux en ondes entretenues est applicable au mesurage du rapport entre la porteuse et le battement triple composite en un point spécifié dans un réseau de distribution par câbles. La méthode peut également être utilisée pour déterminer la performance d'intermodulation du battement triple composite des matériels pris individuellement.

Lorsque les signaux d'entrée sont espacés à des intervalles réguliers (comme cela est courant dans la plupart des plans de fréquence pour canaux de télévision), les différents produits de distorsion tendent à se rassembler en groupes à proximité des (porteuses des) canaux de télévision. Le nombre de produits différents dans chaque groupe augmente rapidement avec le nombre de canaux, et ils se combinent de différentes manières, selon le degré de cohérence entre les signaux générés et les phases relatives des différents produits de distorsion.

La méthode décrite dans le présent paragraphe mesure la distorsion non linéaire d'un dispositif ou d'un système par l'effet composite de tous les battements qui retombent à moins de ± 15 kHz de la porteuse image d'un canal de télévision. Pendant le mesurage, la porteuse image de ce canal doit être coupée, de façon que le battement triple composite mesuré soit celui qui est généré par toutes les porteuses à l'exception de celle du canal mesuré.

Cette méthode est utilisée pour vérifier le respect de spécifications de la forme générale suivante:

"Le rapport des battements triples composites pour les groupes de porteuses dans les canaux (A) à (B) dB μ V est de (C) dB."

où

- (A) désigne le canal dans lequel l'essai est effectué. S'il est omis, la spécification est comprise comme une spécification minimale pour les mesurages dans tous les canaux spécifiés par la liste de porteuses;
- (B) est le niveau de référence auquel il convient de régler toutes les porteuses pendant le mesurage, sauf spécification contraire. Si toutes les porteuses ne sont pas au même niveau, il convient que la spécification indique clairement le niveau de chaque porteuse par rapport au niveau de référence;
- (C) est le rapport des battements triples composites, fourni généralement sous la forme d'une spécification minimale.

En raison de la grande diversité des plans de fréquence utilisés dans le monde et du besoin de comparer facilement les spécifications de performance des matériels de différents fabricants, il convient d'effectuer le mesurage avec les porteuses répertoriées à l'Annexe B (toutes les porteuses sont dans une trame au pas de 8 MHz, à l'exception du cas particulier de 48,25 MHz).

Les fréquences des porteuses image sont agencées en groupes et seuls des groupes complets doivent être utilisés, avec les exceptions indiquées ci-dessous. Si un amplificateur est spécifié jusqu'à 450 MHz, le groupe A doit être utilisé. S'il est spécifié jusqu'à 550 MHz, les groupes A et B doivent être utilisés. S'il est spécifié jusqu'à 862 MHz, l'ensemble des groupes A, B, C, D et E doivent être utilisés.

Seule une partie du groupe A peut également être utilisée, selon la largeur de bande spécifiée du matériel en essai. Les fréquences éliminées doivent être indiquées. Si la porteuse à 48,25 MHz n'est pas utilisée lorsque la voie descendante commence à 85 MHz, les résultats

des mesures doivent être publiées en incluant une note "sans la Bande I". Si le matériel peut fonctionner à toutes les fréquences du groupe A, ce résultat doit être mentionné en même temps que celui obtenu lorsque seule une partie du groupe A est utilisée.

Pour toutes les bandes passantes, la performance doit être indiquée pour le nombre maximal possible de groupes complets. Le fabricant peut de plus indiquer la performance pour un plus grand nombre de porteuses. Les fréquences éliminées doivent être indiquées.

4.3.4.2 Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire:

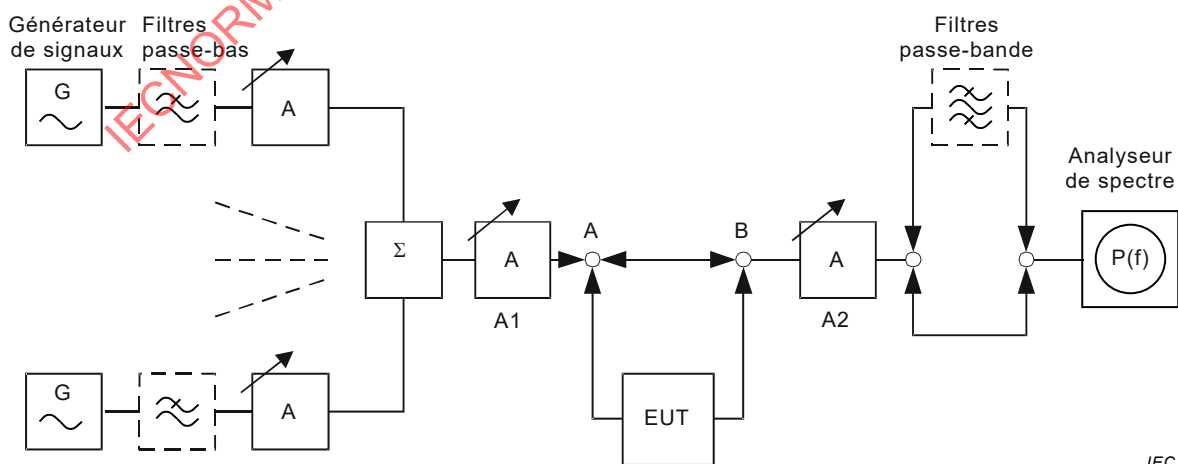
- un analyseur de spectre d'une largeur de bande en fréquence intermédiaire (FI) de 30 kHz et d'une capacité de largeur de bande vidéo de 10 Hz. Si un analyseur de spectre avec une capacité minimale de filtrage vidéo supérieure à 10 Hz est utilisé, la distorsion composite d'ordre trois peut être affectée de bruit et il convient de lire sa valeur au centre du tracé;
- un atténuateur variable de 75 Ω , réglable par pas de 1 dB;
- un filtre passe-bande pour chacun des canaux à soumettre à l'essai ou un filtre passe-bande accordable. Ce filtre doit atténuer les autres canaux présents sur le système à soumettre à l'essai pour assurer que les produits générés par la non-linéarité de l'analyseur de spectre lui-même ne contribuent pas de manière significative aux produits des battements composites à mesurer.

La bande passante de ce filtre doit être plate, avec une ondulation crête-crête de moins de 1 dB sur la plage de fréquences d'intérêt. Si nécessaire, un atténuateur fixe doit être connecté à l'entrée du filtre;

- des générateurs à ondes entretenues, qui fonctionnent aux fréquences des porteuses image utilisées dans le système à soumettre à l'essai; la précision et la stabilité de la syntonisation doivent être supérieures à ± 5 kHz. Le nombre de générateurs nécessaires découle du nombre de groupes de fréquences utilisés pour les essais (voir 4.3.4.1);
- un combineur pour les signaux issus des générateurs;
- des dispositifs d'adaptation, des atténuateurs et des filtres, etc., pour obtenir des niveaux de signaux, des conditions d'adaptation et une réduction des signaux parasites corrects à l'entrée du système.

4.3.4.3 Raccordement du matériel

Le matériel doit être raccordé comme indiqué à la Figure 2.



IEC

Figure 2 – Raccordement du matériel d'essai pour le mesurage de la distorsion non linéaire par le mesurage du battement composite

4.3.4.4 Procédure de mesurage

La procédure de mesurage comprend les étapes suivantes.

- a) Connecter directement le point A au point B et déconnecter le filtre passe-bande (voir Figure 2). Régler le niveau de chaque générateur pour obtenir un niveau de sortie au point A égal à celui présent lorsque le système ou le matériel soumis à l'essai est raccordé.
- b) Régler l'analyseur de spectre comme suit:

largeur de bande FI	30 kHz
largeur de bande vidéo	10 Hz
largeur de balayage	50 kHz/division
échelle verticale	10 dB/division
temps de balayage	0,5 s/division
- c) Syntoniser l'analyseur de spectre de façon que la porteuse image du canal dans lequel le mesurage doit être effectué soit au centre de l'écran d'affichage.
- d) Régler la sensibilité de l'analyseur de spectre ainsi que ses affaiblisseurs d'entrée interne et externe de telle façon que la réponse à la porteuse image corresponde à une référence à pleine échelle. Dans le même temps, le niveau de bruit doit être d'au moins 10 dB inférieur au niveau de distorsion prévu.
- e) Intercaler le filtre passe-bande qui correspond au canal à mesurer et régler l'affaiblisseur d'entrée pour corriger l'affaiblissement du filtre.
- f) Déconnecter le générateur pour le canal à mesurer et refermer le combineur sur son impédance nominale.
- g) Vérifier que les produits d'intermodulation générés dans l'analyseur de spectre sur tout le canal sont inférieurs d'au moins 20 dB aux produits d'intermodulation qui correspondent au rapport de distorsion exigé. Si tel n'est pas le cas, déconnecter le filtre passe-bande et répéter les étapes d) à g) de cette procédure en diminuant la sensibilité de l'analyseur de spectre.
- h) Noter le réglage de la commande de sensibilité.
- i) Connecter à nouveau le générateur de signal et répéter les étapes c) à h) de cette procédure pour tous les canaux.
- j) Connecter le dispositif à soumettre à l'essai entre les points A et B et réinitialiser le générateur de signal pour obtenir les niveaux de sortie exigés au point B.
- k) Régler la fréquence centrale de l'analyseur de spectre comme à l'étape c) et introduire le filtre passe-bande approprié.
- l) Régler l'affaiblisseur d'entrée (interne ou externe) pour ramener à la pleine échelle la réponse de l'analyseur de spectre à la porteuse image avec le réglage approprié de sa commande de sensibilité (voir étape h).
- m) Déconnecter le générateur pour le canal à mesurer et refermer le combineur sur son impédance nominale.
- n) Les battements triples composites sont regroupés à ± 15 kHz de la porteuse image, de sorte que le rapport signal/battement triple composite puisse être lu directement sur l'écran de l'analyseur de spectre.
- o) Régler l'affaiblisseur A1 de la Figure 2 pour obtenir le rapport signal/battement triple composite exigé et compenser la variation du niveau de sortie à l'aide de l'atténuateur A2.
- p) Mesurer le niveau du signal à la sortie du matériel en essai.
- q) Répéter les étapes k) à p) de cette procédure pour chaque canal utilisé dans cet essai.
- r) Le niveau de sortie maximal qui correspond au rapport signal sur battement triple composite exigé, dans le cas le plus défavorable, doit être noté pour publication.

4.3.5 Battement composite d'ordre deux

4.3.5.1 Généralités

Le matériel d'essai nécessaire, le raccordement du matériel et la procédure de mesurage sont les mêmes que pour le mesurage du battement triple composite, mais avec les différences suivantes.

4.3.5.2 Matériel nécessaire

Le matériel d'essai nécessaire est le même que celui décrit en 4.3.4.2.

4.3.5.3 Procédure de mesurage

La procédure est la même que pour le battement triple composite à l'exception du fait que les battements d'ordre deux ne sont pas regroupés (± 15 kHz) autour des fréquences porteuses exactes, mais peuvent être regroupés (± 10 kHz) à $\pm 0,75$ MHz ou à $\pm 0,25$ MHz de celles-ci. Le rapport porteuse/distorsion composite d'ordre deux peut être lu directement sur l'écran de l'analyseur de spectre.

Pour les battements composites d'ordre deux, il est également nécessaire de mesurer les battements près du canal à 48,25 MHz ou, lorsque cela n'est pas possible avec le matériel en essai, à la fréquence la plus basse disponible. Bien qu'il ne soit pas essentiel qu'une porteuse soit présente à cette fréquence, cela peut être utile pour disposer d'une référence. Dans ce cas, les battements d'ordre deux sont regroupés autour de $48,00 \text{ MHz} \pm 10 \text{ kHz}$ et ils peuvent donc à nouveau être directement lus sur l'écran de l'analyseur de spectre.

Le niveau de sortie maximal qui correspond au rapport signal sur distorsion composite d'ordre deux exigé, dans le cas le plus défavorable, doit être noté pour publication.

4.3.6 Méthode de mesurage de la non-linéarité pour une charge qui ne comporte que des porteuses en modulation numérique

4.3.6.1 Généralités

Cette méthode de mesurage repose sur la capacité d'un amplificateur en cas de manipulation d'une pleine charge de signaux DVB-C.

4.3.6.2 Niveau d'utilisation maximal par mesurage du taux d'erreur sur les bits (TEB)

4.3.6.2.1 Taux d'erreur sur les bits dans la voie descendante

4.3.6.2.1.1 Généralités

La méthode de mesurage décrit le mesurage du taux d'erreur sur les bits (TEB) (avant le décodage Reed-Solomon du récepteur de mesurage) du signal de sortie du matériel en essai (EUT) (par exemple, un amplificateur).

Cet essai permet de définir les performances (niveau de sortie maximal) de l'EUT lorsqu'il est chargé par un nombre élevé ($N \leq 138$) de signaux modulés en numérique au format 256 QAM, qui couvre une plage de fréquences comprise entre 110 MHz et 1 214 MHz avec une trame au pas de 8 MHz, ou une partie de cette plage, par exemple de 110 MHz à 1 006 MHz ou de 262 MHz à 1 214 MHz.

Le mesurage doit être effectué pour les trois canaux suivants:

- a) le canal RF le plus bas selon la plage de fréquences d'utilisation spécifiée de l'EUT;
- b) le canal RF le plus haut selon la plage de fréquences d'utilisation spécifiée de l'EUT;
- c) un canal RF à la moyenne arithmétique entre le canal RF le plus bas et le canal RF le plus haut selon a) et b).

NOTE Des exemples de ces canaux de mesure sont donnés à l'Annexe A.

La valeur la plus défavorable de $U_{\max}(N)$ pour l'EUT parmi les trois valeurs mesurées selon a) à c) doit être indiquée avec le canal le plus défavorable.

4.3.6.2.1.2 Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire:

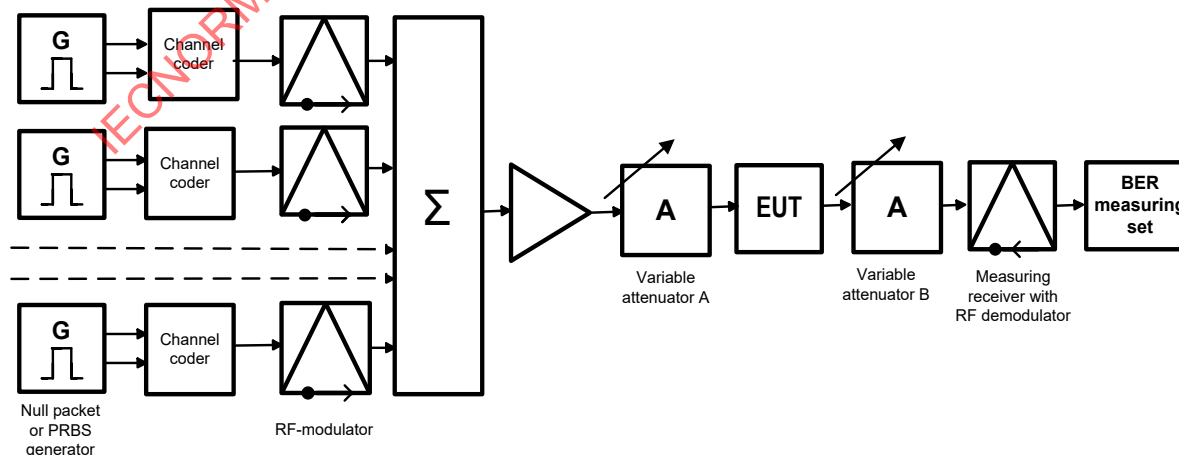
- un nombre N de modulateurs 256 QAM (avec codeurs de canal) qui présentent une linéarité adaptée (TEB inférieur à 1×10^{-10}) et une largeur de bande occupée de 8 MHz. Les canaux générés par les modulateurs doivent être placés dans la plage de fréquences comprise entre 110 MHz et 1 214 MHz ou dans un sous-ensemble de cette plage de fréquences avec une trame au pas de 8 MHz;
- un nombre N de générateurs de paquets vides ou de séquences binaires pseudoaléatoires (PRBS) (voir Annexe A);
- un combineur pour les signaux de sortie des modulateurs 256 QAM qui présentent une distorsion négligeable;
- un amplificateur à large bande qui présente une linéarité et un gain adaptés sur toute la largeur de bande de l'EUT;
- des affaiblisseurs de précision (pas de 1 dB) à placer avant et après l'EUT;
- un récepteur d'essai capable de mesurer le TEB des signaux 256 QAM reçus; il convient que sa distorsion soit suffisamment inférieure à celle à mesurer (par exemple, un TEB inférieur à 1×10^{-10}).

Tous les canaux QAM appliqués (charge du canal et canaux de mesure) doivent avoir le même niveau de sortie avec un écart maximal de $\pm 0,5$ dB.

Le TEB total introduit par la source et par le matériel de mesure ne doit pas dépasser 1×10^{-10} .

4.3.6.2.1.3 Raccordement du matériel

Raccorder le matériel de mesure comme indiqué à la Figure 3. Le signal d'entrée est appliqué à l'entrée du matériel en essai (EUT) et son niveau de signal de sortie est mesuré au moyen d'un récepteur de mesure approprié, connecté à un dispositif de mesure du TEB si celui-ci n'est pas inclus dans le récepteur de mesure.



IEC

Anglais	Français
Channel coder	Codeur de canal
Null packet or PRBS generator	Générateur de paquets vides ou de PRBS

RF-modulator	Modulateur RF
Variable attenuator	Affaiblisseur variable
Measuring receiver with RF demodulator	Récepteur de mesure avec démodulateur RF
BER measuring set	Dispositif de mesure du TEB

Figure 3 – Configuration d'essai de mesure du TEB

4.3.6.2.1.4 Procédure de mesure

Le mesurage doit être effectué suivant les étapes décrites ci-après.

- Syntoniser le récepteur de mesure sur un canal d'utilisation.
- Mesurer les performances de la configuration d'essai en raccordant directement la sortie de l'affaiblisseur variable A à l'entrée de l'affaiblisseur variable B. Réduire l'affaiblissement de l'affaiblisseur variable A à 0 dB et régler l'affaiblisseur variable B à une valeur qui permet d'obtenir les meilleures performances du récepteur de mesure en ce qui concerne le TEB ($< 1 \times 10^{-10}$ mesuré sur une période d'observation > 10 min). Noter le niveau du signal appliqué au récepteur de mesure et la valeur TEB_{Meas} obtenue.
- Raccorder l'EUT entre l'affaiblisseur variable A et l'affaiblisseur variable B.
- Le matériel en essai doit être utilisé au gain nominal et avec la pente nominale.
- A l'aide de l'affaiblisseur variable A, définir le niveau de signal de sortie du canal de l'EUT sur une valeur inférieure d'au moins 10 dB à la valeur maximale (selon les méthodes de mesure décrites en 4.3.4 à l'aide du plan des fréquences d'essai de 42 canaux du CENELEC); régler l'affaiblisseur variable B de façon à obtenir le niveau de signal optimal précédemment déterminé à l'entrée du récepteur de mesure.
- Lire le TEB sur le dispositif de mesure, il doit être $< 1 \times 10^{-9}$ (mesuré sur une période d'observation > 60 s).
- A l'aide de l'affaiblisseur variable A, augmenter le niveau de sortie de tous les canaux appliqués de 1 dB et régler l'affaiblisseur variable B de façon à obtenir le niveau de signal optimal précédemment déterminé à l'entrée du récepteur de mesure.
- Répéter la procédure g) jusqu'à ce que le dispositif de mesure du TEB indique une valeur $> 1 \times 10^{-9}$.
- Réduire ensuite le niveau de sortie de tous les canaux appliqués de 1 dB et régler l'affaiblisseur variable B de façon à obtenir le niveau de signal optimal précédemment déterminé à l'entrée du récepteur de mesure.
- Lire le TEB sur le dispositif de mesure; il doit encore une fois être $< 1 \times 10^{-9}$ (mesuré sur une période d'observation > 60 s). Si ce n'est pas le cas, répéter l'étape i).
- Noter le niveau de sortie de l'EUT, qui représente le niveau de sortie d'utilisation maximal de l'EUT.

Cette procédure doit être répétée pour chaque canal, comme défini en 4.3.6.2.1.1, et le cas le plus défavorable (plus faible valeur du niveau de sortie d'utilisation maximal) doit être déterminé.

4.3.6.2.1.5 Présentation des résultats

La valeur la plus défavorable du niveau de sortie d'utilisation maximal $U_{max(N)}$ de l'EUT, avec N canaux appliqués et exprimé en dB (μV), comme défini en 4.3.6.2.1.1, doit être publiée. La condition la plus défavorable du canal doit être déterminée.

Si les trois canaux essais sont appliqués à un amplificateur avec une pente de fréquence, la même méthode de mesure doit être appliquée que pour les amplificateurs sans pente de fréquence. Toutefois, dans ce cas, le niveau de sortie d'utilisation maximal de l'EUT doit toujours être indiqué pour le canal de mesure le plus élevé, en tenant compte de la valeur

de pente relative (différence de valeur de pente) entre le canal le plus défavorable et le canal de mesurage le plus élevé.

La réponse en fréquence (pente) de l'EUT utilisée pour les mesurages doit être publiée.

4.3.6.2.2 Taux d'erreur sur les bits dans la voie de retour

4.3.6.2.2.1 Généralités

La méthode de mesurage décrit le mesurage du taux d'erreur sur les bits (TEB) (avant le décodage Reed-Solomon du récepteur de mesurage) du signal de sortie du matériel en essai (EUT) (par exemple, un amplificateur de voie de retour) en cas de manipulation d'une pleine charge de signaux DVB-C.

Pour plus de simplicité, les signaux DVB-C sont utilisés pour simuler les signaux DOCSIS (selon, par exemple, la série ETSI EN 302 878) généralement utilisés dans les réseaux de distribution par câbles aux fins de la transmission de données.

La méthode de mesurage est applicable dans la plage de fréquences de la voie de retour (de 5 MHz à 65 MHz) ainsi que dans les plages étendues de fréquences de la voie de retour.

Dans le cas d'un EUT conçu pour la plage de fréquences de la voie de retour (de 5 MHz à 65 MHz), cet essai permet de définir les performances (niveau d'entrée maximal) de l'EUT lorsqu'il est chargé par un nombre $N = 6$ de signaux modulés en numérique au format 256 QAM, qui couvre une plage de fréquences maximale comprise entre 11 MHz et 59 MHz pour la pleine charge de canal avec une trame au pas de 8 MHz.

Dans le cas d'un EUT conçu pour les plages étendues de fréquences de la voie de retour, cet essai permet de définir les performances (niveau d'entrée maximal) de l'EUT lorsqu'il est chargé par un nombre N de signaux modulés en numérique au format 256 QAM. Voir Tableau 1 pour le détail de la charge.

Le niveau d'entrée d'utilisation maximal est défini pour une valeur limite du taux d'erreur sur les bits $TEB \leq 1 \times 10^{-9}$. Le mesurage doit être effectué en utilisant les paramètres de mesurage décrits ci-après.

4.3.6.2.2.2 Paramètres de mesurage pour la pleine charge de canal

Les paramètres de mesurage pour la pleine charge de canal sont donnés dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Paramètres de mesurage pour la pleine charge de canal

	Plage de fréquences de la voie de retour (5 MHz à 65 MHz)	Plage étendue de fréquences de la voie de retour 1 (5 MHz à 85 MHz)	Plage étendue de fréquences de la voie de retour 3 (5 MHz à 204 MHz)
Format de modulation	256 QAM		
Débit de symbole	6,9 MSymb/s		
Largeur de bande de canal	8 MHz		
Nombre de canaux N	6	9	24
Trame de canal avec fréquences centrales	15, 23, 31, 39, 47 et 55 MHz	15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 71 et 79 MHz	15, 23, 31, 39, 47, 55, 63, 71, 79, 87, 95, 103, 111, 119, 127, 135, 143, 151, 159, 167, 175, 183, 191 et 199 MHz
Valeur limite de TEB	$\leq 1 \times 10^{-9}$		

Les canaux de mesurage doivent être le canal le plus bas, un canal central et le canal le plus haut.

La valeur la plus défavorable de $U_{\max(N)}$ pour l'EUT parmi les valeurs de TEB mesurées sur les différents canaux de mesurage doit être indiquée comme $U_{\max(N)}$.

4.3.6.2.2.3 Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire:

- un nombre N de modulateurs 256 QAM (avec codeurs de canal) qui présentent une linéarité adaptée (TEB inférieur à 1×10^{-10}) et une largeur de bande occupée de 8 MHz;
- un nombre N de générateurs de paquets vides ou de séquences binaires pseudoaléatoires (PRBS) (voir Annexe A);
- un combineur pour les signaux de sortie des modulateurs 256 QAM qui présentent une distorsion négligeable;
- un amplificateur à large bande qui présente une linéarité et un gain adaptés sur toute la largeur de bande de l'EUT;
- des affaiblisseurs de précision (pas de 1 dB) à placer devant et derrière l'EUT;
- un récepteur d'essai capable de mesurer le TEB des signaux 256 QAM reçus; il convient que la performance de distorsion du récepteur soit suffisamment inférieure à celle à mesurer (par exemple, un TEB inférieur à 1×10^{-10}).

Tous les canaux QAM appliqués (canaux de charge et canaux de mesurage) doivent avoir le même niveau d'entrée avec un écart maximal de $\pm 0,5$ dB.

Le TEB_{Source} total introduit par la source et par le matériel de mesurage ne doit pas dépasser 1×10^{-10} .

4.3.6.2.2.4 Raccordement du matériel

Raccorder le matériel de mesurage comme indiqué à la Figure 3. Le signal d'entrée est appliqué à l'entrée du matériel en essai (EUT) et son niveau de signal de sortie est mesuré au moyen d'un récepteur de mesurage approprié, connecté à un dispositif de mesurage du TEB si celui-ci n'est pas inclus dans le récepteur de mesurage lui-même.

4.3.6.2.2.5 Procédure de mesurage

Le mesurage doit être effectué suivant les étapes décrites ci-après.

- Syntoniser le récepteur de mesurage sur un canal d'utilisation.
- Mesurer les performances de la configuration d'essai en raccordant directement la sortie de l'affaiblisseur variable A à l'entrée de l'affaiblisseur variable B. Réduire l'affaiblissement de l'affaiblisseur variable A à 0 dB et régler l'affaiblisseur variable B à une valeur qui permet d'obtenir les meilleures performances du récepteur de mesurage en ce qui concerne le TEB_{Source} ($< 1 \times 10^{-10}$ mesuré sur une période d'observation > 10 min). Noter le niveau du signal appliqué au récepteur de mesurage et la valeur TEB_{Meas} obtenue.
- Raccorder l'EUT entre l'affaiblisseur variable A et l'affaiblisseur variable B.
- L'EUT doit être utilisé au gain nominal et avec la pente nominale. Tous les réglages (gain variable et/ou pente) doivent être définis sur zéro.
- A l'aide de l'affaiblisseur variable A, définir le niveau de signal de sortie du canal de l'EUT sur une valeur inférieure d'au moins 10 dB à la valeur maximale attendue. Régler l'affaiblisseur variable B de façon à obtenir le niveau de signal optimal précédemment déterminé à l'entrée du récepteur de mesurage.

- f) Lire le TEB_{Meas} sur le dispositif de mesure; il doit être $\leq 1 \times 10^{-9}$ (mesuré sur une période d'observation > 60 s).
- g) A l'aide de l'affaiblisseur variable A, augmenter le niveau d'entrée de tous les canaux appliqués de 1 dB et régler l'affaiblisseur variable B de façon à obtenir le niveau de signal optimal précédemment déterminé à l'entrée du récepteur de mesure.
- h) Répéter les procédures g) et h) jusqu'à ce que le dispositif de mesure du TEB indique une valeur $> 1 \times 10^{-9}$. Réduire à présent le niveau d'entrée de tous les canaux appliqués de 1 dB et régler l'affaiblisseur variable B de façon à obtenir le niveau de signal optimal précédemment déterminé à l'entrée du récepteur de mesure.
- i) Lire le TEB_{Meas} sur le dispositif de mesure; il doit encore une fois être $\leq 1 \times 10^{-9}$ (mesuré sur une période d'observation > 60 s).
- j) Notez le niveau d'entrée $U_{max, input (N)}$ de l'EUT, qui représente le niveau d'entrée d'utilisation maximal de l'EUT sur le canal mesuré.

4.3.6.2.2.6 Présentation des résultats

La valeur la plus défavorable du niveau d'entrée d'utilisation maximal $U_{max, input (N)}$ de l'EUT, au gain maximal, avec N canaux appliqués et exprimé en dB ($\mu V/Hz$), comme défini en 4.3.6.2.2.5 j), doit être publiée.

Pour les amplificateurs destinés à une maison individuelle, le niveau de sortie $U_{max, output (N)}$ peut être utilisé en lieu et place de $U_{max, input (N)}$. Ces amplificateurs internes de la voie de retour présentent généralement l'affaiblisseur réglable à l'entrée de l'amplificateur de la voie de retour, afin d'éviter de surcharger l'amplificateur de la voie de retour.

La pente de fréquence de l'EUT utilisée pour les mesures doit être publiée.

4.3.6.3 Mesure du rapport de bruit d'intermodulation composite CINR

4.3.6.3.1 Généralités

En plus du mesure du niveau d'utilisation maximal $U_{max (N)}$ du matériel à large bande à la limite du taux d'erreur sur les bits (1×10^{-9}) conformément au 4.3.6.2, le rapport porteuse sur bruit dû aux brouillages doit être déterminé.

4.3.6.3.2 Matériel nécessaire

La Figure 4 représente le montage d'essai pour le mesure.

Le matériel suivant est nécessaire:

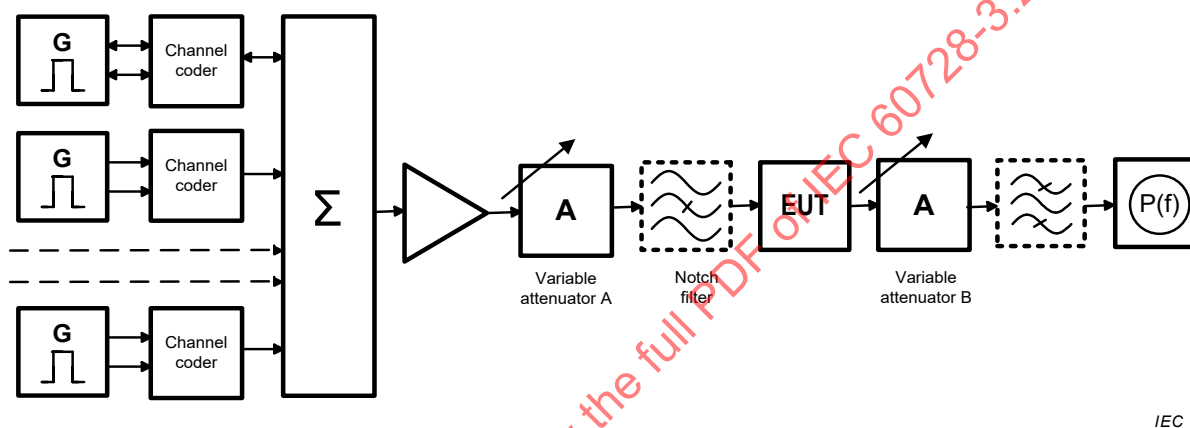
- a) pour la voie descendante, utiliser la pleine charge de canal décrite en 4.3.6.2.1.1; pour la voie de retour, utiliser la charge de canal indiquée dans le Tableau 1;
- b) un nombre N de générateurs de paquets vides ou de séquences binaires pseudoaléatoires (PRBS);
- c) un combineur pour les signaux de sortie des modulateurs 256 QAM qui présentent une distorsion négligeable;
- d) un amplificateur à large bande qui présente une linéarité et un gain adaptés sur toute la largeur de bande de l'EUT;
- e) des affaiblisseurs de précision (pas de 1 dB) avec une plage d'affaiblissement suffisante, à placer avant et après l'EUT;
- f) un analyseur de spectre capable de mesurer le CINR dans un canal de mesure non occupé.

Tous les canaux QAM appliqués (charge du canal et canaux de mesure) doivent avoir le même niveau de sortie avec un écart maximal de $\pm 0,5$ dB.

Il convient que le montage de mesure complet décrit ci-dessus présente un CINR > 60 dB.

Si l'atténuation d'épaule des modulateurs n'est pas suffisante, ou en cas de signaux parasites généraux résiduels transmis par les modulateurs, il convient d'insérer un filtre réjecteur de bande (cadres en pointillés sur la Figure 4) devant l'EUT afin obtenir, pour le matériel d'essai, la valeur de CINR > 60 dB exigée.

De plus, la valeur de CINR du matériel d'essai peut être améliorée en insérant un filtre passe-bande à l'entrée de l'analyseur de spectre (cadres en pointillés sur la Figure 4). Dans ce cas, l'affaiblissement minimal de l'affaiblisseur variable B ne doit pas être inférieur à une limite de 5 dB afin d'assurer une adaptation d'impédance à large bande suffisante et un affaiblissement de réflexion approprié pour des résultats de mesure corrects.



IEC

Anglais	Français
Channel coder	Codeur de canal
Variable attenuator	Affaiblisseur variable
Notch filter	Filtre réjecteur de bande

Figure 4 – Montage d'essai pour le mesure du CINR

4.3.6.3.3 Raccordement du matériel

Raccorder le matériel de mesure comme indiqué à la Figure 4. Le signal d'entrée est appliqué à l'entrée du matériel en essai (EUT) et son niveau de signal de sortie est mesuré au moyen d'un analyseur de spectre approprié.

4.3.6.3.4 Procédure de mesure

Le mesure doit être effectué suivant les étapes décrites ci-après.

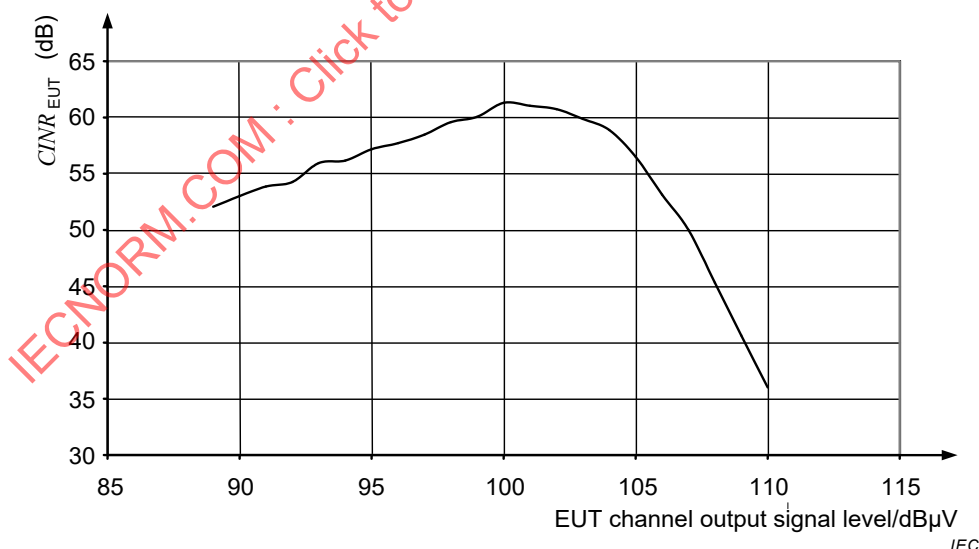
- Syntonner l'analyseur de spectre sur le canal à mesurer dans la bande de fréquences utilisée et mesurer le niveau du système en référence. Le niveau du système est défini comme le niveau d'un des canaux QAM occupés. Couper temporairement le modulateur de canal pour mesurer le CINR.
- Mesurer les performances du montage d'essai en raccordant directement la sortie de l'affaiblisseur variable A à l'entrée de l'affaiblisseur variable B, en réduisant l'affaiblissement de l'affaiblisseur variable A à 0 dB et en réglant l'affaiblisseur variable B, une valeur qui permet d'obtenir les meilleures performances de l'analyseur de spectre en ce qui concerne le TEB. Noter la valeur de CINR obtenue en soustrayant le niveau de signal de bruit mesuré du niveau du système. Il s'agit de la valeur $CINR_{SYS}$ (en dB) du système de mesure qui doit être soustraite des valeurs mesurées, afin d'obtenir la performance de l'EUT.

- c) Raccorder l'EUT entre l'affaiblisseur variable A et l'affaiblisseur variable B.
- d) Le matériel en essai doit être utilisé au gain nominal et avec la pente nominale.
- e) A l'aide de l'affaiblisseur variable A, définir le niveau de signal de sortie du canal de l'EUT sur une valeur inférieure d'au moins 20 dB à la valeur maximale $U_{\max}$, selon la Figure 4, pour laquelle il a été conçu; régler l'affaiblisseur variable B de façon à obtenir le niveau de signal optimal précédemment déterminé à l'entrée de l'analyseur de spectre.
- f) Lire la valeur $CINR_{\text{MEAS}}$ sur l'analyseur de spectre.
- g) Calculer la valeur $CINR_{\text{EUT}}$ (en dB) de l'EUT en soustrayant la performance du système $CINR_{\text{SYS}}$ de la valeur mesurée $CINR_{\text{MEAS}}$, à l'aide de la formule suivante:

$$CINR_{\text{EUT}} = -10 \lg \left[10^{\frac{-CINR_{\text{MEAS}}}{10}} - 10^{\frac{-CINR_{\text{SYS}}}{10}} \right]$$

- h) A l'aide de l'affaiblisseur A, augmenter le niveau de sortie de tous les canaux appliqués à l'EUT par pas de 1 dB et régler l'affaiblisseur variable B de façon à obtenir le niveau de signal optimal précédemment déterminé à l'entrée de l'analyseur de spectre; mesurer à nouveau le $CINR_{\text{MEAS}}$ sur le dispositif de mesurage ainsi que le niveau de signal de sortie du canal de l'EUT.
- i) Lorsque le niveau de sortie du canal de l'EUT approche sa limite supérieure, une distorsion non linéaire apparaît et le CINR diminue brusquement.
- j) Représenter graphiquement le $CINR_{\text{EUT}}$ par rapport au niveau de signal de sortie du canal, en dB μ V, pour la voie descendante, et par rapport au niveau d'entrée de signal du canal, en dB(μ V/Hz), pour la voie de retour. Un exemple de représentation graphique du $CINR_{\text{EUT}}$ par rapport au niveau de sortie du canal de l'EUT est donné à la Figure 5.

NOTE Le niveau de signal de sortie du canal de l'EUT est obtenu à partir du niveau mesuré avec l'analyseur de spectre, en ajoutant l'affaiblissement dû à l'affaiblisseur B et au filtre passe-bande (le cas échéant).



Anglais	Français
EUT channel output signal level	Niveau de signal de sortie du canal de l'EUT

Figure 5 – Représentation graphique de la courbe de CINR en dB (voie descendante) par rapport au niveau de signal de sortie du canal de l'EUT en dB μ V

Cette procédure doit être répétée pour chacun des trois canaux, comme défini en 4.2.6.2.1.1.

4.3.6.3.5 Présentation des résultats

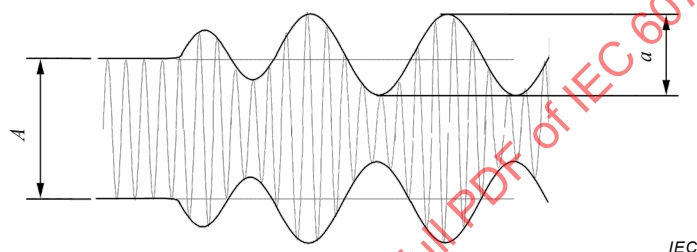
La courbe de CINR la plus défavorable des trois courbes de CINR mesurées conformément au 4.2.6.2.1.1 doit être indiquée. La courbe de CINR pour la voie descendante est fonction du niveau de sortie en dBμV, et pour la voie de retour fonction du niveau d'entrée en dBμV/Hz.

NOTE Des exemples de ces canaux de mesure pour la voie descendante sont donnés à l'Annexe D.

4.3.7 Modulation de ronflement de la porteuse

4.3.7.1 Définition

Le rapport d'interférence pour la modulation de ronflement est donné par le rapport, exprimé en décibels, entre la valeur crête à crête (A) de la porteuse non modulée et la valeur crête à crête, a , de l'une des deux enveloppes produites par le ronflement modulé sur cette porteuse (voir Figure 6).



$$\text{Rapport porteuse/ronflement} = 20 \lg \frac{A}{a} \text{ dB}$$

Figure 6 – Rapport porteuse/ronflement

4.3.7.2 Description de la méthode de mesure

4.3.7.2.1 Généralités

La méthode de mesure est valable dans un réseau de distribution par câbles pour les matériels alimentés en courant alternatif à 50 Hz qui acheminent des signaux de radio et de télévision.

Pour ce mesure, des tensions sinusoïdales issues d'une source d'impédance de sortie suffisamment basse sont utilisées. La tension maximale admissible ou le courant maximal admissible étant pris en compte, la valeur la plus défavorable sur la bande de fréquences d'utilisation doit être publiée.

NOTE Pour les réseaux de distribution par câbles, la valeur crête de la tension d'alimentation ou du courant d'alimentation peut être supérieure à la valeur qui résulte du calcul réalisé avec le facteur de forme d'onde correspondant.

Pour mesurer l'objet d'essai, une méthode avec oscilloscope est employée.

4.3.7.2.2 Matériel d'essai nécessaire

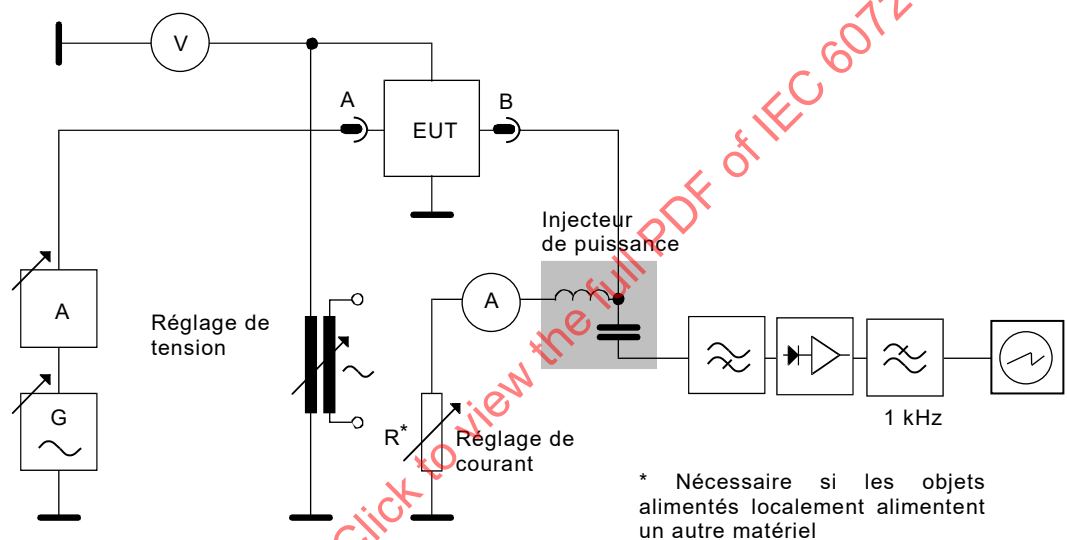
Le matériel d'essai suivant est nécessaire:

- source de tension réglable;
- résistance de charge variable;
- injecteur de puissance;

- affaiblisseur variable;
- oscilloscope;
- voltmètre (efficace);
- ampèremètre;
- générateur de signal RF accordable avec un bruit de phase et un rapport de modulation de ronflement suffisants, qui inclut une fonction de modulation d'amplitude (400 Hz);
- détecteur qui inclut un amplificateur basse fréquence (alimenté par batterie) et un filtre passe-bas à 1 kHz à la sortie, pour supprimer la distorsion à basse fréquence (un filtre passe-haut doit être utilisé à l'entrée).

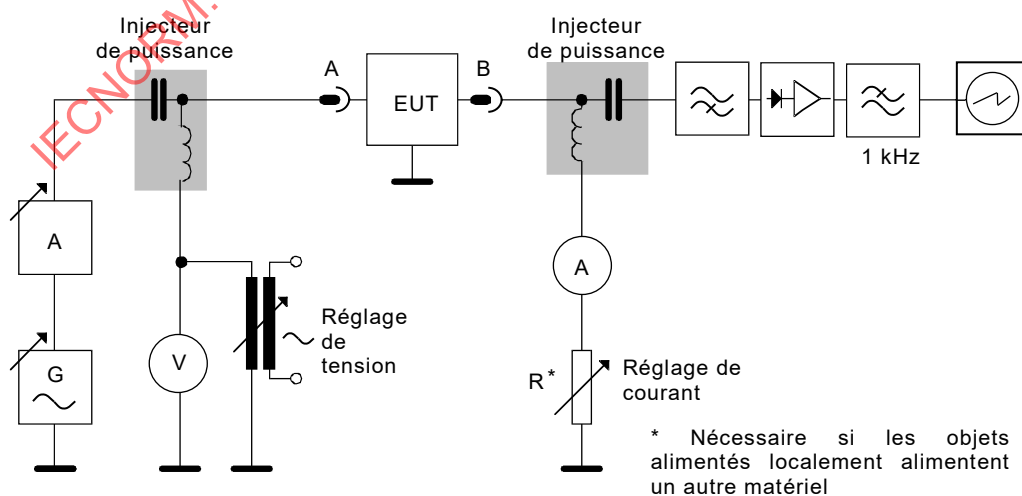
4.3.7.2.3 Raccordement du matériel d'essai

Le schéma de raccordement des objets d'essai alimentés localement est représenté à la Figure 7. Le schéma de raccordement des objets d'essai alimentés à distance est représenté à la Figure 8.



IEC

Figure 7 – Montage d'essai pour des objets alimentés localement



IEC

Figure 8 – Montage d'essai pour les objets alimentés à distance

4.3.7.3 Procédure de mesure

4.3.7.3.1 Etalonnage

Le signal de référence est généré au moyen du générateur de signal RF représenté à la Figure 7 et à la Figure 8. Choisir une fréquence porteuse RF adaptée au canal de télévision à l'étude et la moduler avec une profondeur de modulation de 1 % à une fréquence de 400 Hz. Régler le générateur de signal RF à un niveau approprié et lire sur l'oscilloscope la valeur crête à crête du signal en modulation d'amplitude démodulé (c sur la Figure 9). Celui-ci est le signal de référence. Avec une modulation de 1 %, cette valeur est égale à

$$-20 \lg (0,01) = 40 \text{ dB}$$

La modulation du générateur de signal doit être coupée. La valeur restante m sur la Figure 9 est la valeur à mesurer.

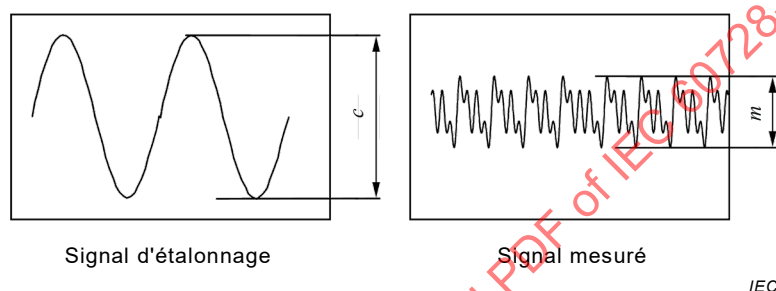


Figure 9 – Affichage sur l'oscilloscope

Contrôler la conformité du montage de mesure en reliant ensemble les points A et B et en mesurant le ronflement inhérent au montage. Le calcul du rapport de modulation de ronflement est donné en 4.3.7.4. Il convient que cette valeur soit supérieure d'au moins 10 dB aux valeurs à mesurer pour le matériel en essai. Dans le cas des mesurages avec des montages pour objets alimentés localement, utiliser le montage représenté à la Figure 7 pour la vérification. Les mesurages suivants doivent être effectués par incréments appropriés sur toute la plage de fréquences d'utilisation. La valeur mesurée est indépendante du niveau RF, mais il convient que le niveau RF soit au moins de l'ordre de grandeur du niveau d'utilisation de l'objet d'essai.

4.3.7.3.2 Objets d'essai alimentés localement

Régler l'objet d'essai à la tension de fonctionnement maximale ou minimale à l'aide du transformateur. Le courant d'alimentation dépend de l'exigence de puissance de l'objet d'essai. Moduler le générateur de signal avec le signal de référence et régler le niveau au point B au moyen d'un affaiblisseur de sorte que l'objet mesuré ne soit pas surchargé et que le détecteur ne se trouve pas dans une plage d'utilisation non admissible. Noter l'amplitude crête à crête c du signal de référence démodulé, qui est affichée sur l'oscilloscope. Couper ensuite le signal de référence et mesurer la valeur crête à crête m du signal restant.

De plus, pour des objets d'essai qui présentent des bornes d'alimentation à distance, régler au moyen de la résistance R le courant maximal admissible pour cette borne.

4.3.7.3.3 Objets d'essai alimentés à distance

Pour les objets d'essai alimentés à distance, procéder de façon générale comme décrit en 4.3.7.3.2. La seule différence est que l'énergie d'alimentation arrive au matériel par l'intermédiaire d'une borne RF. Lorsque plusieurs interfaces RF sont disponibles pour injecter de la puissance, chacune de ces interfaces doit être incluse d'une manière appropriée dans la procédure de mesure.

4.3.7.4 Calcul du rapport de modulation de ronflement

4.3.7.4.1 Plage de fréquences

La fréquence de fréquences étudiée pour le ronflement est comprise entre 50 Hz et 1 kHz.

4.3.7.4.2 Objet pris tout seul

Rapport de modulation de ronflement $_{[EUT]} = 40 + 20 \lg(c/m)[dB]$ pour une profondeur de modulation de référence de 1 %.

Pour une autre profondeur de modulation choisie, la valeur de 40 dB doit être remplacée par le résultat de: $-20 \lg(\text{profondeur de modulation})$.

4.3.7.4.3 Objets d'essai mis en cascade

Pour des rapports de modulation de ronflement importants, il peut s'avérer utile de mettre en cascade plusieurs objets d'essai pour mieux déterminer les valeurs mesurées. Pour calculer l'objet pris tout seul, utiliser alors la formule suivante:

Rapport de modulation de ronflement $_{[EUT]} = \text{Rapport de modulation de ronflement}_{[cascaded]} + 20 \lg n [dB]$

où

n est le nombre d'objets d'essai en cascade.

4.3.7.4.4 Correction de la valeur

Lorsqu'une correction d'étalonnage est nécessaire, utiliser la formule suivante:

$$\text{Rapport de modulation de ronflement}_{[EUT]} = -20 \lg \left(10^{\frac{\text{valeur mesurée}}{20}} - 10^{\frac{\text{correction d'étalonnage}}{20}} \right) \text{ dB}$$

4.3.7.4.5 Présentation des résultats

Les résultats doivent indiquer si le mesurage concerne un ou deux accès.

4.4 Facteur de bruit

4.4.1 Généralités

Le facteur de bruit est normalement mesuré en utilisant soit un générateur de bruit étalonné adapté à la plage de fréquences exigée soit, de manière plus classique, avec un appareil de mesurage automatique de facteur de bruit qui utilise une source de bruit en excès.

Les paragraphes suivants décrivent la méthode de mesurage à "puissance double" qui utilise un générateur de bruit étalonné.

4.4.2 Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire:

- un générateur de bruit (source de bruit en excès) adapté à la plage de fréquences utilisée avec étalonnage en dB ou kT_0 ;
- un affaiblisseur de 3 dB;
- un wattmètre (voltmètre) sélectif en fréquence.