

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

General methods of measurement for digital television receivers

Méthodes de mesure générales pour récepteurs de télévision numériques

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62028:2002



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2002 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 62028

Edition 1.0 2002-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

General methods of measurement for digital television receivers

Méthodes de mesure générales pour récepteurs de télévision numériques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 33.160.20

ISBN 2-8318-6226-4

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviations	8
3.1 Terms and definitions	8
3.2 Abbreviations	8
4 Conceptual block diagram of digital television receivers	11
4.1 General.....	11
4.1.1 Types of receivers	11
4.1.2 Peripheral connectors.....	11
4.2 Basic common block diagram	11
4.2.1 General	11
4.2.2 Satellite broadcasting system	11
4.2.3 Terrestrial broadcasting system	11
4.2.4 CATV system.....	12
5 General notes on measurements	12
5.1 General conditions	12
5.2 Test signals.....	12
5.2.1 Video test signals	12
5.2.2 Audio test signals	12
5.2.3 Data test signals.....	12
5.3 RF (radio frequency) television signal.....	13
5.3.1 General	13
5.3.2 Reference modulation.....	13
5.3.3 Signal level.....	13
5.4 Measuring systems and test instruments	13
5.4.1 Measuring system	13
5.4.2 Base band test signal generators.....	13
5.4.3 Service data generator	13
5.4.4 Encoders	13
5.4.5 Modulator	14
5.4.6 BER analyzer	14
5.5 Standard measuring conditions	14
5.5.1 Standard input signal levels.....	14
5.5.2 Standard output signal levels.....	14
5.5.3 Standard receiver settings	14
5.5.4 General conditions	14
5.6 Standard viewing conditions	14
6 Assessment of received picture and sound quality.....	15
6.1 Subjective tests of basic received quality	15
6.1.1 Objectives	15
6.1.2 Methodology.....	15
7 Methods of measurement of RF signals	17
7.1 General.....	17
7.2 Method of measurement of RF signal level	20

7.2.1	Introduction	20
7.2.2	Equipment required	20
7.2.3	Connection of the equipment	20
7.2.4	Measurement procedure	20
7.2.5	Presentation of the results	21
7.3	Method of measurement of carrier to noise ratio (C/N)	21
7.3.1	Introduction	21
7.3.2	Equipment required	21
7.3.3	Connection of the equipment	22
7.3.4	Measurement procedure	22
7.3.5	Presentation of the results	22
7.4	Method of measurement of Bit Error Rate (BER)	22
7.4.1	Introduction	22
7.4.2	Equipment required	23
7.4.3	Connection of the equipment	23
7.4.4	Measurement procedure	23
7.4.5	Presentation of the results	24
7.5	Method of measurement of BER versus E_b/N_0	24
7.5.1	Introduction	24
7.5.2	Equipment required	24
7.5.3	Connection of the equipment	24
7.5.4	Measurement procedure	25
7.5.5	Presentation of the results	25
7.6	Method of measurement of noise margin	26
7.6.1	Introduction	26
7.6.2	Equipment required	26
7.6.3	Connection of the equipment	27
7.6.4	Measurement procedure	27
7.6.5	Presentation of the results	27
7.7	Method of measurement of Modulation Error Ratio (MER)	27
7.7.1	Introduction	27
7.7.2	Equipment required	28
7.7.3	Connection of the equipment	28
7.7.4	Measurement procedure	28
7.7.5	Presentation of the results	29
7.8	Method of measurement of phase jitter	29
7.8.1	Introduction	29
7.8.2	Equipment required	29
7.8.3	Connection of the equipment	30
7.8.4	Measurement procedure	30
7.8.5	Presentation of the results	31
7.9	Method of measurement of phase noise of a RF carrier	31
7.9.1	Introduction	31
7.9.2	Equipment required	32
7.9.3	Connection of the equipment	32
7.9.4	Measurement procedure	32
7.9.5	Presentation of the results	33
8	Measurements of the MPEG-2 transport stream	33
8.1	Introduction	33

8.2 Method of measurement	34
8.2.1 Introduction	34
8.2.2 Equipment required	34
8.2.3 Connection of the equipment	34
8.2.4 Measurement procedure	34
8.2.5 Presentation of the results	37
Annex A (normative) Digital signal level and bandwidth	40
Annex B (normative) Correction factor for spectrum analyser	44
Annex C (normative) Correction factors for noise	45
Bibliography	47
Figure 1 – Conceptual configuration of a digital broadcasting system	12
Figure 2 – Measuring set-up	15
Figure 3 – Layout of a basic received quality assessment trial	16
Figure 4 – Rating scales used in the basic received quality test	17
Figure 5 – Reference RF signal source – I/Q signal source and RF modulator	18
Figure 6 – Reference receiver	19
Figure 7 – Test set-up for BER measurement	23
Figure 8 – Test set-up for BER measurement versus E_b/N_0	25
Figure 9 – Example of BER measurement versus E_b/N_0	26
Figure 10 – Test set-up for noise margin measurement	27
Figure 11 – Test set-up for MER measurement	28
Figure 12 – Example of constellation diagram for a 64QAM modulation format where the i^{th} point has been enlarged to show the co-ordinates of the symbol error vector	29
Figure 13 – Test set-up for phase jitter measurement	30
Figure 14 – Example of constellation diagram for a 64QAM modulation format where are shown the "corner decision boundary boxes" for the phase jitter	30
Figure 15 – Test set-up for phase noise measurement	32
Figure 16 – Possible mask for CPE measurements – the points A, B and C to be defined	33
Figure 17 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link using a coaxial cable and synchronous serial transmission (SSI type)	37
Figure 18 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link using a fibre-optic cable and synchronous serial transmission (SSI type)	37
Figure 19 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link using a coaxial cable and asynchronous serial transmission (ASI type)	38
Figure 20 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link using a fibre-optic cable and asynchronous serial transmission (ASI type)	38
Figure 21 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link that feeds a CATV system using a satellite transponder and a down link in the 11/12 GHz band	38
Figure 22 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link that feeds a SMATV system using a satellite transponder and a down link in the 11/12 GHz band	39
Figure A.1 – VSB channel occupancy	41

Figure C.1 – Noise correction factor CF (dB) versus measured level difference D (dB) 46

Table 1 – Frequency offsets for 2k and 8k OFDM systems.....33

Table 2 – First priority – necessary for de-codability (basic monitoring) 35

Table 3 – Second priority – recommended for continuous or periodic monitoring.....35

Table 4 – Third priority – application dependant monitoring 36

Table A.1 – Examples of bandwidth for digital modulation techniques 43

Table C.1 – Noise correction factor 45

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62028:2002

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GENERAL METHODS OF MEASUREMENT FOR DIGITAL TELEVISION RECEIVERS

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62028 has been prepared by IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

This bilingual version (2011-12) corresponds to the monolingual English version, published in 2002-02.

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

CDV	Report on voting
100/232/CDV	100/427/RVC

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

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

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

Annexes A, B, and C form an integral part of this standard.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

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

GENERAL METHODS OF MEASUREMENT FOR DIGITAL TELEVISION RECEIVERS

1 Scope

IEC 62028 deals with the standard conditions and methods of measurement on digital television receivers which receive digital television broadcast transmissions.

IEC 62028 deals with the determination of performance and allows the comparison of equipment by listing the characteristics which are useful for specifications and by laying down uniform measuring methods of these characteristics. Performance requirements are not specified, since they are specified by other international, regional or domestic standards for the systems.

It does not include the measurements specific to the transmission system, such as;

- measurements on receivers for satellite transmission systems,
- measurements on receivers for terrestrial transmission systems,
- measurements on receivers for cable transmission systems,
- measurements specific to sound channels, and
- measurements specific to data channels.

IEC 62028 does not include methods of measurement on outdoor units and antennas for satellite reception, for which reference is required to other appropriate IEC standards.

IEC 62028 does not deal with general safety matters, for which reference is required to IEC 60065, or other appropriate IEC safety standards, nor with radiation and immunity, which will be dealt with by CISPR.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 60107-1:1997, *Methods of measurement on receivers for television broadcast transmissions – Part 1: General considerations – Measurements at radio and video frequencies*

ISO/IEC 13818-1:2000, *Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio: Systems*

ISO/IEC 13818-4:1998, *Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information – Part 4: Conformance testing*

ISO/IEC 13818-9:1996, *Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information – Part 9: Extension for real time interface for systems decoders*

ITU-R BT.500-10:2000, *Methodology for the subjective assessment of quality of television pictures*

EN 300 421 *Digital video broadcasting (DVB) – Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services*

EN 300 429 *Digital video broadcasting (DVB) – Framing structure, channel coding and modulation for cable systems*

EN 300 744 *Digital video broadcasting (DVB) – Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television*

ETR 211:1997, *Digital video broadcasting (DVB) – Guidelines on implementation and usage of Service Information (SI)*

ETS 300 468:2000, *Digital video broadcasting (DVB) – Specification for Service Information (SI) in DVB systems*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this publication, the following terms and definitions apply:

3.1.1

MPEG-2

refers to the ISO/IEC 13818 series. System coding is defined in part 1, video coding is defined in part 2, audio coding is defined in part 3

3.1.2

multiplex

stream of all the digital data carrying one or more services within a single physical channel

3.1.3

service information (SI)

digital data describing the delivery system, content and scheduling/timing of broadcast data streams etc. It includes MPEG-2 program specific information (PSI) together with independently defined extensions.

3.1.4

transport stream (TS)

a data structure defined in ISO/IEC 13818-1

3.2 Abbreviations

AGC	Automatic Gain Controller
ARIB	Association of Radio Industries and Business
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ATM	Asynchronous Transfer Mode
ATSC	Advanced Television Systems Committee
BAT	Bouquet Association Table
BEP	Bit Error Probability
BER	Bit Error Rate
BPSK	Biphase Shift Keying
bslbf	bit string, left bit first
CA	Conditional Access
CAT	Conditional Access Table

CATV	Community Antenna TeleVision
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing
CPE	Common Phase Error
CRC	Cyclic Redundancy Check
D/A	Digital-to-Analogue converter
DBS	Direct Broadcast Satellite
DFT	Discrete Fourier Transform
DIRD	Digital Integrated Receiver Decoder
DIT	Discontinuity Information Table
DTS	Display Time-Stamp
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying
DVB	Digital Video Broadcasting
DVB-C	DVB-Cable
DVB-S	DVB-Satellite
DVB-SI	DVB-Service Information
DVB-T	DVB-Terrestrial
EB	Error Block
ECM	Entitlement Control Message
EIT	Event Information Table
EMM	Entitlement Management Message
EN	European Standard
EPG	Electronic Programme Guide
ETR	ETSI Technical Report
ETS	European Telecommunication Standard
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FEC	Forward Error Correction
FFT	Fast Fourier Transform
FIFO	First-in, First-out shift register
FS	Full Scale
HDTV	High-Definition TeleVision
HEX	Hexadecimal notation
HP	High Priority bit stream
ICI	Inter-Carrier Interference
IF	Intermediate Frequency
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform
IRD	Integrated Receiver Decoder
ISDN	Integrated Services Digital Network
JTC	Joint Technical Committee
LP	Low Priority bit stream
LSB	Least Significant Bit
MER	Modulation Error Ratio
MP@ML	Main Profile at Main Level
MPEG	Moving Picture Experts Group

MSB	Most Significant Bit
MUX	Multiplex
NIT	Network Information Table
NVOD	Near Video On Demand
OCT	Octal notation
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex
PAT	Program Association Table
PCR	Program Clock Reference
PES	Packetized Elementary Stream
PID	Packet Identifier
PMT	Program Map Table
PRBS	Pseudo-Random Binary Sequence
PSK	Phase Shift Keying
PSI	Program System Information
PTS	Presentation Time-Stamp
PSTN	Public Switched Telephone Network
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QEF	Quasi Error Free
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying
RF	Radio Frequency
rpchof	remainder polynomial coefficients, highest order first
RS	Reed-Solomon
RST	Running Status Table
SHF	Super High Frequency
SDT	Service Description Table
SDTV	Standard Definition TeleVision
SI	Service Information
SIT	Selection Information Table
SMATV	Satellite Master Antenna TeleVision
SMD	System Management Descriptor
Smid	System Management identifier
ST	Stuffing Table
STB	Set Top Box
TC-8PSK	Trellis Code 8-level Phase Shift Keying
TDT	Time and Date Table
TEI	Transport Error Indicator
TOT	Time Offset Table
TPS	Transmission Parameter Signalling
TS	Transport Stream
TV	Television
uimsbf	unsigned integer most significant bit first
UTC	Universal Time, Co-ordinated
VSB	Vestigial Side Band

8VSB	8-level Vestigial Side Band
16VSB	16-level Vestigial Side Band
64QAM	64-level Quadrature Amplitude Modulation

4 Conceptual block diagram of digital television receivers

4.1 General

4.1.1 Types of receivers

Digital television receivers are usually designed to be capable of receiving digital television signals in a variety of ways. Examples are direct off-air reception or reception via cabled network in the VHF/UHF bands, and from satellite broadcasts in conjunction with an outdoor unit and a dBS tuner. Further digital signals can be delivered by the PSTN or ISDN. The signal will usually include information on the service supplied.

A return path can be present for interactive TV applications.

For non-broadcast signals, the receiver may be used as a monitor to display pre-recorded video or home movies.

The methods of measurement described in this standard take into account various options.

4.1.2 Peripheral connectors

Most receivers are provided with connectors for the interface with audio and video signals. Examples are the 21-pin connector described in IEC 60933-1 and IEC 60933-2 and the Y/C connector described in IEC 60933-5. An example for a digital interface is described in the IEC 61883 series and an example for an analogue interface is described in IEC 61880.

4.2 Basic common block diagram

4.2.1 General

The basic common conceptual block diagram of digital television broadcasting system is shown in figure 1.

After audio and video signals are converted from analogue to digital, they are compressed. Data signals, which might include EPG (Electronic Program Guide), SI (Service Information), teletext program, etc., are multiplexed with compressed audio and video signals. After channel coding, the TS is modulated and transmitted via satellite, terrestrial, or cable.

In digital television receivers, the transmitted signal is demodulated and sent to the error correction block. After error correction, audio, video, and data signals are demultiplexed, and audio and video signals are decompressed respectively. Audio and video signals are sent to a conventional (analogue) TV receiver (through the peritelevision socket) or to a display and loud speakers, and the data signal is sent to a conventional (analogue) TV receiver (through the peritelevision socket) or to data equipment.

4.2.2 Satellite broadcasting system

When the digital television signal is transmitted via satellite, BPSK, QPSK and TC-8PSK modulation formats are used.

4.2.3 Terrestrial broadcasting system

COFDM, band-segmented OFDM and 8VSB modulation formats are used in the terrestrial broadcasting system.

4.2.4 CATV system

64QAM and 16VSB modulation formats are used for the CATV system.

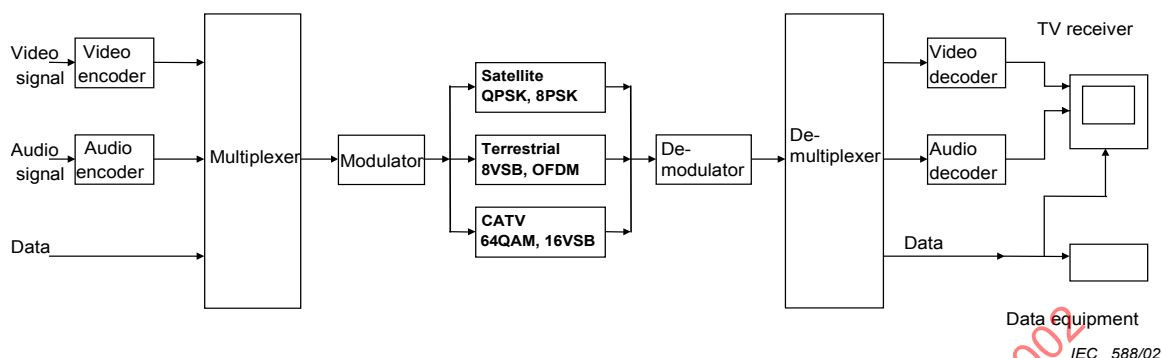


Figure 1 – Conceptual configuration of a digital broadcasting system

5 General notes on measurements

5.1 General conditions

General measuring conditions are according to 3.1 of IEC 60107-1.

5.2 Test signals

Test signals are common to all the transmission systems.

5.2.1 Video test signals

5.2.1.1 Still image video signal

The still image video signal shall be electronically generated.

- a) Colour bar signal;
- b) Ramp signal;
- c) Modulated ramp signal;
- d) Multiburst signal;
- e) 5-steps signal.

5.2.1.2 Moving picture video signal

Under consideration.

5.2.2 Audio test signals

1 kHz sine-wave signal is used.

Frequency variable sine-wave signal is used for measuring frequency characteristics.

5.2.3 Data test signals

Under consideration.

5.3 RF (radio frequency) television signal

5.3.1 General

The RF signal is usually digitally modulated by a MPEG transport stream containing audio, video and service information data.

Subclauses 3.3 and 3.4 of IEC 60107-1 as far as relevant shall apply.

5.3.2 Reference modulation

The modulation shall be in accordance with the system for which the receiver under test is designed.

(1) Cable systems:

64QAM, 16VSB modulation formats are used on cable systems.

(2) Satellite broadcast:

QPSK, TC-8PSK, BPSK modulation formats are used for satellite broadcast.

(3) Terrestrial broadcast:

COFDM, band-segmented OFDM, 8VSB modulation formats are used for terrestrial broadcasting.

QPSK, DQPSK, 16QAM and 64QAM are used for modulating carriers when using OFDM (COFDM or band-segmented OFDM) modulation format for transmission.

In the following sections, the typical notation “QAM, PSK, OFDM and VSB” are used instead of 16QAM, 64QAM, 256QAM, QPSK, COFDM, band-segmented OFDM and 8VSB.

5.3.3 Signal level

The RF signal level shall be expressed by the r.m.s. voltage of the modulated carrier on a terminating resistor. The definition of the RF signal level is according to 3.4 of IEC 60107-1.

5.4 Measuring systems and test instruments

5.4.1 Measuring system

A notional block diagram for the measuring system is shown in figure 2.

5.4.2 Base band test signal generators

The video signal generator can be used for still picture image, and VCR and DVD can be used for moving picture image.

5.4.3 Service data generator

Under consideration.

5.4.4 Encoders

The video encoder shall be capable of encoding video signals in accordance with MPEG2 format.

The audio encoder shall be capable of encoding audio signals in accordance with MPEG2 or AC-3 or MPEG2-AAC format.

5.4.5 Modulator

The modulator shall modulate the transport stream at the output of the multiplexer according to the broadcasting system.

5.4.6 BER analyzer

Under consideration.

5.5 Standard measuring conditions

Unless otherwise specified, the standard conditions described in this subclause shall be applied.

5.5.1 Standard input signal levels

5.5.1.1 Standard RF input signal level for receivers for QAM systems

The standard level at the input terminal shall be 60 dB(μ V) when terminated with a 75 Ω resistor.

5.5.1.2 Standard RF input signal level for receivers for OFDM systems

The standard level at the input terminal shall be 60 dB(μ V) when terminated with a 75 Ω resistor.

5.5.1.3 Standard RF input signal level for receivers for VSB systems

The standard level at the input terminal shall be 60 dB(μ V) when terminated with a 75 Ω resistor.

5.5.1.4 Standard RF input signal level for receivers for QPSK systems

The standard level at the input terminal shall be 60 dB(μ V) when terminated with a 75 Ω resistor.

5.5.1.5 Standard input signal level for receivers for PSTN/ISDN systems

Under consideration.

5.5.2 Standard output signal levels

Under consideration.

5.5.3 Standard receiver settings

Under consideration.

5.5.4 General conditions

Under consideration.

5.6 Standard viewing conditions

The standard viewing condition to be applied shall be those of IEC 60107-1.

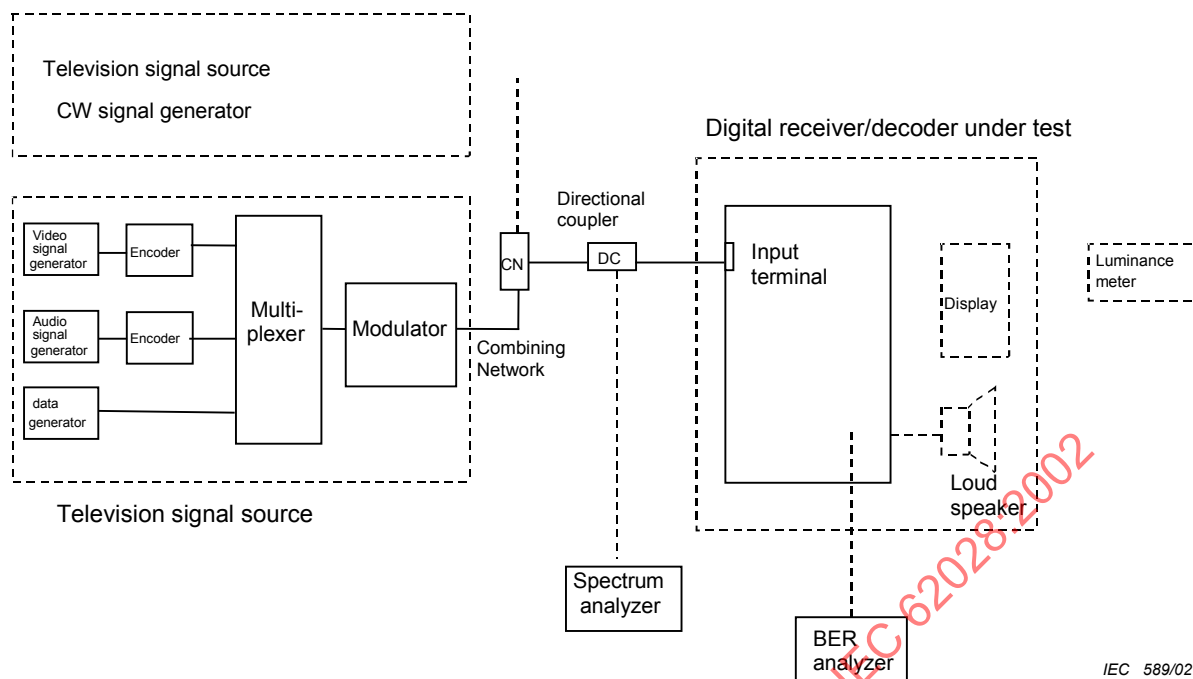


Figure 2 – Measuring set-up

6 Assessment of received picture and sound quality

6.1 Subjective tests of basic received quality

6.1.1 Objectives

The basic received quality tests will be conducted to assess the subjective quality of image and sound sequences that were encoded, modulated, transmitted, demodulated and decoded by the test digital system. Multiple modes of operation of the digital system may be tested.

6.1.2 Methodology

6.1.2.1 Testers

Testers should be recruited locally and screened for audio-visual abilities (normal or corrected-to-normal), and language comprehension. Those who meet the screening criteria will be permitted to participate in the tests.

Separate groups of testers were used in the different basic received quality tests. At least 15 testers shall participate in any given session.

6.1.2.2 Test material

Each sequence should consist of the central 10 s of a 15 s video clip. These sequences should be selected by a panel of experts to ensure that a broad range of image and sound attributes are represented.

Reference sequences for the each format tests of the digital system will always be displayed in the source format. Test sequences will be generated by processing (encoding, modulating, transmitting, demodulating and decoding) source sequences through the digital system.

6.1.2.3 Design and procedures

Tests are conducted in separate phases, for each format, using separate groups of testers.

The design of each phase of testing is identical. There are three factors: picture, replicate and tape order. Picture and replicate should be varied within subjects and tape order varied between subjects. Picture refers to the test sequences. Replicate refers to the number of times a condition occurred during a session; each condition was rated twice per session for both reference and test. Tape order refers to the random order of the trials. During each session, testers should complete all trials plus the practice trials. Some practice trials are to be completed at the start of testing, and the balance completed after a 30 min rest-break midway through the session.

The layout of a basic received quality assessment trial is shown schematically in figure 3, and is based on the double-stimulus continuous quality scale method described in ITU-R 500-10:2000. Each trial consists of a pair of reference and test sequences presented twice in succession. When sequence A is a reference, sequence B is a test, and vice-versa. Testers are not informed whether A or B is the reference or the test sequence.

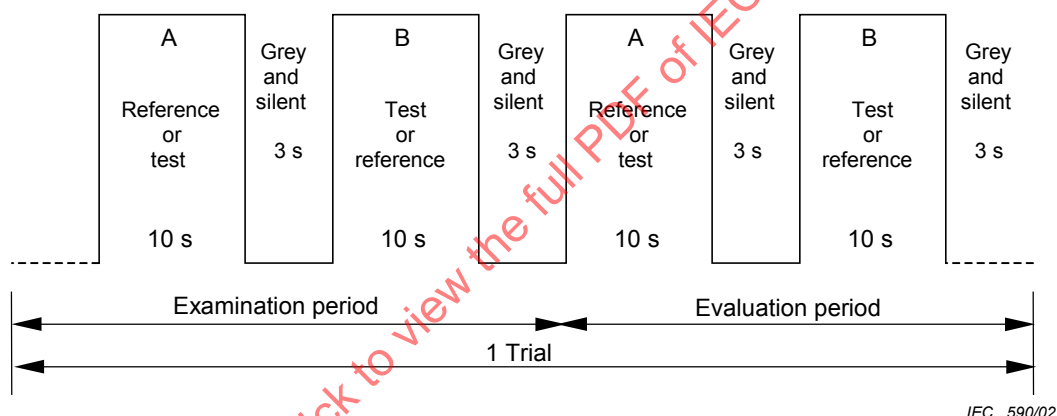
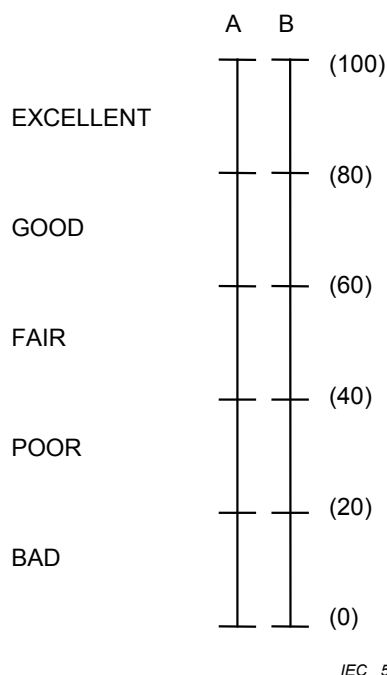


Figure 3 – Layout of a basic received quality assessment trial

Testers are to be instructed to rate the perceived image and sound quality of the "A" and the "B" sequences using scales shown in figure 4. These judgement scales are 100 mm in length. The labels "excellent", "good", "fair", "poor" and "bad" were printed at the locations shown in figure 4. Numerical values in brackets are presented for the reader's convenience only, and are not provided for the testers.



IEC 591/02

Figure 4 – Rating scales used in the basic received quality test

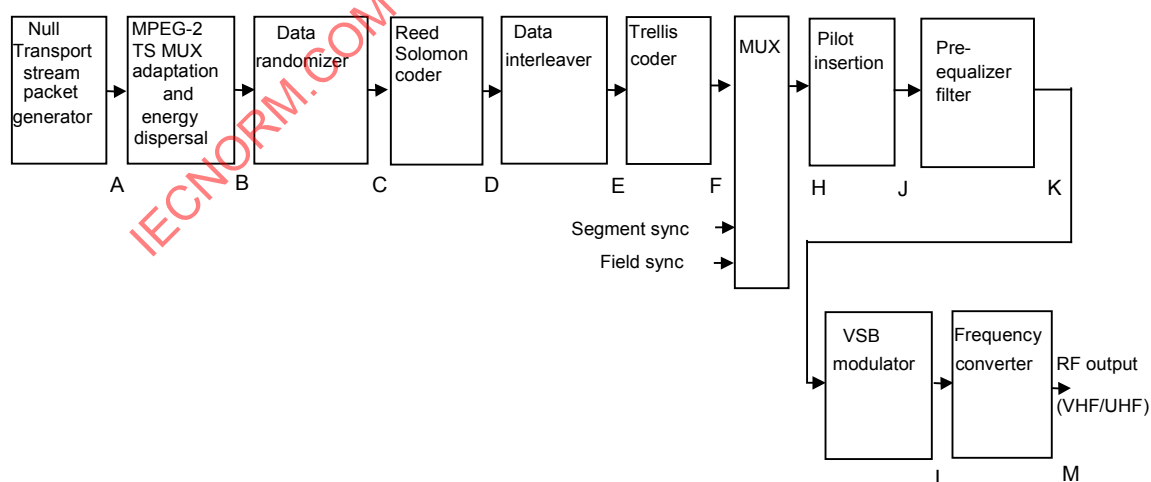
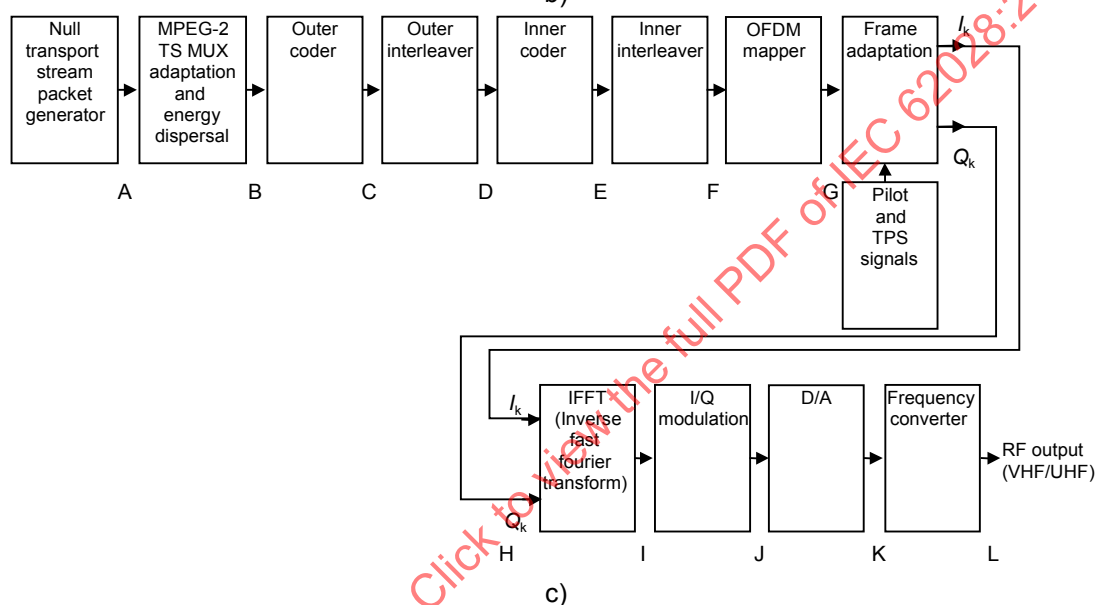
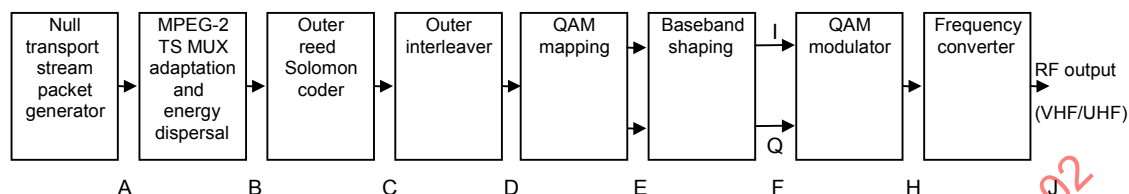
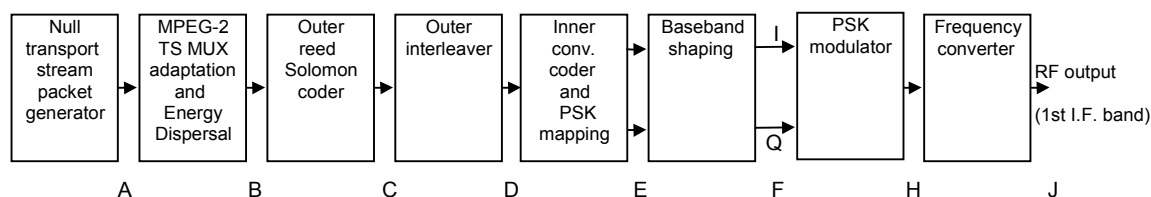
7 Methods of measurement of RF signals

7.1 General

This chapter describes the methods of measurement of the main characteristics of the RF signals to be applied at the input of the receiver under test.

These methods of measurement for digitally modulated signals are based on the assumption that:

- The MPEG-2 transport stream (TS) is the specified input and output signal for all the baseline systems, i.e. for satellite, cable and terrestrial distribution.
- The digitally modulated signals received by satellite are modulated in the PSK format, i.e. according to EN 300 421 for the QPSK format.
- The digitally modulated signals received by satellite are distributed in cable systems in the QAM format, i.e. according to EN 300 429.
- The digitally modulated signals received from terrestrial broadcasting are in the OFDM format, i.e. according to EN 300 744 or in the VSB format, i.e. according to ATSC A/53.
- A signal source for PSK, QAM, OFDM or VSB formats is available, as described in figure 5.
- A reference receiver for PSK, QAM, OFDM or VSB formats is available as described in figure 6, where appropriate interfaces are indicated.
- The decoder implementation will not affect the consistency of the results. The MPEG-2 T-STD model constrains, as defined in ISO/IEC 13818-1 (MPEG-2 System), shall be satisfied as specified in ISO/IEC 13818-4 (MPEG-2 Compliance testing).

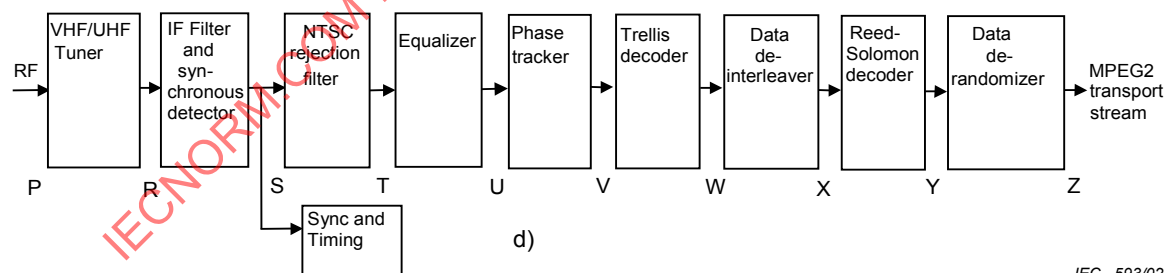
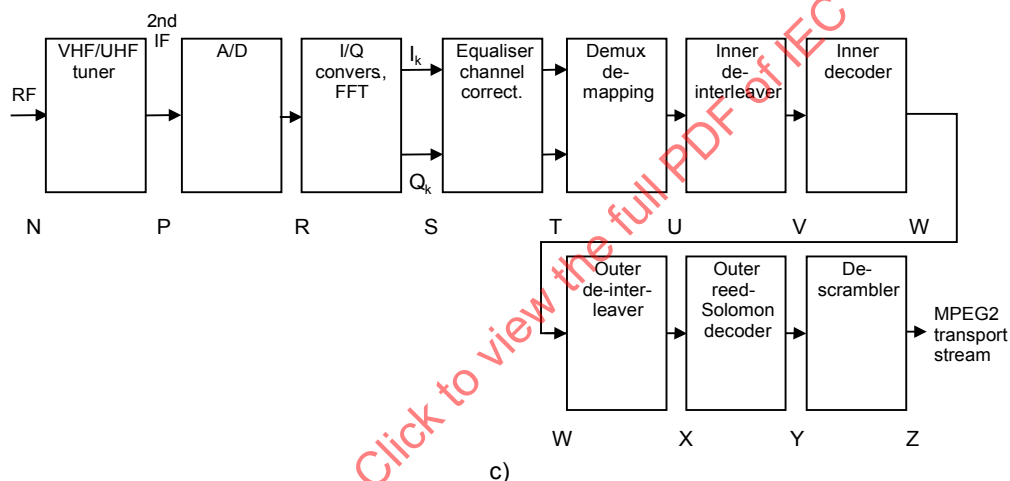
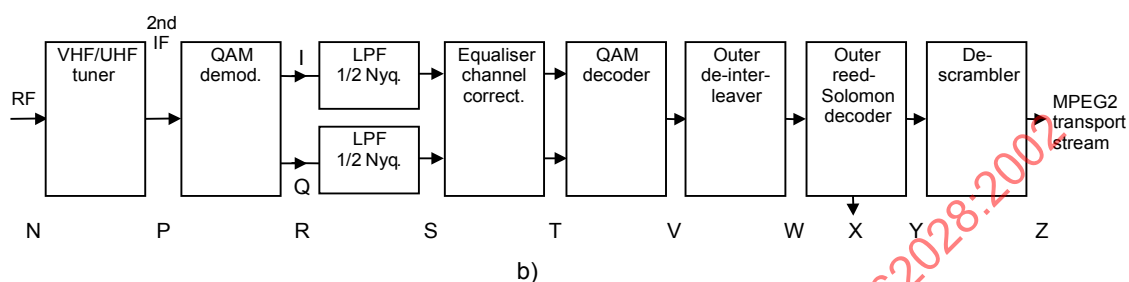
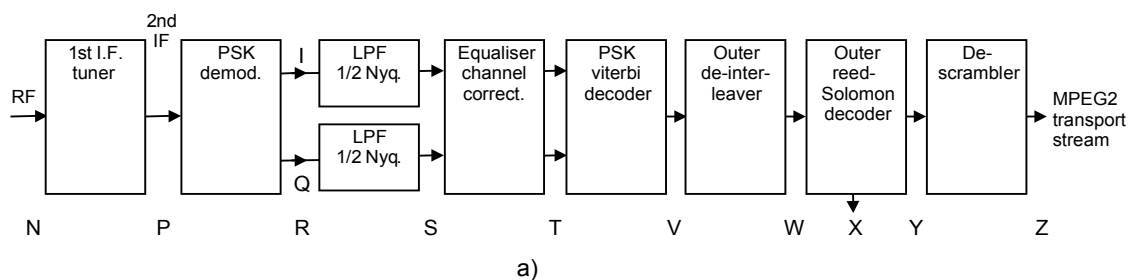


Key

- a) PSK modulation (QPSK,BPSK or TC8PSK)
- b) QAM modulation
- c) OFDM modulation
- d) VSB modulation

NOTE The null transport stream packet generator can be replaced by a PRBS (Pseudo Random Bit Sequence) generator.

Figure 5 – Reference RF signal source – I/Q signal source and RF modulator



IEC 593/02

Key

- a) PSK demodulation (QPSK, BPSK or TC8PSK)
- b) QAM demodulation
- c) OFDM demodulation
- d) VSB demodulation

NOTE The frequency range of the bands for the 1st IF and VHF/UHF tuners depends on the frequency allocation plan of each country. Examples are given below:

1st IF: 0,95 – 2,15 GHz

VHF/UHF: 40 – 862 MHz (Europe)

90 – 770 MHz (Japan)

54 – 806 MHz (USA)

Figure 6 – Reference receiver

7.2 Method of measurement of RF signal level

7.2.1 Introduction

This method of measurement applies to the measurement of the level of digitally modulated RF signals using PSK, QAM, OFDM or VSB formats.

Because the modulated RF signal is similar in characteristics to white noise, the measurement is based on the use of a suitable spectrum analyser, able to tune the frequency range of the channel and to display the whole bandwidth, to measure spectral power density.

NOTE A vector signal analyser or a suitable measuring set designed and calibrated for signal level measurement of digitally modulated RF signals can also be used.

The measurement is performed at the output of a RF signal source to be applied at the input of the receiver under test. For measuring purpose it can be useful to use a suitable signal splitter that feeds both the receiver under test and the measuring equipment. The attenuation of the signal splitter shall be taken into account in the presentation of the results.

The RF signal to be measured is that which is available at the system outlet of a cable system, at the output of an antenna for individual terrestrial reception or at the output of an outdoor unit (SHF receiver) for individual satellite reception.

7.2.2 Equipment required

The equipment required is a spectrum analyser with a known noise bandwidth and a calibrated display of the tuned signal. The calibration accuracy should be preferably within $\pm 0,5$ dB and shall be stated with the results.

The equipment shall be able to tune the nominal frequency range of the RF signal to be measured.

7.2.3 Connection of the equipment

Connect the measuring equipment to the RF signal source directly or by means of a signal splitter, whose other output port is connected to the input of the receiver under test, using suitable cables and connectors, taking care to maintain correct impedance matching.

7.2.4 Measurement procedure

- a) When RF signal levels are to be measured where a high ambient field is present, the measuring equipment shall be checked for spurious readings. Connect a shielded termination to its input cable, place both meter and lead approximately in their measuring positions and check that there is a negligible reading at the frequency(ies) and on the meter ranges to be used.
- b) Tune the spectrum analyser on the channel where the measurement shall be performed (selecting the centre frequency of the spectrum analyser) and select the span and level settings to show the whole channel whose bandwidth depends on the type of modulation used.
- c) Set the resolution bandwidth (RSBW) of the spectrum analyser to 100 kHz and set the video bandwidth to 100 Hz or lower to obtain a smooth display.
- d) Measure the level (S) of the RF signal at the flat top of the displayed signal in dB(μ V) or in dB(mW) using the display line cursor, if this feature is available.

NOTE If the spectrum of the RF signal does not have a flat top, due to echoes, measure the signal level at the centre frequency of the channel.

- e) Measure on the displayed channel the two frequencies at which the level is 3 dB lower than the maximum level (S); the difference between these two frequencies is assumed to be the equivalent signal bandwidth (BW) (see also annex A).

f) Calculate the level (C) of the RF signal using the following formula:

$$C = S + 10 \lg \frac{BW}{RSBW} + K_{sa}$$

where

C is the RF signal level in dB(μV) or in dB(mW);

S is the flat top signal level in dB(μV) or in dB(mW);

BW is the equivalent signal bandwidth of the channel in kHz (see annex A);

RSBW is the resolution bandwidth of the spectrum analyser in kHz;

K_{sa} is the correction factor of the spectrum analyser.

The correction factor (K_{sa}) depends on the measuring equipment used and shall be provided by the manufacturer of the measuring equipment or obtained by calibration. The value of the correction factor for a typical spectrum analyser is about 1,7 dB (see annex B).

The correction factor is not necessary if the measuring equipment can be set to display the level in dB (mW/Hz) units. In this case, the level (C) of the RF signal can be obtained from the measured maximum level (S) using the following formula:

$$C = S + 10 \lg(BW)$$

NOTE This method of measurement actually measures the C + N level. The contribution of noise is considered negligible if the level of noise displayed outside the equivalent signal band is at least 15 dB lower than the maximum level displayed within the equivalent signal band. This noise level includes that of the measuring equipment (spectrum analyser) which should be at least 10 dB lower than the noise level displayed outside the channel band in order not to affect the results. Otherwise, the contribution of noise (due to the system or the equipment under test and to the measuring equipment) shall be taken into account in the measurement of RF signal level (C) (see annex C).

7.2.5 Presentation of the results

The measured level is expressed in dB(μV) referred to 75 Ω or in dB(mW). The accuracy of the measuring equipment shall be stated with the results.

7.3 Method of measurement of carrier to noise ratio (C/N)

7.3.1 Introduction

This method of measurement applies to the measurement of the carrier to noise ratio (S/N) of digitally modulated RF signals using PSK, QAM, OFDM or VSB formats.

Because the modulated RF signal is similar to the noise distributed in the bandwidth of the channel, the measurement is based on the use of a suitable spectrum analyser, able to tune the frequency range of the channel and to display the whole bandwidth.

NOTE A vector signal analyser can also be used.

The measurement is performed at the output of a RF signal source to be applied at the input of the receiver under test. For measuring purposes, it can be useful to use a suitable signal splitter that feeds both the receiver under test and the measuring equipment.

The RF signal to be measured is that which is available at the system outlet of a cable system, at the output of an antenna for individual terrestrial reception or at the output of an outdoor unit (SHF receiver) for individual satellite reception.

7.3.2 Equipment required

The equipment required is a spectrum analyser having a calibrated display of the tuned signal.

The equipment shall be able to tune the nominal frequency range of the RF signal to be measured.

7.3.3 Connection of the equipment

Connect the measuring equipment to the RF signal source directly or by means of a signal splitter, whose other output port is connected to the input of the receiver under test, using suitable cables and connectors, taking care to maintain correct impedance matching.

7.3.4 Measurement procedure

- a) Tune the spectrum analyser on the channel where the measurement shall be performed (selecting the centre frequency of the spectrum analyser) and select the span and level settings to show the whole channel whose bandwidth depends on the type of modulation used.
- b) Set the resolution bandwidth of the spectrum analyser to 100 kHz and the video bandwidth to 100 Hz. If a different setting is used, this shall be the same when measuring the signal level and the noise level. Select a display line cursor if the spectrum analyser supports this feature. Otherwise select a normal marker.

- c) Measure the maximum level (C) of the displayed signal in dB(μ V) or in dB(mW).

NOTE If the spectrum of the signal is not flat, due to echoes, measure the S value at the center frequency (carrier frequency) of the signal spectrum. This value approaches the useful power.

- d) Switch off the channel at the input of the RF signal source, terminating the input port with a matched impedance (or depointing the antenna, if the measurement is performed at the output of an outdoor unit for satellite reception) and measure the noise level (N) in the same units as the signal level (in dB(μ V) or in dB(mW)).

NOTE. When switching off the input signal all equipment with built-in AGC will show a different behaviour. In this case the noise level shall be measured in between the channels.

- e) Calculate the carrier to noise ratio (C/N) by the following formula:

$$(C/N)_{dB} = C - N \quad (dB)$$

where

$(C/N)_{dB}$ is the carrier to noise ratio in dB;

C is the RF signal level in dB(μ V) or in dB(mW);

N is the noise level in dB(μ V) or in dB(mW).

NOTE This method of measurement actually measures the $(C+N)/N$ ratio. The measuring equipment (spectrum analyser) should have a noise level at least 10 dB lower than the noise level displayed outside the channel band in order not to affect the results. Otherwise the contribution of the measuring equipment noise in the measurement of the noise level (N) shall be taken into account (see annex C).

7.3.5 Presentation of the results

The measured signal to noise ratio (C/N) is expressed in dB.

7.4 Method of measurement of Bit Error Rate (BER)

7.4.1 Introduction

This method of measurement applies to the measurement of Bit Error Rate (BER) of digitally modulated RF signals using PSK, QAM, OFDM or VSB formats.

BER is the primary parameter which describes the quality of the RF signal source and shall be related to the carrier to noise ratio at the input of the receiver.

The BER is defined as the ratio between erroneous bits and the total number of transmitted bits.

If error rates range from 10^{-2} to 10^{-4} , the measurement can be done in a reasonable amount of time. Above a BER of 10^{-2} , the result is assumed to be inaccurate.

The measurement is performed at the output of a RF signal source to be applied at the input of the receiver under test. The RF signal to be measured is that which is available at the system outlet of a cable system, at the output of an antenna for individual terrestrial reception or at the output of an outdoor unit (SHF receiver) for individual satellite reception.

7.4.2 Equipment required

The equipment required is listed below:

- power splitter,
- spectrum analyser able to tune the nominal frequency range of the RF signal,
- reference receiver (see figure 6) with good equaliser (influence of linear distortions to the BER measurement should be negligible),
- BER counter connected at the appropriate interface (V or U) of the reference receiver, depending where BER shall be evaluated. If it is connected after the Reed-Solomon decoder (interface Y or Z), decoding should be deactivated in order to reduce the duration of the measurement.

7.4.3 Connection of the equipment

The measuring set-up for BER measurement is showed in figure 7. The measuring equipment shall be connected taking care to maintain correct impedance matching.

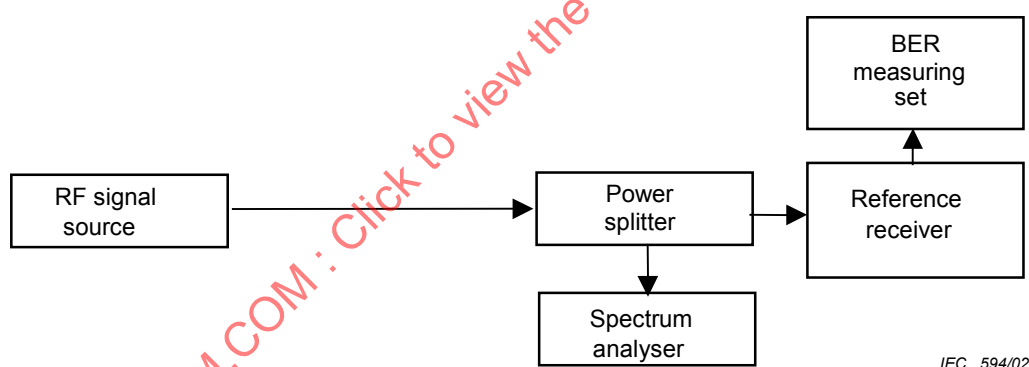


Figure 7 – Test set-up for BER measurement

7.4.4 Measurement procedure

- Tune the reference receiver and the spectrum analyser on the channel where the measurement shall be performed. Select the centre frequency of the spectrum analyser, the span and level settings to show the whole channel.
- Set the resolution bandwidth (*RSBW*) of the spectrum analyser to 100 kHz and the video bandwidth to 100 Hz. Select a display line cursor if the spectrum analyser supports this feature. Otherwise select a normal marker.
- Measure the carrier to noise ratio (*C/N*) according to the procedure indicated in 7.3.
- Measure the BER, for a sufficiently long time in order to count at least 100 error bits and refer this number to the total number of transmitted bits in that time. This is the gross bit rate that is referred to the measured *C/N* value.

NOTE 1 When measuring a QAM modulated signal, the *C/N* value referred to the net bit rate can be calculated using the RS rate, i.e. using the following conversion factor for RS (204, 188) code:

$$10 \lg (204/188) = +0,35 \text{ dB}$$

NOTE 2 When measuring a PSK or a OFDM modulated signal, the C/N value referred to the net bit rate value can be calculated taking into account both the inner code rate and the RS rate. If the inner code rate is $\frac{3}{4}$, the conversion factor can be calculated as follows:

$$10 \lg (4/3)(204/188) = +1,6 \text{ dB}$$

7.4.5 Presentation of the results

The measured BER is indicated with reference to a certain C/N value. If the measured BER is referred to, the gross bit rate or the net bit rate shall be stated with the results. The interface point where the measurement of BER has been performed shall be indicated with the results.

7.5 Method of measurement of BER versus E_b/N_o

7.5.1 Introduction

This method of measurement applies to the measurement of BER of digitally modulated signals using PSK, QAM, OFDM or VSB formats. The measurement of BER versus E_b/N_o enables a graph to be drawn which shows the quality of the RF signal over a range of bit error rates. The residual BER at high E_b/N_o values is an indicator of possible receiving system problems. The BER range of interest is 10^{-7} to 10^{-3} .

The measurement is performed at the output of a RF signal source to be applied at the input of the receiver under test. The RF signal to be measured is that which is available at the system outlet of a cable system, at the output of an antenna for individual terrestrial reception or at the output of an outdoor unit (SHF receiver) for individual satellite reception.

7.5.2 Equipment required

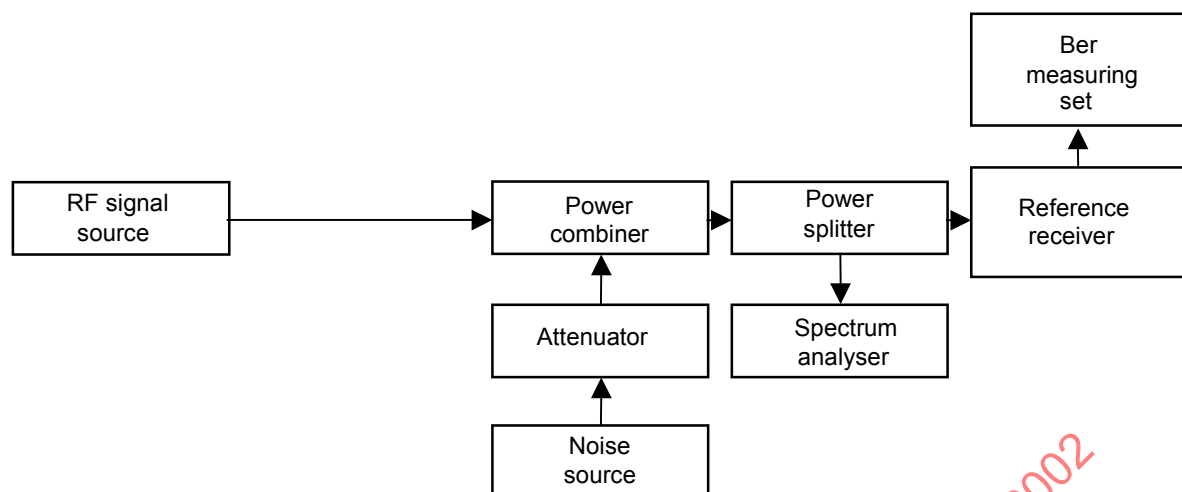
The equipment required is listed below:

- a) noise source,
- b) adjustable attenuator,
- c) power combiner,
- d) power splitter,
- e) spectrum analyser able to tune the nominal frequency range of the RF signal,
- f) reference receiver (see figure 6) with good equaliser (influence of linear distortions to the BER measurement should be negligible),
- g) BER counter connected at the appropriate interface (V or U) of the reference receiver, depending where BER shall be evaluated. If it is connected after the Reed-Solomon decoder (interface Y or Z), decoding should be deactivated in order to reduce the duration of the measurement.

7.5.3 Connection of the equipment

The measuring set-up for BER versus E_b/N_o measurement is showed in figure 8.

The measuring equipment shall be connected taking care to maintain correct impedance matching.



IEC 595/02

Figure 8 – Test set-up for BER measurement versus E_b/N_0

7.5.4 Measurement procedure

- Tune the reference receiver and the spectrum analyser on the channel where the measurement shall be performed. Select the centre frequency of the spectrum analyser, the span and level settings to show the whole channel.
- Set the resolution bandwidth (*RSBW*) of the spectrum analyser to 100 kHz and the video bandwidth to 100 Hz or lower to obtain a smooth display.
- With the noise generator switched off measure the BER at the reference receiver output.
- Measure the carrier to noise ratio (*C/N*) according to the procedure indicated in 6.2.
- Calculate the E_b/N_0 from the following formula:

$$(E_b/N_0)_{dB} = (C/N)_{dB} + 10 \lg (BW) - 10 \lg (f_s) - 10 \lg m$$

where:

f_s is the symbol rate,

m is the number of bits per symbol ($m = 2$ for QPSK, $m = 3$ for 8VSB, $m = 4$ for 16QAM, $m = 6$ for 64QAM) modulating the carrier (PSK, QAM or VSB) or each pilot carrier (OFDM).

- Switch-on the noise generator, add noise changing the attenuator setting and measure again the BER at the reference receiver output and the E_b/N_0 at the input of the receiver. Repeat this step several times to obtain the plot of BER versus E_b/N_0 .

NOTE 1 When measuring a QAM modulated signal, the E_b/N_0 value referred to the net bit rate can be calculated using the RS rate, i.e. using the following conversion factor for RS(204, 188) code:

$$10 \lg (204/188) = +0,35 \text{ dB}$$

NOTE 2 When measuring a PSK or OFDM modulated signal, the E_b/N_0 value referred to the net bit rate value can be calculated taking into account both the inner code rate and the RS rate. If the inner code rate is $\frac{3}{4}$, the conversion factor can be calculated as follows:

$$10 \lg (4/3)(204/188) = +1,6 \text{ dB}$$

7.5.5 Presentation of the results

The measured BER is plotted versus E_b/N_0 (dB). An example of measurement of BER versus E_b/N_0 is showed in figure 9. The interface point where the measurement of BER has been performed shall be indicated with the results.

The theoretical curves are for the QPSK and 64QAM modulation formats.

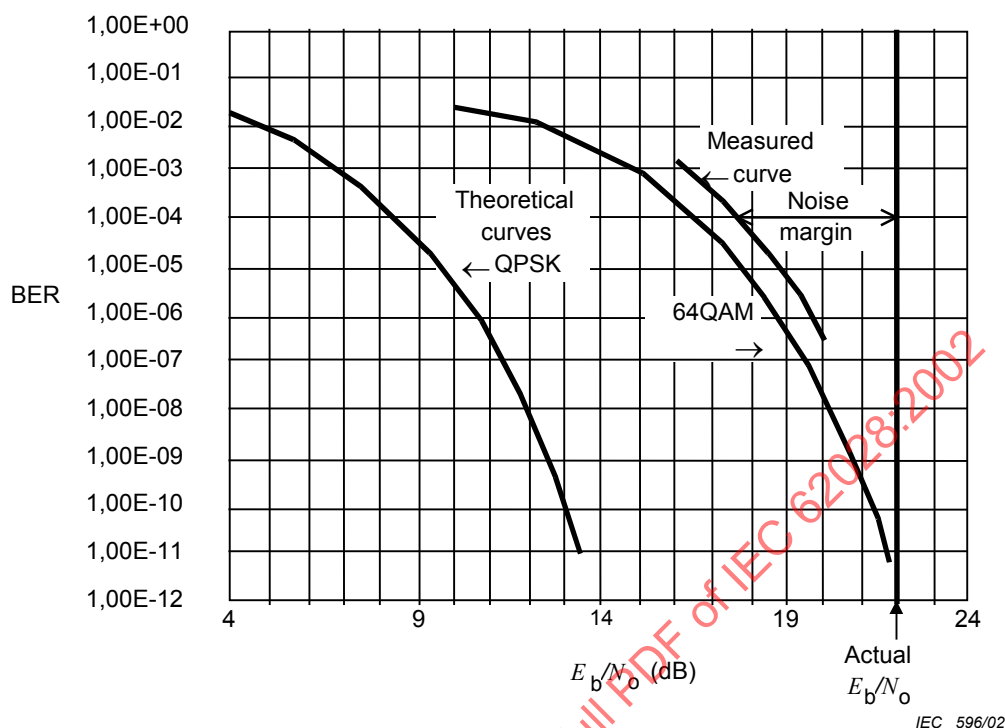


Figure 9 – Example of BER measurement versus E_b/N_o

7.6 Method of measurement of noise margin

7.6.1 Introduction

This method of measurement applies to the measurement of noise margin of digitally modulated RF signals using PSK, QAM, OFDM or VSB formats.

The purpose of this method of measurement is to provide an indication of the reliability of the transmission channel. The noise margin measurement is a more useful measure of the receiving system operating margin than a direct BER measurement due to the steepness of the BER curve versus E_b/N_o ratio.

The measurement is performed at the output of a RF signal source to be applied at the input of the receiver under test. The RF signal to be measured is that which is available at the system outlet of a cable system, at the output of an antenna for individual terrestrial reception or at the output of an outdoor unit (SHF receiver) for individual satellite reception.

7.6.2 Equipment required

The equipment required are listed below:

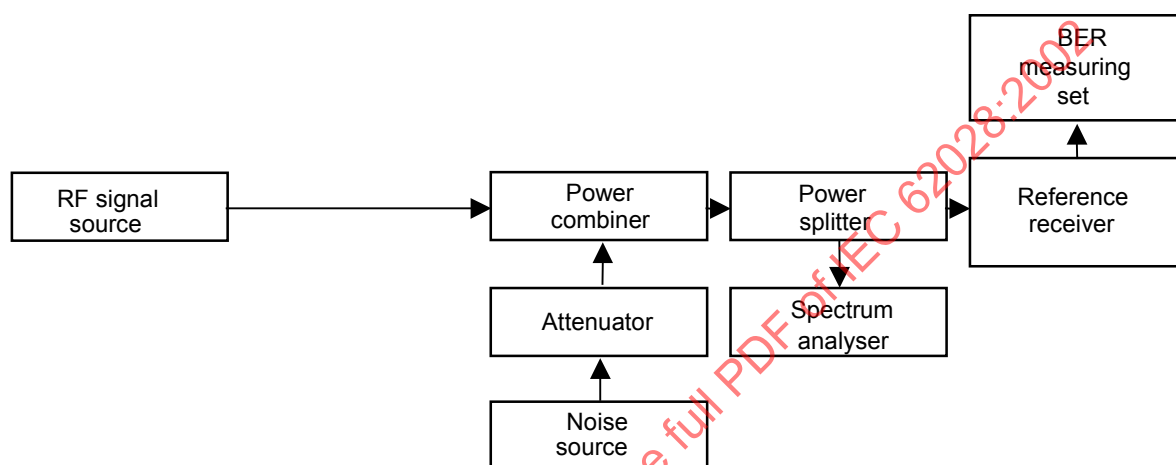
- noise source,
- adjustable attenuator,
- power combiner,
- power splitter,
- spectrum analyser able to tune the nominal frequency range of the RF signal source,
- reference receiver (see figure 6) with a good equaliser (influence of linear distortions to the BER measurement should be negligible),

- g) BER counter connected at the appropriate interface (U or V) of the reference receiver, depending where BER shall be evaluated. If it is connected after the Reed-Solomon decoder (interface Y or Z), decoding should be deactivated in order to reduce the duration of the measurement.

7.6.3 Connection of the equipment

The measuring set-up for noise margin measurement is the same as that for the measurement of BER versus E_b/N_0 and is shown in figure 10.

The measuring equipment shall be connected taking care to maintain correct impedance matching.



IEC 597/02

Figure 10 – Test set-up for noise margin measurement

7.6.4 Measurement procedure

- Tune the reference receiver and the spectrum analyser on the channel where the measurement shall be performed. Select the centre frequency of the spectrum analyser, the span and level settings to show the whole channel.
- Set the resolution bandwidth (*RSBW*) of the spectrum analyser to 100 kHz and the video bandwidth to 100 Hz or lower to obtain a smooth display.
- With the noise generator switched off, measure the BER at the reference receiver output. This value should be lower than 10^{-4} .
- Measure the carrier to noise ratio (C/N_1) according to the procedure indicated in 7.3.
- Add noise to the RF signal until BER measured at the reference receiver output is 10^{-4} .
- Measure again the carrier to noise ratio (C/N_2) according to the procedure indicated in 7.3.
- Calculate the Noise Margin *NM* by the following formula:

$$NM_{dB} = (C/N_1) - (C/N_2) \quad (dB)$$

7.6.5 Presentation of the results

The measured noise margin is expressed in dB. An example of measurement of noise margin is showed in figure 9 where BER versus E_b/N_0 is also plotted. The interface point where the measurement of BER has been performed shall be indicated with the results.

7.7 Method of measurement of Modulation Error Ratio (MER)

7.7.1 Introduction

This method of measurement is able to provide a single "figure of merit" analysis of the received RF signal.

This figure is computed to include the total signal degradation likely to be present at the input of a commercial receiver's decision circuits and so give an indication of the ability of that receiver to correctly decode the signal.

The measurement is performed at the output of a RF signal source to be applied at the input of the receiver under test. The RF signal to be measured is that which is available at the system outlet of a cable system, at the output of an antenna for individual terrestrial reception or at the output of an outdoor unit (SHF receiver) for individual satellite reception.

7.7.2 Equipment required

The equipment required are listed below:

- a) reference receiver (see figure 6),
- b) constellation analyser.

7.7.3 Connection of the equipment

The measuring set-up for the MER measurement is shown in figure 11. The measuring equipment shall be connected taking care to maintain correct impedance matching.

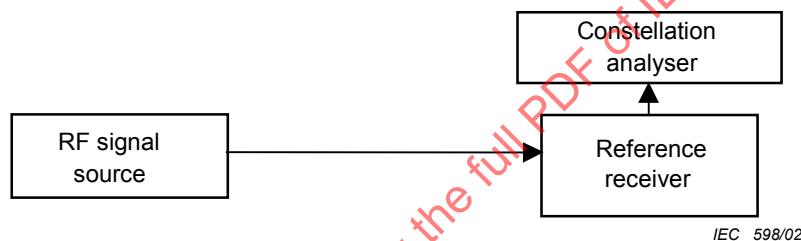


Figure 11 – Test set-up for MER measurement

7.7.4 Measurement procedure

- a) Tune the reference receiver on the channel where the measurement shall be performed. The measurement of the MER does not assume the use of an equaliser. However the measuring receiver may include a commercial quality equaliser to give more accurate results when the RF signal to be measured has linear impairments.
- b) Connect the constellation analyser to the appropriate interface (S or T of the reference receiver shown in figure 6). If the constellation analyser has its own tuner, the use of the reference receiver can be avoided.
- c) The carrier frequency and symbol timing are recovered, which removes frequency error and phase rotation. Origin offset (for example, caused by residual carrier or d.c. offset), quadrature error and amplitude imbalance are not corrected.
- d) A time record of N received symbol co-ordinate pairs (I_j, Q_j) is captured by the constellation analyser. N shall be significantly larger than the M symbol points.
- e) For each received symbol, a decision is made as to which symbol was transmitted. The error vector is defined as the distance from the ideal position of the chosen symbol (the centre of the decision box) to the actual position of the received symbol.

The distance can be expressed as a vector $(\delta I_j, \delta Q_j)$.

An example of representation of the constellation diagram for a 64QAM modulation format and the distance $(\delta I_j, \delta Q_j)$ for each of the N received symbols in the i^{th} point from the ideal position (I_j, Q_j) is shown in figure 12.

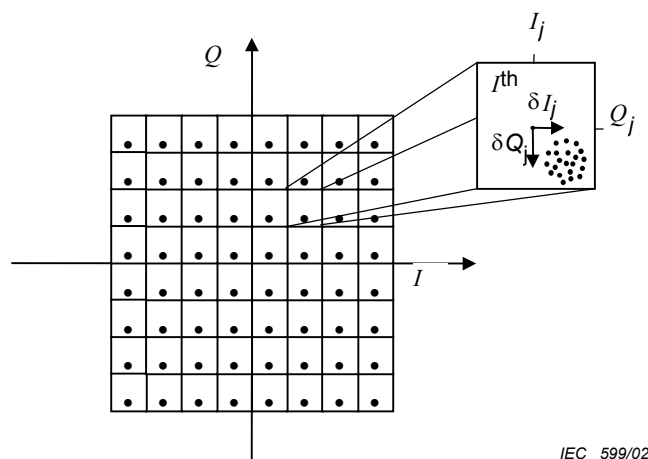


Figure 12 – Example of constellation diagram for a 64QAM modulation format where the j^{th} point has been enlarged to show the co-ordinates of the symbol error vector

The sum of the squares of the magnitude of the symbol error vectors is divided by the sum of the squares of the magnitudes of the ideal symbol vectors. The result, expressed as a power ratio in dB, is defined as the Modulation Error Ratio (MER).

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

7.7.5 Presentation of the results

The measured Modulation Error Ratio (MER) is expressed in dB. The interface of the receiver where the measurement has been performed shall be stated with the results.

7.8 Method of measurement of phase jitter

7.8.1 Introduction

This method of measurement is able to provide an indication of the phase or frequency fluctuations of an oscillator used in an equipment of the receiving system (i.e. in a frequency converter). Using such an oscillator with digitally modulated signals may result in a sampling uncertainty in the receiver, because the carrier regeneration cannot follow the phase fluctuations.

The measurement is performed at the output of a RF signal source to be applied at the input of the receiver under test. The RF signal to be measured is that which is available at the system outlet of a cable system, at the output of an antenna for individual terrestrial reception or at the output of an outdoor unit (SHF receiver) for individual satellite reception.

7.8.2 Equipment required

The equipment required is listed below:

- reference receiver (see figure 6),
- constellation analyser.

7.8.3 Connection of the equipment

The measuring set-up for the phase jitter measurement is shown in figure 13.

The measuring equipment shall be connected taking care to maintain correct impedance matching.

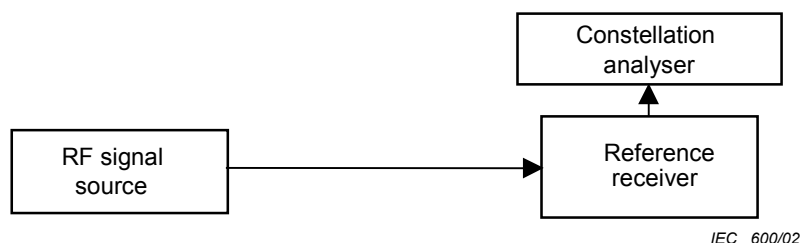


Figure 13 – Test set-up for phase jitter measurement

7.8.4 Measurement procedure

- Tune the reference receiver on the channel where the measurement shall be performed. The measurement of the phase jitter does not assume the use of an equaliser. However the measuring receiver may include a commercial quality equaliser to give more accurate results when the signal at the measurement point has linear impairments.
- Connect the constellation analyser to the appropriate interface (S or T of the reference receiver shown in figure 6). If the constellation analyser has its own tuner, the use of the reference receiver can be avoided.
- The carrier frequency and symbol timing are recovered, which removes frequency error and phase rotation. Origin offset (for example, caused by residual carrier or d.c. offset), quadrature error and amplitude imbalance are not corrected.
- A time record of N received symbol co-ordinate pairs (I_j, Q_j) is captured by the constellation analyser. N shall be significantly larger than the M symbol points.
- The signal points affected by phase jitter are arranged along a curved line crossing the centre of each decision boundary box as shown in figure 14 for the four "corner decision boundary boxes".

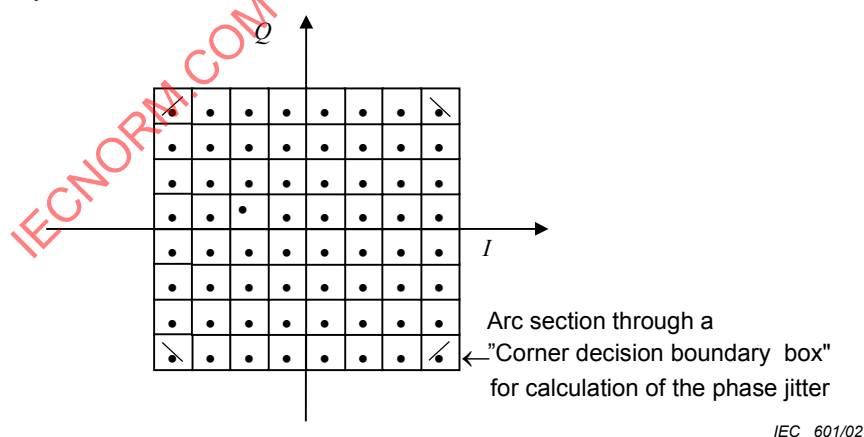


Figure 14 – Example of constellation diagram for a 64QAM modulation format where are shown the "corner decision boundary boxes" for the phase jitter

The phase jitter can be calculated using the following procedure. For each received symbol:

- Calculate the angle between the I-axis of the constellation and the vector to the received symbol ($I_{\text{rcvd}}, Q_{\text{rcvd}}$):

$$\phi_1 = \arctan (Q_{\text{rcvd}}/I_{\text{rcvd}})$$
- Calculate the angle between the I-axis of the constellation vector to the corresponding ideal symbol ($I_{\text{ideal}}, Q_{\text{ideal}}$):

$$\phi_2 = \arctan (Q_{\text{ideal}}/I_{\text{ideal}})$$
- Calculate the error angle:

$$\phi_E = \phi_1 - \phi_2$$

From these N error angles calculate the RMS phase jitter (PJ):

$$PJ = \sqrt{(1/N) \sum_{i=1}^N \phi_{Ei}^2 - (1/N^2) \left(\sum_{i=1}^N \phi_{Ei} \right)^2}$$

7.8.5 Presentation of the results

The measured phase jitter is expressed in degrees. The interface of the receiver where the measurement has been performed shall be stated with the results.

7.9 Method of measurement of phase noise of a RF carrier

7.9.1 Introduction

This method of measurement is able to provide an indication of the phase noise of a carrier due to the phase or frequency fluctuations of an oscillator used in an equipment of the receiving system (i.e. in a frequency converter).

For PSK, QAM or VSB modulation formats, using such an oscillator with digitally modulated signals may result in a sampling uncertainty in the receiver, because the carrier regeneration cannot follow the phase fluctuations. Phase noise outside the loop bandwidth of the carrier recovery circuit leads to a circular smearing of the constellation points in the I/Q plane. This reduces the operating margin (noise margin) of the system and may directly increase the BER.

In an OFDM system, the phase noise can cause Common Phase Error (CPE) which affects all carriers simultaneously, and which can be corrected by using continual pilots, and Inter-Carrier Interference (ICI) which is noise-like and that can not be corrected.

The effects of CPE are similar to any single carrier system and the phase noise, outside the loop bandwidth of the carrier recovery circuit, leads to a circular smearing of the constellation points in the I/Q plane. This reduces the operating margin (noise margin) of the system and may directly increase the BER.

The effects of ICI are particular to OFDM and cannot be corrected for. This has to be taken into account as part of the total noise of the system.

The measurement is performed at the output of the receiving system while an unmodulated carrier is applied at its input.

The receiving system to be measured can be a cable system, an antenna system for individual terrestrial reception or an outdoor unit (*SHF* receiver) for individual satellite reception.

7.9.2 Equipment required

The equipment required is listed below:

- a) RF signal generator for the frequency bands of input signals of the receiving system,
NOTE The phase noise characteristic of the signal generator shall be sufficiently lower (at least 10 dB) than that to be measured. If is not known, a preliminary check shall be performed.
- b) spectrum analyser able to tune the nominal frequency range of the output signals of the receiving system.

7.9.3 Connection of the equipment

The measuring set-up for the phase noise measurement is shown in figure 15.

The measuring equipment shall be connected taking care to maintain correct impedance matching.

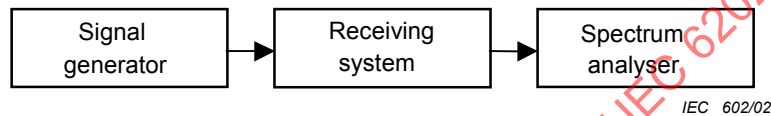


Figure 15 – Test set-up for phase noise measurement

7.9.4 Measurement procedure

- a) Set the carrier frequency of the RF signal generator to that of the input channel of the receiving system where the measurement shall be performed.
- b) Adjust the carrier level of the RF signal generator to obtain the same level at the output of the receiving system as in normal operating conditions.
- c) Tune the spectrum analyser on the output channel of the receiving system. Select the centre frequency of the spectrum analyser, the span and level settings to show the carrier and its sidebands due to the phase noise.
- d) Set the resolution bandwidth (RSBW) of the spectrum analyser to 300 Hz and the video bandwidth to 30 Hz or 10 Hz.
- e) Measure the unmodulated carrier level (C) in dB (mW).
- f) Measure the level $[PN(f_m)]$, in dB(mW), of each component in one noise sideband and note its frequency (f_m).
- g) Convert the measured value of PN to 1 Hz bandwidth, using the following formula:

$$PN_o(f_m) = PN(f_m) - 10 \lg (RSBW) + K_{sa} \text{ dB}$$

where: $RSBW$ is the bandwidth of the resolution bandwidth filter of the spectrum analyser.

The correction factor (K_{sa}) depends on the measuring equipment used and shall be provided by the manufacturer of the measuring equipment or obtained by calibration. The value of the correction factor for a typical spectrum analyser is about 1,7 dB (see annex C).

The correction factor is not necessary if the measuring equipment can be set to display the noise level in dB(mW/Hz) units. In this case, the $PN_o(f_m)$ value is obtained directly.

- h) Calculate the phase noise performance of the carrier, defined as the ratio of the measured power in one sideband component, on a per hertz bandwidth spectral density basis, to the total signal power:

$$\alpha(f_m) = PN_o(f_m) - C \quad \text{dB(Hz}^{-1}\text{)}$$

NOTE For this measurement, it is assumed that contributions from amplitude modulation to the noise spectrum are negligible compared to those from frequency modulation and that the measurement bandwidth ($RSBW$) is much smaller than f_m .

7.9.5 Presentation of the results

The measured phase noise, expressed in dB(Hz⁻¹), is plotted versus the frequency distance (f_m) away from the carrier.

For the measurement of CPE (OFDM systems) the spectrum mask shall be specified at least in three points (frequency offsets and levels, as seen in the example of figure 16).

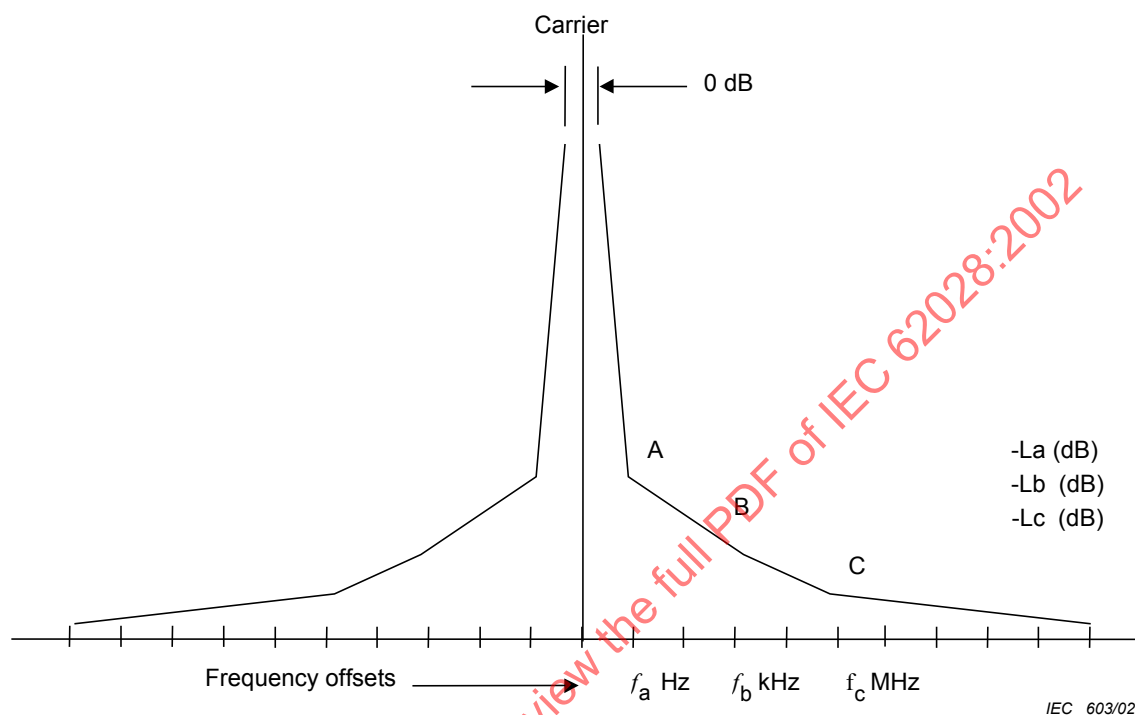


Figure 16 – Possible mask for CPE measurements – the points A, B and C to be defined

For the measurement of ICI (OFDM systems), the use of multiples of carrier spacing is recommended for the frequencies f_a , f_b and f_c indicated in table 1.

Table 1 – Frequency offsets for 2k and 8k OFDM systems

Symbol rate	f_a	f_b	f_c
2k system	4,5 kHz	8,9 kHz	13,4 kHz
8k system	1,1 kHz	2,2 kHz	3,4 kHz

8 Measurements of the MPEG-2 transport stream

8.1 Introduction

Details of the MPEG-2 transport stream and a list of parameters recommended for evaluation can be found in clause 5 of ETR 290.

8.2 Method of measurement

8.2.1 Introduction

The measurement on the MPEG-2 transport stream requires that the parameters recommended above shall be evaluated, starting from the input port (input interface) of the communication link (transmitter side) and ending at the output port (output interface) of the communication link (receiver side).

The communication link can include QPSK demodulators, QAM modulators, multiplexers and demultiplexers or telecom network adaptors.

The interfaces use the 188 byte packet structure as specified in ISO/IEC 13818-1. Reed Solomon (RS) coded packet can also be used, as specified in EN 50083-9. The incoming data stream shall be RS encoded as specified in EN 300 421.

8.2.2 Equipment required

The following equipment is required:

- a digital test signal generator able to provide suitable (endless) MPEG-2 sequences,
- a decoder of the MPEG-2 digital signal provided with a memory able to acquire a sufficient amount of transport stream data (at least 2 Mbit),
- a data analyser able to evaluate the recommended parameters of the transport stream.

8.2.3 Connection of the equipment

Connect the MPEG-2 test signal generator to the input port of the communication link and the MPEG-2 decoder to the output port of the communication link, as shown in figures 17, 18, 19 and 20 for synchronous and asynchronous transmission over coaxial cables or fibre-optic cables. The connections for a satellite communication link feeding a CATV network or a SMATV network are shown in figure 21 and figure 22 respectively.

8.2.4 Measurement procedure

Using the MPEG-2 test signal generator apply at the input port of the communication link a transport stream sequence consisting of several (up to 6) substreams carrying video, audio and data signals.

At the output of the decoder (connected at the output port of the communication link) firstly check the TS_sync_loss bit (indicator 2.1)(see table 2).

If this test is positive then check the other indicators of table 2, carefully looking at the preconditions and taking into account the ISO/IEC specifications.

If required, check the indicators from numbers 3.1 to 3.6 in table 3 and also the indicators from numbers 4.1 to 4.10 in table 4.

Table 2 – First priority – necessary for de-codability (basic monitoring)

No.	Indicator	Precondition	Reference
2.1	TS_sync_loss	Loss of synchronization with consideration of hysteresis parameters	ISO/IEC 13818-1, Subclause 2.4.3.3 and annex G.01
2.2	Sync_byte_error	Sync_byte not equal 0x47	ISO/IEC 13818-1, Subclause 2.4.3.3
2.3	PAT_error	PID 0x0000 does not occur at least every 0,5 s a PID 0x0000 does not contain a table_id 0x00 (i.e. a PAT) Scrambling_control_field is not 00 for PID 0x0000	ISO/IEC 13818-1, Subclauses 2.4.4.3, 2.4.4.4
2.4	Continuity_count_error	Incorrect packet order a packet occurs more than twice lost packet	ISO/IEC 13818-1, Subclauses 2.4.3.2, 2.4.3.3
2.5	PMT_error	Sections with table_id 0x02, (i.e. a PMT), do not occur at least every 0,5 s on the PID which is referred to in the PAT Scrambling_control_field is not 00 for all PIDs containing sections with table_id 0x02 (i.e. a PMT)	ISO/IEC 13818-1, Subclauses 2.4.4.3, 2.4.4.4, 2.4.4.8
2.6	PID_error	Referred PID does not occur for a user specified period	ISO/IEC 13818-1, Subclause 2.4.4.8

Table 3 – Second priority – recommended for continuous or periodic monitoring

No.	Indicator	Precondition	Reference
3.1	Transport_error	Transport_error_indicator in the TS-Header is set to "1"	ISO/IEC 13818-1, Subclauses 2.4.3.2, 2.4.3.3
3.2	CRC_error	CRC error occurred in CAT, PAT, PMT, NIT, EIT, BAT, SDT or TOT table	ISO/IEC 13818-1, Subclauses 2.4.4, annex B ETS 300 468, Subclause 5.2
3.3	PCR_error	PCR discontinuity of more than 100 ms occurring without specific indication Time interval between two consecutive PCR values is more than 40 ms	ISO/IEC 13818-1, Subclauses 2.4.3.4, 2.4.3.5 ISO/IEC 13818-4, Subclause 9.11.3 ETR 154, Subclause 4.5.4
3.4	PCR_accuracy_error	PCR accuracy of selected programme is not within ± 500 ns	ISO/IEC 13818-1, Subclause 2.4.2.2
3.5	PTS_error	PTS repetition period more than 700 ms	ISO/IEC 13818-1, Subclauses 2.4.3.6, 2.4.3.7, 2.7.4
3.6	CAT_error	Packets with transport_scrambling_control not 00 present, but no section with table_id = 0x01 (i.e. a CAT) present Section with table_id other than 0x01 (i.e. not a CAT) found on PID 0x0001	ISO/IEC 13818-1, Subclause 2.4.4

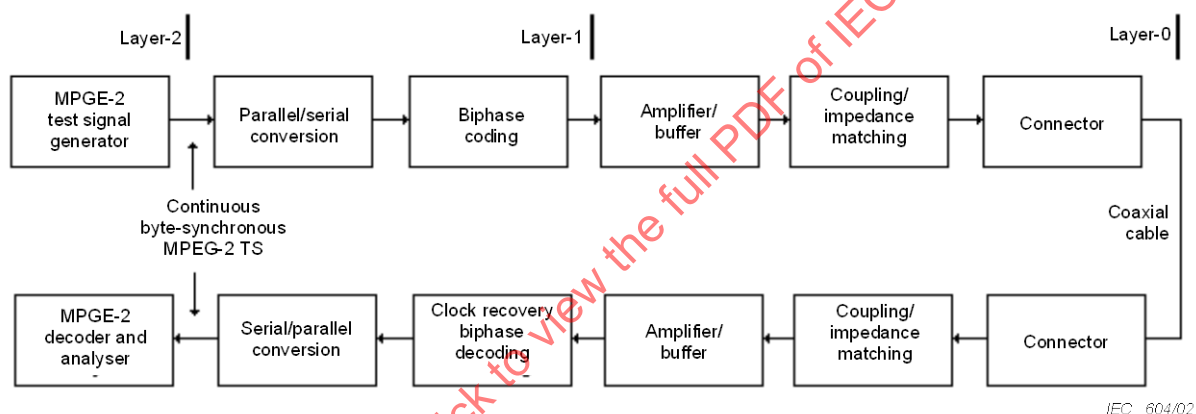
Table 4 – Third priority – application dependant monitoring

No.	Indicator	Precondition	Reference
4.1	NIT_error	Section with table_id other than 0x40 or 0x41 or 0x72 (i. e. not an NIT or ST) found on PID 0x0010 No section with table_id 0x40 or 0x41 (i.e. an NIT) in PID value 0x0010 for more than 10 s	ETS 300 468, Subclause 5.2.1 ETR 211, Subclauses 4.1, 4.4
4.2	SI_repetition_error	Repetition rate of SI tables outside of specified limits	ETS 300 468, Subclause 5.1.4 ETR 211 [8]: Subclause 4.4
4.3	Buffer_error	TB_buffering_error overflow of transport buffer (TB n) TBsys_buffering_error overflow of transport buffer for system information (Tb sys) MB_buffering_error overflow of multiplexing buffer (MB n) or if the vbv_delay method is used: underflow of multiplexing buffer (Mb n) EB_buffering_error overflow of elementary stream buffer (EB n) or if the leak method is used: underflow of elementary stream buffer (EB n) though low_delay_flag and DSM_trick_mode_flag are set to 0 else (vbv_delay method) underflow of elementary stream buffer (EB n) B_buffering_error overflow or underflow of main buffer (B n) Bsys_buffering_error overflow of PSI input buffer (B sys)	ISO/IEC 13818-1, Subclause 2.4.2.3 ISO/IEC 13818-4, Subclauses 9.11.2, 9.1.4
4.4	Unreferenced_PID	PID (other than PAT, CAT, CAT_PIDs, PMT_PIDs, NIT_PID, SDT_PID, TDT_PID, EIT_PID, RST_PID, reserved_for_future_use PIDs, or PIDs user defined as private data streams) not referred to by a PMT within 0,5 s (note)	ETS 300 468 Subclause 5.1.3
4.5	SDT_error	Sections with table_id = 0x42 (SDT, actual TS) not present on PID 0x0011 for more than 2 s Sections with table_ids other than 0x42, 0x46, 0x4A or 0x72 found on PID 0x0011	ETS 300 468, Subclause 5.1.3 ETR 211, Subclauses 4.1, 4.4
4.6	EIT_error	Sections with table_id = 0x4E (EIT-P/F, actual TS) not present on PID 0x0012 for more than 2 s Sections with table_ids other than in the range 0x4E – 0x6F or 0x72 found on PID 0x0012	ETS 300 468, Subclause 5.1.3 ETR 211, Subclauses 4.1, 4.4
4.7	RST_error	Sections with table_id other than 0x71 or 0x72 found on PID 0x0013	ETS 300 468, Subclause 5.1.3
4.8	TDT_error	Sections with table_id = 0x70 (TDT) not present on PID 0x0014 for more than 30 s Sections with table_id other than 0x70, 0x72 (ST) or 0x73 (TOT) found on PID 0x0014	ETS 300 468, Subclauses 5.1.3, 5.2.6 ETR 211, Subclauses 4.1, 4.4

No.	Indicator	Precondition	Reference
4.9	Empty_buffer_error	Transport buffer (TB n) not empty at least once per second or transport buffer for system information (TB sys) not empty at least once per second or if the leak method is used multiplexing buffer (MB n) not empty at least once per second.	ISO/IEC 13818-1, Subclauses 2.4.2.3, 2.4.2.6 ISO/IEC 13818-9, annex E ISO/IEC 13818-4, Subclauses 9.1.1.2, 9.1.4
4.10	Data_delay_error	Delay of data (except still picture video data) through the TSTD buffers superior to 1 s or delay of still picture video data through the TSTD buffers superior to 60 s	ISO/IEC 13818-1, Subclauses 2.4.2.3, 2.4.2.6
NOTE It is assumed that transition states are limited to 0,5 s, and these transitions should not cause error indications.			

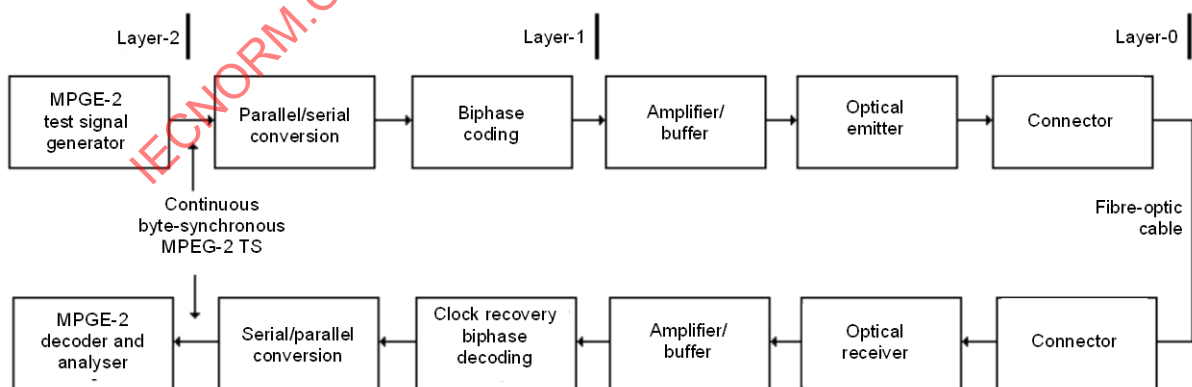
8.2.5 Presentation of the results

The results of the evaluation of the indicators are reported in a list or in a table. The interfaces (input and output ports), the communication link main characteristics and structure shall be recorded with the results.



IEC 604/02

Figure 17 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link using a coaxial cable and synchronous serial transmission (SSI type)



IEC 605/02

Figure 18 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link using a fibre-optic cable and synchronous serial transmission (SSI type)

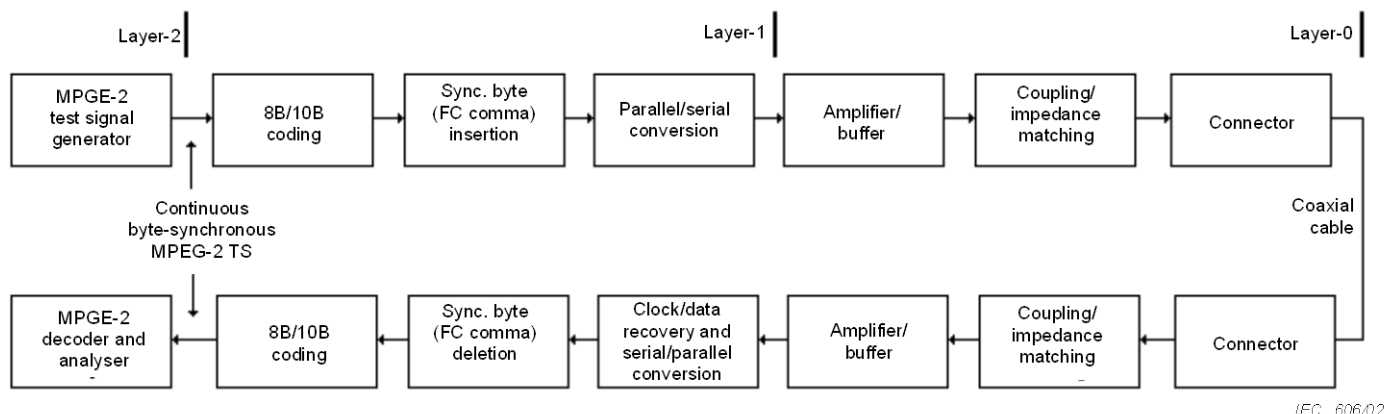


Figure 19 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link using a coaxial cable and asynchronous serial transmission (ASI type)

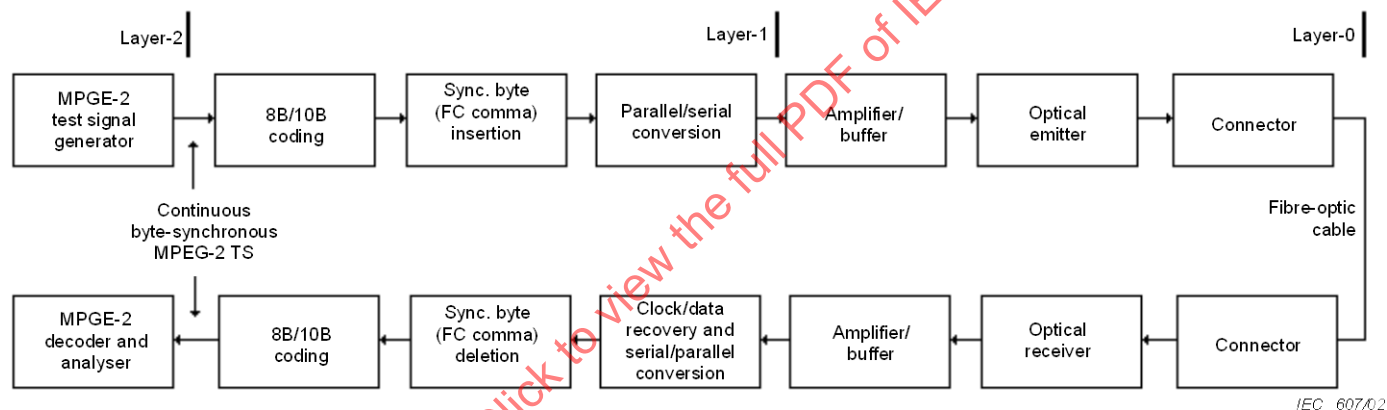


Figure 20 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link using a fibre-optic cable and asynchronous serial transmission (ASI type)

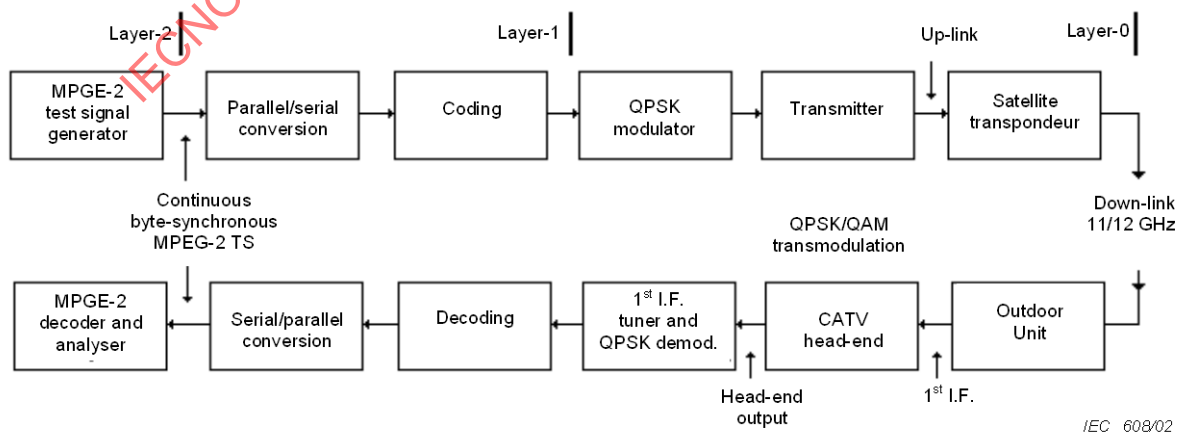


Figure 21 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link that feeds a CATV system using a satellite transponder and a down link in the 11/12 GHz band

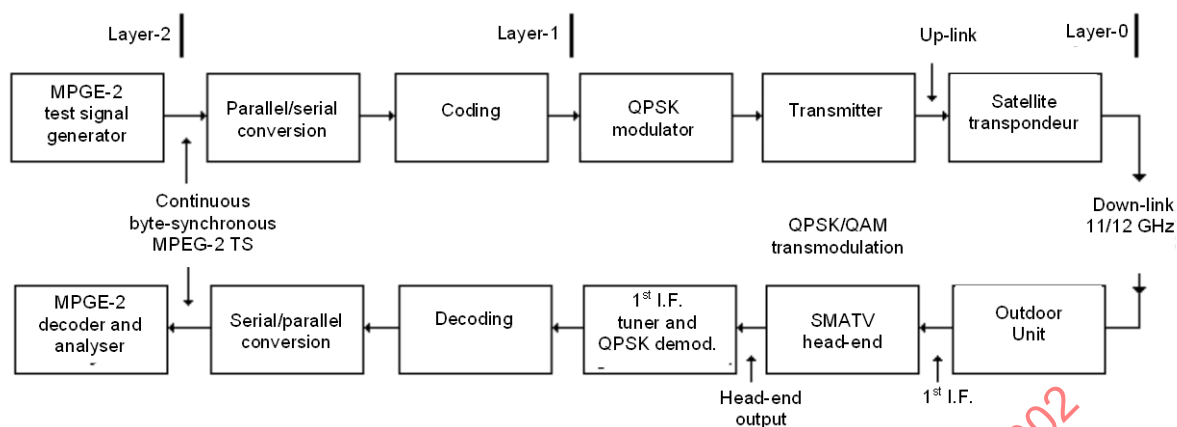


Figure 22 – Measurement set-up for the evaluation of the MPEG-2 transport stream parameters for a communication link that feeds a SMATV system using a satellite transponder and a down link in the 11/12 GHz band

Annex A (normative)

Digital signal level and bandwidth

A.1 RF/IF power ("carrier")

When describing the Quadrature Amplitude Modulated (QAM) signals employed by DVB-C or the Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) signals employed by DVB-S, it is common to refer to the modulated RF/IF signal as "carrier" (C), mainly to distinguish it from "signal" (S) which is generally used to refer to the baseband demodulated signal.

Strictly, it is incorrect to describe this signal as "carrier" because QAM and QPSK (which is equivalent to 4-state QAM) are suppressed carrier modulation schemes. For OFDM, with thousands of suppressed carriers and assorted pilot tones, the label "carrier" is even more inappropriate. Also for VSB, the carrier is suppressed and a low level pilot is transmitted.

Therefore the term "wanted information power" should be more appropriately used to consider the "RF/IF power" in the transmitted channel, but most of the engineers and technical people involved in CATV work will continue to use the term "carrier" for this parameter, particularly when talking about the "carrier"-to-noise ratio.

The "carrier", or the "RF/IF power", is the total power of the modulated RF/IF signal as would be measured by a thermal power sensor in the absence of any other signals (including noise).

If the measuring set is able to measure the power in a small part of the channel spectrum, the total power can be obtained taking into account the bandwidth of the channel or what is called "equivalent signal bandwidth" of the digital channel.

A.2 Bandwidth of a digital signal

A.2.1 Occupied bandwidth

a) QAM/PSK modulation

For DVB systems using the QAM/PSK modulation, the passband spectrum is shaped by root raised cosine filtering with a roll-off factor (α) of:

0,15 for DVB-C systems	(QAM)
0,18 (ITU J.83 annex B) USA	(QAM)
0,13 (ITU J.83 annex C) Japan	(QAM)
0,35 for DVB-S systems	(QPSK)

For an ideal QAM/PSK system, this means that all the RF/IF power will lie in the frequency band $f_C \pm (1+\alpha) f_S/2$, where:

f_C is the carrier frequency,

f_S is the symbol rate of the modulation,

α is the filter roll-off factor.

This means that the occupied bandwidth is given by the formula:

$$BW_{OCC(QAM/PSK)} = (1+\alpha) f_S \quad (A.1)$$

The RF/IF power (or "carrier") is the total power in this "rectangular" bandwidth, with no further filtering applied. This bandwidth is used for defining the channel width, the transponder bandwidth and so on. The formula above can be used to obtain the useable symbol rate in a given channel bandwidth: $f_s = BW_{OCC}/(1+\alpha)$.

b) OFDM modulation

For DVB systems using OFDM modulation, the definition of occupied bandwidth is expressed differently because of the radically different modulation technique, although the principle is very similar. The OFDM "shoulders" are not considered to be wanted information power, and are not included in the RF/IF power calculation, even though the power does actually come out of the transmitter:

$$BW_{OCC(OFDM)} = n \times f_{SPACING} \quad (A.2)$$

where:

- $n = 6\,817$ (8k mode) and $f_{SPACING} = 1\,116$ Hz (8k mode) (DVB-T)
- $n = 1\,705$ (2k mode) and $f_{SPACING} = 4\,464$ Hz (2k mode) (DVB-T)
- $n = 5\,617$ (Mode 3) and $f_{SPACING} = 992$ Hz (mode 3) (ISDB-T) Japan
- $n = 2\,809$ (Mode 2) and $f_{SPACING} = 1\,984$ Hz (mode 2) (ISDB-T) Japan
- $n = 1\,405$ (Mode 1) and $f_{SPACING} = 3\,968$ Hz (mode 1) (ISDB-T) Japan.

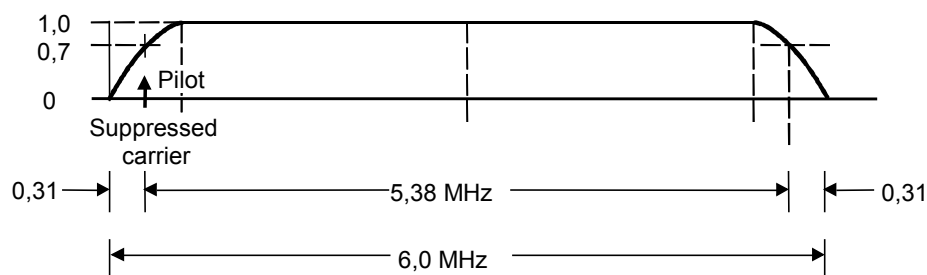
In a multi-signal system (for example, a CATV network), measurement of the RF/IF power in a single channel requires a frequency selective technique. This could employ a thermal power meter preceded by a suitably calibrated channel filter, a spectrum analyser with band power measurement capability, or a measuring receiver. Depending on the measurement technique, a filter may be required to exclude the "shoulders" of a single OFDM signal.

c) VSB modulation

The 8-level symbols combined with the binary data segment sync and data field sync signals shall be used to suppressed-carrier modulate a single carrier. Before transmission, however, most of the lower sideband shall be removed. The resulting spectrum is flat, except for the band edges where a nominal square root raised cosine response results in 620 kHz transition regions. The nominal VSB transmission spectrum is shown in figure A.1.

At the suppressed-carrier frequency, 310 kHz from the lower band edge, a small pilot shall be added to the signal.

$$BW_{OCC(VSB)} = 5,38 \text{ MHz} \quad (A.3)$$



IEC 610/02

Figure A.1 – VSB channel occupancy

A.2.2 Noise bandwidth

The transmission of digitally modulated signals employs Nyquist filtering split equally between the transmitter and the receiver.

a) QAM/PSK modulation

The noise bandwidth of the receiver equals the symbol rate f_s . This is considered to be appropriate for C/N measurements of digital TV systems since this reflects the amount of noise entering the receiver. This leads to the following formula:

$$BW_{\text{NOISE(QAM/PSK)}} = f_s \quad (\text{A.4})$$

b) OFDM modulation

Because the OFDM "shoulders" are not considered to be wanted information power, the noise bandwidth can be assumed to equal the occupied bandwidth:

$$BW_{\text{NOISE(OFDM)}} = BW_{\text{OCC(OFDM)}} \quad (\text{A.5})$$

c) VSB modulation

Because the VSB "shoulders" are not considered to be wanted information power, the noise bandwidth can be assumed to equal the occupied bandwidth:

$$BW_{\text{NOISE(VSB)}} = BW_{\text{OCC(VSB)}} \quad (\text{A.6})$$

A.2.3 Equivalent signal bandwidth

The transmission of digitally modulated signals employs Nyquist filtering split equally between the transmitter and receiver; therefore the RF/IF channel bandwidth (transmitter bandwidth) has a -3 dB bandwidth that is equal to the receiver bandwidth.

a) QAM/PSK modulation

The "equivalent signal bandwidth" (BW) (-3 dB bandwidth) is equal to the receiver noise bandwidth for QAM/PSK modulation:

$$BW_{\text{(QAM/PSK)}} = f_s \quad (\text{A.7})$$

b) OFDM modulation

Because the OFDM "shoulders" are not considered to be wanted information power, the "equivalent signal bandwidth" (BW) (-3 dB bandwidth) can be assumed equal to the occupied bandwidth for OFDM modulation:

$$BW_{\text{(OFDM)}} = BW_{\text{OCC(OFDM)}} \quad (\text{A.8})$$

c) VSB modulation

Because the VSB "shoulders" are not considered to be wanted information power, the "equivalent signal bandwidth" (BW) (-3 dB bandwidth) can be assumed equal to the occupied bandwidth for VSB modulation:

$$BW_{\text{(VSB)}} = BW_{\text{OCC(VSB)}} \quad (\text{A.9})$$

A.3 Examples

Table A.1 indicates examples for the "occupied bandwidth" or "channel bandwidth", the "noise bandwidth" and the "equivalent signal bandwidth" for the QAM, PSK and OFDM modulation techniques.

Table A.1 – Examples of bandwidth for digital modulation techniques

Digital modulation	Roll-off factor α	Occupied or channel bandwidth MHz	Noise bandwidth (BW_{NOISE}) MHz	Equivalent signal bandwidth (BW) MHz
QPSK (DVB-S)	0,35	37,125	27,5	27,5
TC8PSK (Japan)	0,35	34,5	28,860	28,860
QAM (DVB-C)	0,15	8	6,95	6,95
		7	6,09	6,09
64QAM (Japan)	0,13	6	5,274	5,274
COFDM (DVB-T)	–	8	7,61	7,61
	–	7	6,66	6,66
OFDM (ISDB-T) (Japan)	–	6	5,573 (mode 2)	5,573 (mode 2)
VSB (ATSC) (USA)	0,1152	6	5,38	5,38

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62028:2002

Annex B (normative)

Correction factor for spectrum analyser

The correction factor (K_{sa}) for a typical spectrum analyser is about 1,7 dB and is due to two contributions:

- a +2,5 dB term for the effect of the detector/log amplifier (it accounts for the correction of 1,05 dB due to the narrowband envelope detection and the 1,45 dB due to the logarithmic amplifier);
- a –0,8 dB term that takes into account that the equivalent noise bandwidth of the IF filter of the spectrum analyser is greater than its nominal resolution bandwidth (RSBW) by a factor of 1,2.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62028:2002

Annex C (normative)

Correction factors for noise

C.1 Signal level measurement

When measuring a signal level, the contribution of noise can be taken into account by reducing the measured signal level (S_m) by an amount (CF) that depends on the difference (D) between the measured signal (S_m) and noise (N_m) levels.

Firstly calculate the difference D :

$$D = S_m - N_m$$

then from table C.1 or figure C.1, derive the correction factor (CF) and apply it to obtain the signal level (S) using the following formula:

$$S = S_m - CF.$$

C.2 Noise level measurement

When measuring a noise level, the contribution of the measuring equipment noise can be taken into account by reducing the measured noise level by an amount given by the correction factor (CF) indicated in table C.1 and in Figure C.1, that depends on the difference (D) between the noise level (N_m) measured when the measuring equipment is connected to the receiving system or equipment under test and that (N_{EQT}) measured when the input of the measuring equipment is terminated on its characteristic impedance.

Firstly calculate the difference D :

$$D = N_m - N_{EQT}$$

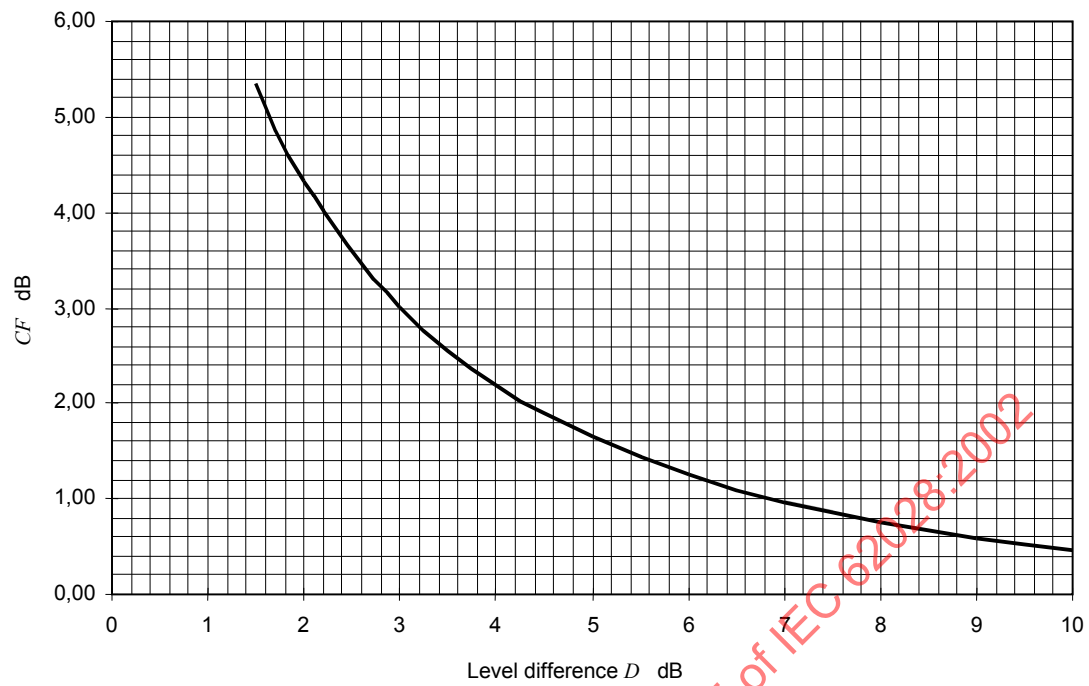
then from table C.1 or figure C.1, derive the correction factor (CF) and apply it to obtain the noise level (N) using the following formula:

$$N = N_m - CF.$$

NOTE If the level difference (D) is lower than 2 dB, the reliability of the measurement becomes very low due to the big value of the correction factor (CF).

Table C.1 – Noise correction factor

Level difference D dB	Correction factor CF dB	Level difference D dB	Correction factor CF dB
1,5	5,35	6,0	1,26
2,0	4,33	7,0	0,97
3,0	3,02	8,0	0,75
4,0	2,20	9,0	0,58
5,0	1,65	10,0	0,46



IEC 611/02

Figure C.1 – Noise correction factor CF (dB) versus measured level difference D (dB)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62028:2002

Bibliography

The following publications contain useful information that is relevant to the subject of this standard.

ETR 154:1997, *Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for the use of MPEG-2 Systems, Video and Audio in satellite, cable and terrestrial broadcasting applications*

ETR 290:1997, *Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems*

EN 300 473 (DVB-CS, SMATV): *Digital broadcasting systems for television, sound and data services; Satellite Master Antenna Television (SMATV) distribution systems*

EN 50083-9: *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 9: Interfaces for CATV/SMATV headends and similar professional equipment for DVB/MPEG2 transport stream*

ARIB STD-B1 (Desirable Specification): 1998, *Digital Receiver for Digital Satellite Broadcasting Services using communication satellite* (1.1 edition)

ATSC Doc. A/53:1995, *Digital Television Standard*

ATSC Doc. A/54:1995, *Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62028:2002

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	52
1 Domaine d'application	53
2 Références normatives	53
3 Termes, définitions et abréviations	54
3.1 Termes et définitions	54
3.2 Abréviations	54
4 Schéma conceptuel en blocs fonctionnels des récepteurs de télévision numérique	57
4.1 Généralités	57
4.1.1 Types de récepteurs	57
4.1.2 Connecteur de périphériques	57
4.2 Schéma de base en blocs fonctionnels communs	57
4.2.1 Généralités	57
4.2.2 Système de diffusion par satellite	58
4.2.3 Système de diffusion par voie terrestre	58
4.2.4 Système CATV	58
5 Remarques générales sur les mesures	58
5.1 Conditions générales	58
5.2 Signaux d'essai	58
5.2.1 Signaux d'essai vidéo	58
5.2.2 Signaux d'essai audio	59
5.2.3 Signaux d'essai de données	59
5.3 Signal de télévision RF (radiofréquence)	59
5.3.1 Généralités	59
5.3.2 Modulation de référence	59
5.3.3 Niveau du signal	59
5.4 Systèmes de mesure et instruments	60
5.4.1 Système de mesure	60
5.4.2 Générateurs de signaux d'essai en bande de base	60
5.4.3 Générateur de données de services	60
5.4.4 Codeurs	60
5.4.5 Modulateur	60
5.4.6 Analyseur du taux d'erreur (BER analyzer)	60
5.5 Conditions de mesure standard	60
5.5.1 Niveaux standard du signal d'entrée	60
5.5.2 Niveaux standard du signal de sortie	61
5.5.3 Réglages standard des récepteurs	61
5.5.4 Conditions générales	61
5.6 Conditions standard de visualisation	61
6 Évaluation de la qualité de l'image et du son en réception	61
6.1 Essais subjectifs de la qualité de réception de base	61
6.1.1 Objectifs	61
6.1.2 Méthodologie	61
7 Méthodes de mesure de signaux RF	63
7.1 Généralités	63
7.2 Méthodes de mesure du niveau du signal RF	66

7.2.1	Introduction	66
7.2.2	Matériels nécessaires	66
7.2.3	Raccordement des matériels	66
7.2.4	Déroulement de la mesure	66
7.2.5	Présentation des résultats	67
7.3	Méthode de mesure du rapport porteuse à bruit (C/N)	67
7.3.1	Introduction	67
7.3.2	Matériels nécessaires	68
7.3.3	Raccordement des matériels	68
7.3.4	Déroulement de la mesure	68
7.3.5	Présentation des résultats	68
7.4	Méthode de mesure du taux d'erreurs sur les bits (BER)	69
7.4.1	Introduction	69
7.4.2	Matériels nécessaires	69
7.4.3	Raccordement des matériels	69
7.4.4	Déroulement de la mesure	70
7.4.5	Présentation des résultats	70
7.5	Méthode de mesure du BER fonction de E_b/N_0	70
7.5.1	Introduction	70
7.5.2	Matériels nécessaires	70
7.5.3	Raccordement des matériels	71
7.5.4	Déroulement de la mesure	71
7.5.5	Présentation des résultats	72
7.6	Méthodes de mesure de la marge au bruit	72
7.6.1	Introduction	72
7.6.2	Matériels nécessaires	73
7.6.3	Raccordement des matériels	73
7.6.4	Déroulement de la mesure	73
7.6.5	Présentation des résultats	74
7.7	Méthode de mesure du MER	74
7.7.1	Introduction	74
7.7.2	Matériels nécessaires	74
7.7.3	Raccordement des matériels	74
7.7.4	Déroulement de la mesure	74
7.7.5	Présentation des résultats	75
7.8	Méthodes de mesure de l'instabilité de la phase	76
7.8.1	Introduction	76
7.8.2	Matériels nécessaires	76
7.8.3	Raccordement des matériels	76
7.8.4	Déroulement de la mesure	76
7.8.5	Présentation des résultats	77
7.9	Méthode de mesure du bruit de phase d'une porteuse RF	77
7.9.1	Introduction	77
7.9.2	Matériels nécessaires	78
7.9.3	Raccordement des matériels	78
7.9.4	Déroulement de la mesure	78
7.9.5	Présentation des résultats	79
8	Mesures du flux de transport MPEG-2 (MPEG-2 Transport Stream)	80
8.1	Introduction	80

8.2	Méthode de mesure.....	80
8.2.1	Introduction	80
8.2.2	Matériels nécessaires	81
8.2.3	Raccordement des matériels	81
8.2.4	Déroulement de la mesure.....	81
8.2.5	Présentation des résultats	84
Annexe A (normative)	Niveau et largeur de bande d'un signal numérique	87
Annexe B (normative)	Facteur de correction pour un analyseur de spectre	91
Annexe C (normative)	Facteurs de correction pour la mesure du bruit	92
Bibliographie.....		94
Figure 1	– Configuration de principe d'un système de diffusion numérique	58
Figure 2	– Installation de mesure	61
Figure 3	– Schéma d'une évaluation de la qualité de réception de base.....	62
Figure 4	– Echelles d'appréciation utilisées dans l'évaluation de la qualité de réception de base	63
Figure 5	– Source de signal de référence RF – Source de signal I/Q et modulateur RF.....	64
Figure 6	– Récepteur de référence.....	65
Figure 7	– Montage de mesure du BER.....	69
Figure 8	– Montage de mesure du BER fonction de E_b/N_0	71
Figure 9	– Exemple de mesure du BER fonction de E_b/N_0	72
Figure 10	– Essai de montage de mesure de la marge au bruit	73
Figure 11	– Essai de montage de mesure du MER.....	74
Figure 12	– Exemple de diagramme de constellation pour un format de modulation 64QAM, où le $j^{\text{ème}}$ point a été agrandi pour montrer les coordonnées du vecteur d'erreur sur un symbole	75
Figure 13	– Essai de montage de mesure de l'instabilité de la phase	76
Figure 14	– Exemple d'un diagramme de constellation pour un format de modulation 64QAM où sont montrées les "boîtes de décision aux coins" pour la mesure de l'instabilité de la phase	77
Figure 15	– Essai de montage de mesure du bruit de phase	78
Figure 16	– Masque possible pour les mesures CPE – Les points A, B et C doivent être définis.....	80
Figure 17	– Montage de mesure pour l'évaluation des paramètres du flux de transport MPEG-2 pour une liaison utilisant un câble coaxial et une transmission série synchrone (type SSI)	84
Figure 18	– Montage de mesure pour l'évaluation des paramètres du flux de transport MPEG-2 pour une liaison utilisant un câble à fibres optiques et une transmission série synchrone (type SSI)	85
Figure 19	– Montage de mesure pour l'évaluation des paramètres du flux de transport MPEG-2 pour une liaison utilisant un câble coaxial et une transmission série asynchrone (type ASI)	85
Figure 20	– Montage de mesure pour l'évaluation des paramètres du flux de transport MPEG-2 pour une liaison utilisant un câble en fibre optique et une transmission série asynchrone (type ASI)	85
Figure 21	– Montage de mesure pour l'évaluation des paramètres du flux de transport MPEG-2 pour une liaison utilisant un répéteur de satellite et une liaison descendante dans la bande des 11/12 GHz pour alimenter un système CATV	86

Figure 22 – Montage de mesure pour l'évaluation des paramètres du flux de transport MPEG-2 pour une liaison utilisant un répéteur de satellite et une liaison descendante dans la bande des 11/12 GHz pour alimenter un système SMATV	86
Figure A.1 – Occupation du canal VSB	89
Figure C.1 – Facteur de correction du bruit CF (dB) en fonction de la différence des niveaux mesurée D (dB)	93
Tableau 1 – Décalages des fréquences pour les systèmes OFDM 2k et 8k	80
Tableau 2 – Première priorité – ce qui est nécessaire à la "décodabilité" (supervision "basique")	82
Tableau 3 – Seconde priorité – recommandé pour une supervision continue ou périodique	82
Tableau 4 – Troisième priorité – supervision fonction de l'application	83
Tableau A.1 – Exemples de largeurs des bandes pour des techniques de modulation numérique	90
Tableau C.1 – Facteur de correction de bruit	92

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62028:2002

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE GÉNÉRALES POUR RÉCEPTEURS DE TÉLÉVISION NUMÉRIQUES

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de standardisation, comprenant tous les comités électrotechniques nationaux (Comités Nationaux de la CEI). L'objectif de la CEI est de promouvoir la coopération internationale sur toutes les questions relatives à la standardisation dans les domaines électriques et électroniques. A cette fin et en plus de ses autres activités, la CEI publie des normes internationales. Leur préparation est confiée à des comités techniques; tout Comité CEI National intéressé par le sujet traité peut participer à ce travail de préparation. Les organisations internationales, gouvernementales et non-gouvernementales en liaison avec la CEI participent également à cette préparation. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) conformément à des conditions déterminées contractuellement entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords formels de la CEI sur les thèmes techniques expriment, autant que possible, le consensus d'opinions international sur les sujets pertinents, puisque chaque comité technique comprend des représentants de tous les Comités Nationaux intéressés.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations pour l'usage international et sont publiés sous forme de normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides. Ils sont acceptés par les Comités Nationaux dans ce sens.
- 4) Afin de promouvoir l'unification internationale, les Comités Nationaux de la CEI entreprennent de faire appliquer les normes internationales de la CEI de manière transparente et dans la mesure du possible dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée clairement dans cette dernière.
- 5) La CEI ne fournit pas de procédure de marquage pour indiquer son accord et ne peut être tenue responsable des équipements déclarés conformes à l'une de ses normes.
- 6) Nous attirons l'attention sur la possibilité que certains éléments de la présente norme internationale puissent faire l'objet de droits de propriété industrielle. La CEI ne doit pas être tenue responsable de l'identification de tous ces droits de propriété industrielle.

La norme internationale CEI 62028 a été établie par le comité d'études 100 de la CEI: Systèmes et appareils audio, vidéo et multimédia.

This bilingual version (2011-12) corresponds to the monolingual English version, published in 2002-02.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 100/232/CDV et 100/427/RVC.

Le rapport de vote 100/427/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

La présente publication a été établie en conformité avec les directives ISO/IEC, Partie 2.

Les annexes A, B, et C font partie intégrante de la présente norme.

Le comité a décidé que le contenu de la présente publication restera inchangé jusqu'en 2004. A cette date, la publication sera

- reconfirmée;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- modifiée.

MÉTHODES DE MESURE GÉNÉRALES POUR RÉCEPTEURS DE TÉLÉVISION NUMÉRIQUES

1 Domaine d'application

La CEI 62028 traite des conditions et méthodes standardisées de mesure des récepteurs de télévision numérique qui reçoivent de la télévision numérique radiodiffusée.

La CEI 62028 traite de la détermination des performances; elle permet la comparaison des matériels en énumérant les caractéristiques utiles pour les spécifier et en définissant des méthodes de mesure uniformes de ces caractéristiques. Les exigences en performances ne sont pas spécifiées, puisqu'elles sont détaillées dans d'autres normes internationales, régionales ou nationales pour les systèmes.

Elle ne comprend pas les mesures spécifiques au système de transmission, telles que

- les mesures sur les récepteurs des systèmes de transmission par satellite,
- les mesures sur les récepteurs des systèmes de transmission terrestres,
- les mesures sur les récepteurs des systèmes de transmission par câbles,
- les mesures spécifiques aux canaux audio, et
- les mesures spécifiques aux canaux de données.

La CEI 62028 n'inclut pas de méthodes de mesure sur les modules extérieurs (outdoor units) et antennes pour la réception satellite, pour lesquelles il est nécessaire de se référer à d'autres normes CEI appropriées.

La CEI 62028 ne traite pas des questions générales de sécurité, pour lesquelles il faut se reporter à la CEI 60065 ou à d'autres normes de sécurité CEI appropriées, ni du rayonnement et de l'immunité, qui sont traitées par le CISPR.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60107-1: 1997, *Méthodes de mesures applicables aux récepteurs de télévision – Partie 1: Considérations générales – Mesures aux domaines radiofréquences et vidéofréquences*

ISO/IEC 13818-1:2000, *Technologies de l'information – Codage générique des images animées et des informations sonores associées: Systèmes*

ISO/IEC 13818-4:1998, *Technologies de l'information – Codage générique des images animées et des informations sonores associées – Partie 4: Essais de conformité*

ISO/IEC 13818-9:1996, *Technologies de l'information – Codage générique des images animées et des informations sonores associées – Partie 9: Extension pour interface temps réel pour systèmes décodeurs*

ITU-R BT.500-10:2000, *Methodology for the subjective assessment of quality of television pictures*

EN 300 421 *Digital video broadcasting (DVB) – Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services*

EN 300 429 *Digital video broadcasting (DVB) – Framing structure, channel coding and modulation for cable systems*

EN 300 744 *Digital video broadcasting (DVB) – Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television*

ETR 211:1997, *Digital video broadcasting (DVB) – Guidelines on implementation and usage of Service Information (SI)*

ETS 300 468:2000, *Digital video broadcasting (DVB) – Specification for Service Information (SI) in DVB systems*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

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

3.1.1

MPEG-2

se réfère à la série ISO/IEC 13818. Le système de codage est défini en Partie 1, le codage vidéo est défini en Partie 2, le codage audio est défini en Partie 3

3.1.2

multiplex

flux de toutes les données numériques transportant un ou plusieurs services au sein d'un unique canal physique

3.1.3

information de service

SI¹

données numériques décrivant le système de fourniture, le contenu et la planification / les horaires des flux de données diffusés, etc. Elles contiennent des informations spécifiques au programme MPEG-2 (PSI) ainsi que des extensions définies indépendamment

3.1.4

flux de transport

TS²

structure de données définie dans l'ISO/IEC 13818-1

3.2 Abréviations

AGC	Automatic Gain Controller – Régulation automatique du gain
ARIB	Association of Radio Industries and Business
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ATM	Asynchronous Transfer Mode – Mode de transfert asynchrone
ATSC	Advanced Television Systems Committee
BAT	Bouquet Association Table – Tableau d'association des bouquets
BEP	Bit Error Probability – Probabilité d'erreur sur les bits

¹ SI = *service information*

² TS = *transport stream*

BER	Bit Error Rate – Taux d’erreurs sur les bits
BPSK	Biphase Shift Keying – Modulation de phase à deux états
bslbf	bit string, left bit first – Chaîne de bits, bit gauche en premier
CA	Conditional Access – Accès conditionnel
CAT	Conditional Access Table – Tableau d’accès conditionnel
CATV	Community Antenna TeleVision – Réseau câblé
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing – Modulation par multiplexage en fréquence de porteuses orthogonales avec codage
CPE	Common Phase Error – Erreur de phase commune
CRC	Cyclic Redundancy Check – Vérification de la redondance cyclique
D/A	Digital-to-Analogue converter – Convertisseur numérique/ analogique
DBS	Direct Broadcast Satellite – Satellite de diffusion directe
DFT	Discrete Fourier Transform – Transformation de Fourier discrète
DIRD	Digital Integrated Receiver Decoder – Décodeur-récepteur numérique intégré
DIT	Discontinuity Information Table – Tableau des informations de discontinuité
DTS	Display Time-Stamp – Horodatage de l’affichage
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying – Modulation de phase sur deux porteuses en quadrature avec précodage différentiel
DVB	Digital Video Broadcasting – Diffusion vidéo numérique
DVB-C	DVB-Cable
DVB-S	DVB-Satellite
DVB-SI	DVB-Service Information – Information de service DVB
DVB-T	DVB-Terrestrial – DVB terrestre
EB	Error Block – Bloc d’erreur
ECM	Entitlement Control Message – Message de vérification des droits
EIT	Event Information Table – Tableau d’informations d’événement
EMM	Entitlement Management Message – Message de gestion des droits
EN	European Standard – Norme européenne
EPG	Electronic Programme Guide – Guide électronique des programmes
ETR	ETSI Technical Report – Rapport technique de l’ETSI
ETS	European Telecommunication Standard – Norme européenne de télécommunications
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FEC	Forward Error Correction – Code correcteur d’erreur
FFT	Fast Fourier Transform – Transformation de Fourier rapide
FIFO	First-in, First-out shift register – Registre à décalage premier entré, premier sorti
FS	Full Scale – Pleine échelle
HDTV	High Definition TeleVision – Télévision haute définition
HEX	Hexadecimal notation – Notation hexadécimale
HP	High Priority bit stream – Flux de bits haute priorité
ICI	Inter-Carrier Interference – Interférence entre ondes porteuses
IF	Intermediate Frequency – Fréquence intermédiaire
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform – Transformée de Fourier inverse rapide
IRD	Integrated Receiver Decoder – Décodeur-récepteur intégré

ISDN	Integrated Services Digital Network – Réseau numérique à intégration de services
JTC	Joint Technical Committee – Comité technique commun
LP	Low Priority bit stream – Flux de bits de basse priorité
LSB	Least Significant Bit – Bit de poids faible
MER	Modulation Error Ratio – Taux d'erreur de modulation
MP@ML	Main Profile at Main Level – Profil principal au niveau principal"
MPEG	Moving Picture Experts Group
MSB	Most Significant Bit – Bit de poids fort
MUX	Multiplex
NIT	Network Information Table – Tableau d'informations réseau
NVOD	Near Video On Demand
OCT	Octal notation – Notation octale
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex – Multiplexage orthogonal par division de fréquence
PAT	Program Association Table – Tableau des associations de programmes
PCR	Program Clock Reference – Référence de l'horloge d'un programme
PES	Packetized Elementary Stream – Flux élémentaire en paquets
PID	Packet Identifier – Identifiant de paquet
PMT	Program Map Table – Tableau d'association des programmes
PRBS	Pseudo-Random Binary Sequence – Séquence binaire pseudo-aléatoire
PSK	Phase Shift Keying – Modulation par décalage ou saut de phase
PSI	Program System Information – Informations système du programme
PTS	Presentation Time-Stamp – Horodatage de présentation
PSTN	Public Switched Telephone Network – Réseau téléphonique public commuté
QAM	Quadrature Amplitude Modulation – Modulation d'amplitude en quadrature (sur des porteuses en quadrature)
QEF	Quasi Error Free – Quasiment sans erreurs
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying – Modulation à quatre états de phase
RF	Radio Frequency – Radiofréquence
rpchof	remainder polynomial coefficients, highest order first – Coefficients polynomiaux résiduels, l'ordre le plus élevé en premier
RS	Reed-Solomon
RST	Running Status Table – Tableau des états courants
SHF	Super High Frequency – Supra-haute fréquence
SDT	Service Description Table – Tableau des descriptions des services
SDTV	Standard Definition TeleVision – Télévision de définition standard
SI	Service Information – Informations de service
SIT	Selection Information Table – Tableau des informations de sélection
SMATV	Satellite Master Antenna TeleVision – Antenne collective de réception satellite
SMD	System Management Descriptor – Descripteur de gestion du système
Smid	System Management identifier – Identifiant de gestion du système
ST	Stuffing Table – Tableau des bourrages
STB	Set Top Box – Décodeur pour réception par câble satellite ou services à péage

TC-8PSK	Trellis Coded 8-level Phase Shift Keying – Modulation de phase à 8 états avec codage en treillis
TDT	Time and Date Table – Tableau des dates et des heures
TEI	Transport Error Indicator – Indicateur des erreurs du transport
TOT	Time Offset Table – Tableau des décalages temporels
TPS	Transmission Parameter Signalling – Signalisation des paramètres de transmission
TS	Transport Stream – Flux de transport
TV	Television – Télévision
uimsbf	unsigned integer most significant bit first – Bit entier non signé de poids fort en premier
UTC	Universal Time, Co-ordinated – Temps universel coordonné
VSB	Vestigial Side Band – Bande latérale résiduelle
8VSB	8-level Vestigial Side Band – Bande latérale résiduelle à 8 niveaux
16VSB	16-level Vestigial Side Band – Bande latérale résiduelle à 16 niveaux
64QAM	64-level Quadrature Amplitude Modulation – Modulation d'amplitude en quadrature à 64 niveaux

4 Schéma conceptuel en blocs fonctionnels des récepteurs de télévision numérique

4.1 Généralités

4.1.1 Types de récepteurs

Les récepteurs de télévision numérique sont le plus souvent conçus pour recevoir des signaux de télévision numérique de multiples façons, telles que la réception directe d'émetteurs terrestres, réception sur un réseau câblé en VHF/UHF, la réception satellite avec un module extérieur et un syntoniseur DBS. D'autres signaux numériques peuvent être fournis par PSTN ou ISDN. Le signal comprend habituellement des informations sur le service fourni.

Il peut y avoir une voie de retour pour des applications de télévision interactive.

Le récepteur peut servir à afficher des vidéos ou films préenregistrés non radiodiffusés.

Les méthodes de mesures décrites dans la présente norme prennent en compte de multiples options.

4.1.2 Connecteur de périphériques

La plupart des récepteurs sont dotés de connecteurs pour les signaux audio et vidéo: par exemple le connecteur à 21 broches décrit dans la CEI 60933-1 et la CEI 60933-2, le connecteur Y/C décrit dans la CEI 60933-5. Un exemple d'interface numérique est décrit dans la série CEI 61883 et un exemple d'interface analogique dans la CEI 61880.

4.2 Schéma de base en blocs fonctionnels communs

4.2.1 Généralités

Le schéma conceptuel de base usuel d'un système de diffusion de télévision numérique est montré à la Figure 1.

Les signaux audio et vidéo analogiques sont convertis en signaux numériques, puis comprimés. Les signaux de données, qui peuvent inclure le guide électronique des

programmes (EPG), les SI (Service Information), des programmes de télétexte, etc. sont multiplexés avec les signaux audio et vidéo comprimés. Après codage de canal, le TS est modulé et émis par satellite, réseau terrestre ou réseau câblé.

Dans les récepteurs de télévision numériques, le signal émis est démodulé et envoyé au bloc fonctionnel de correction d'erreurs. Après la correction d'erreurs, les signaux audio, vidéo et de données sont démultiplexés, et les signaux audio et vidéo sont décompressés. Les signaux audio et vidéo sont remis à un récepteur TV conventionnel (analogique) (via la prise péritel) ou à un écran avec haut-parleurs, et le signal de données est remis à un récepteur TV conventionnel (analogique) (via la prise péritel) ou à un matériel de traitement de données.

4.2.2 Système de diffusion par satellite

Lorsque le signal de télévision numérique est émis par satellite, les formats de modulation BPSK, QPSK et TC-8PSK sont utilisés.

4.2.3 Système de diffusion par voie terrestre

Les formats de modulation COFDM, OFDM à segmentation et bande et 8VSB sont utilisés en diffusion terrestre.

4.2.4 Système CATV

Les formats de modulation 64QAM et 16VSB sont utilisés pour les réseaux câblés (CATV).

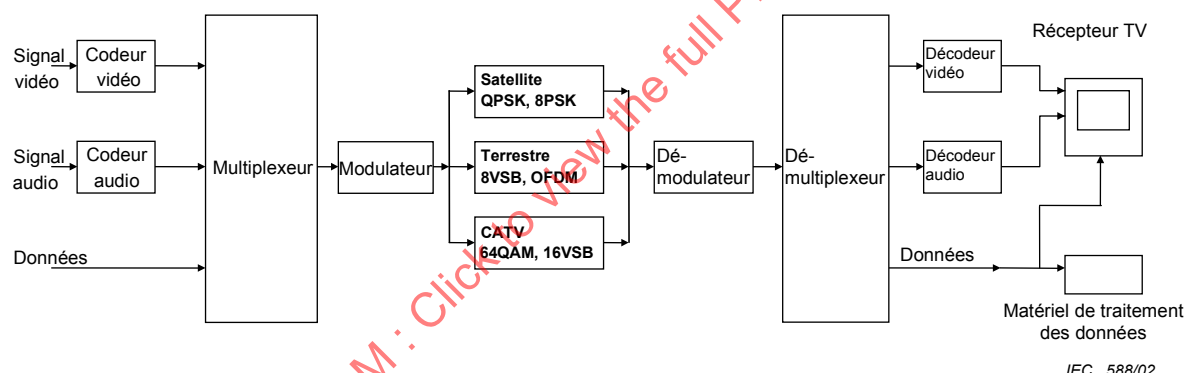


Figure 1 – Configuration de principe d'un système de diffusion numérique

5 Remarques générales sur les mesures

5.1 Conditions générales

Les conditions générales des mesures sont celles du Paragraphe 3.1 de la CEI 60107-1.

5.2 Signaux d'essai

Les signaux d'essai sont communs à tous les systèmes de transmission.

5.2.1 Signaux d'essai vidéo

5.2.1.1 Signal vidéo à image fixe

Le signal vidéo à image fixe doit être généré électroniquement.

- a) Signal de barre de couleur;
- b) Signal de rampe;

- c) Signal de rampe modulé;
- d) Signal à salves multiples;
- e) Signal à 5 marches.

5.2.1.2 Signal vidéo à image animée

En cours d'étude.

5.2.2 Signaux d'essai audio

Un signal à onde sinusoïdale de 1 kHz est utilisé.

Un signal à onde sinusoïdale à fréquence variable est utilisé pour mesurer les caractéristiques de fréquence.

5.2.3 Signaux d'essai de données

En cours d'étude.

5.3 Signal de télévision RF (radiofréquence)

5.3.1 Généralités

Le signal RF est habituellement modulé numériquement par un flux de transport MPEG contenant les données relatives à l'audio, à la vidéo et aux informations de services.

Les Paragraphes 3.3 et 3.4 de la CEI 60107-1 doivent être appliqués dans la mesure où ils sont pertinents.

5.3.2 Modulation de référence

La modulation doit correspondre au système pour lequel le récepteur en essai a été conçu.

(1) Systèmes câblés:

Les formats de modulation 64QAM et 16VSB sont utilisés pour les systèmes câblés.

(2) Diffusion par satellite:

Les formats de modulation QPSK, TC-8PSK et BPSK sont utilisés pour la diffusion par satellite.

(3) Diffusion par voie terrestre:

Les formats de modulation COFDM, OFDM à segmentation de la bande (*band-segmented transmission orthogonal frequency division multiplexing (BST-OFDM)*) et 8VSB sont utilisés pour la diffusion par voie terrestre.

QPSK, DQPSK, 16QAM et 64QAM servent à la modulation des porteuses du format d'émission OFDM (COFDM ou OFDM à segmentation de bande).

Dans les chapitres suivants, les notations types «QAM, PSK, OFDM et VSB» sont utilisées à la place de 16QAM, 64QAM, 256QAM, QPSK, COFDM, OFDM à segmentation de bande et 8VSB.

5.3.3 Niveau du signal

Le niveau du signal RF doit être exprimé par la tension efficace de l'onde porteuse modulée sur une résistance de charge. La définition du niveau du signal RF est celle du Paragraphe 3.4 de la CEI 60107-1.

5.4 Systèmes de mesure et instruments

5.4.1 Système de mesure

Un schéma de principe, en blocs fonctionnels, d'un système de mesure est montré à la Figure 2.

5.4.2 Générateurs de signaux d'essai en bande de base

Le générateur de signaux vidéo peut servir pour des images fixes, et un VCR et un DVD pour des images animées.

5.4.3 Générateur de données de services

En cours d'étude.

5.4.4 Codeurs

Le codeur vidéo doit pouvoir coder des signaux vidéo au format MPEG2.

Le codeur audio doit pouvoir coder des signaux audio aux formats MPEG2, AC-3 ou MPEG2-AAC.

5.4.5 Modulateur

Le modulateur doit moduler le flux de transport à la sortie du multiplexeur en conformité avec le système de diffusion.

5.4.6 Analyseur du taux d'erreur (BER analyzer)

En cours d'étude.

5.5 Conditions de mesure standard

Sauf spécifications contraires, les conditions standard décrites dans le présent paragraphe doivent être appliquées.

5.5.1 Niveaux standard du signal d'entrée

5.5.1.1 Niveau standard du signal d'entrée RF pour récepteurs des systèmes QAM

Le niveau standard à la borne d'entrée doit être de 60 dB(μ V) sur une résistance de 75 Ω .

5.5.1.2 Niveau standard du signal d'entrée RF pour récepteurs des systèmes OFDM

Le niveau standard à la borne d'entrée doit être de 60 dB(μ V) sur une résistance de 75 Ω .

5.5.1.3 Niveau standard du signal d'entrée RF pour récepteurs des systèmes VSB

Le niveau standard à la borne d'entrée doit être de 60 dB(μ V) sur une résistance de 75 Ω .

5.5.1.4 Niveau standard du signal d'entrée RF pour récepteurs des systèmes QPSK

Le niveau standard à la borne d'entrée doit être de 60 dB(μ V) sur une résistance de 75 Ω .

5.5.1.5 Niveau standard du signal d'entrée pour récepteurs des systèmes PSTN/ISDN

En cours d'étude.

5.5.2 Niveaux standard du signal de sortie

En cours d'étude.

5.5.3 Réglages standard des récepteurs

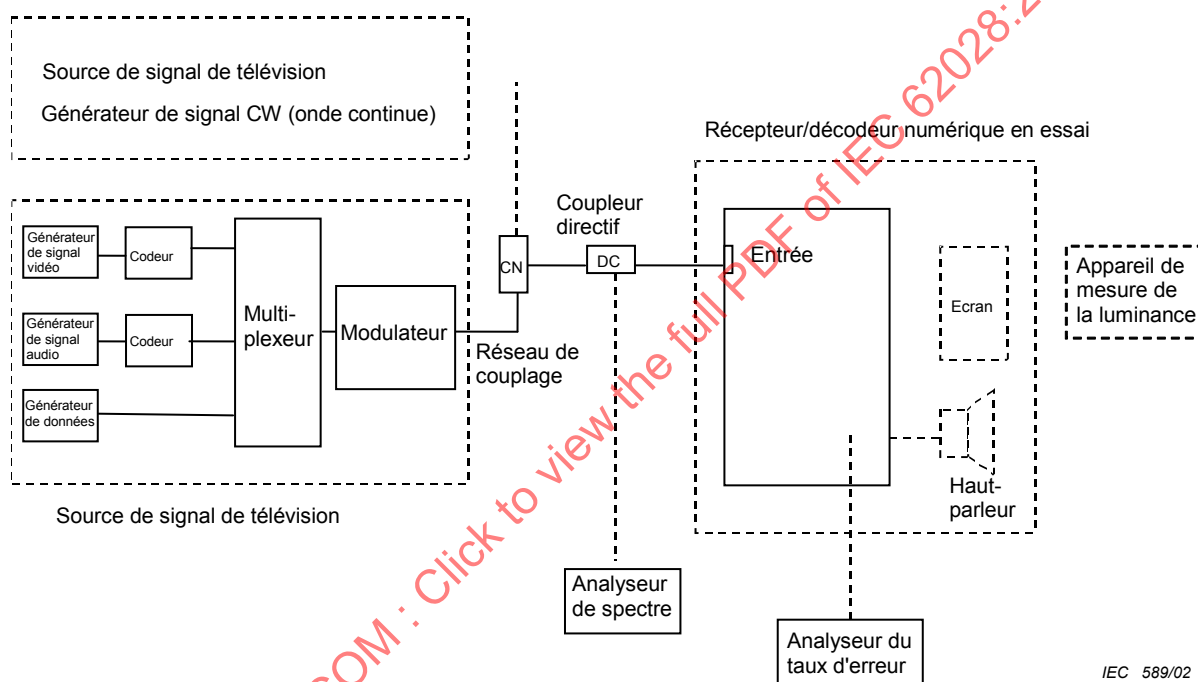
En cours d'étude.

5.5.4 Conditions générales

En cours d'étude.

5.6 Conditions standard de visualisation

Les conditions standard de visualisation à appliquer doivent être celles de la CEI 60107-1.



IEC 589/02

Figure 2 – Installation de mesure

6 Évaluation de la qualité de l'image et du son en réception

6.1 Essais subjectifs de la qualité de réception de base

6.1.1 Objectifs

Les essais de qualité de réception de base seront menés pour évaluer la qualité subjective des séquences d'images et de sons qui ont été codés, modulés, transmis, démodulés et décodés par le système numérique en essai. Différents modes de fonctionnement du système numérique peuvent être soumis à essai.

6.1.2 Méthodologie

6.1.2.1 Juges

Il convient que les juges (testers) soient recrutés localement et sélectionnés en fonction de leurs aptitudes audio-visuelles (normales ou corrigées de manière à atteindre des valeurs normales) et de leur compréhension de la langue. Ceux qui satisfont aux critères de sélection seront autorisés à participer aux essais.

Différents groupes de juges ont été utilisés pour les divers essais de qualité de réception de base. Il faut au moins 15 juges par session.

6.1.2.2 Contenus audiovisuels pour les essais

Il est recommandé que chaque séquence soit faite des 10 s centrales d'un clip vidéo de 15 s. Il est recommandé que ces séquences soient choisies par un groupe d'experts de façon qu'elles représentent une grande variété de qualités d'images et de sons.

Lors de chaque essai du système numérique les séquences de référence seront toujours affichées dans leur format source. Les séquences d'essai seront produites par traitement (codage, modulation, transmission, démodulation et décodage) des séquences source par le système numérique.

6.1.2.3 Concept et procédures

Les essais sont menés en différentes phases, pour chaque format, en utilisant différents groupes de juges.

La conception de chaque phase d'essai est la même. Il y a trois facteurs: l'image, le nombre de réplifications et l'ordre des images sur la bande. Il est recommandé de varier les "images" et le "nombre de réplifications" au cours d'un "sujet" et de faire varier l'ordre sur la bande d'un sujet à un autre. Le mot "image" (picture) désigne ici les séquences d'essai, "nombre de réplifications" (replicate) désigne le nombre de fois qu'une certaine situation est survenue au cours d'une session d'évaluation, chaque situation étant évaluée deux fois par session avec et la référence et l'image mise à l'essai. "Ordre sur la bande" désigne l'ordre aléatoire des évaluations. Il est recommandé qu'à chaque session d'évaluation les juges fassent toutes les évaluations plus des évaluations d'entraînement. Quelques évaluations d'entraînement doivent être faites au début de l'essai, et le reste après une pause de 30 min en milieu de la session d'évaluation.

Le schéma d'une évaluation de la qualité de réception de base est montré à la Figure 3 et repose sur la méthode de l'échelle continue de qualité à double stimulus décrite dans ITU-R 500-10:2000. Chaque évaluation se compose d'une paire de séquences de référence et d'essai présentées deux fois l'une après l'autre. Lorsque la séquence A est une référence, la séquence B est une séquence d'essai et vice-versa. Les juges ne sont pas informés si A ou B est la séquence de référence ou celle d'essai.

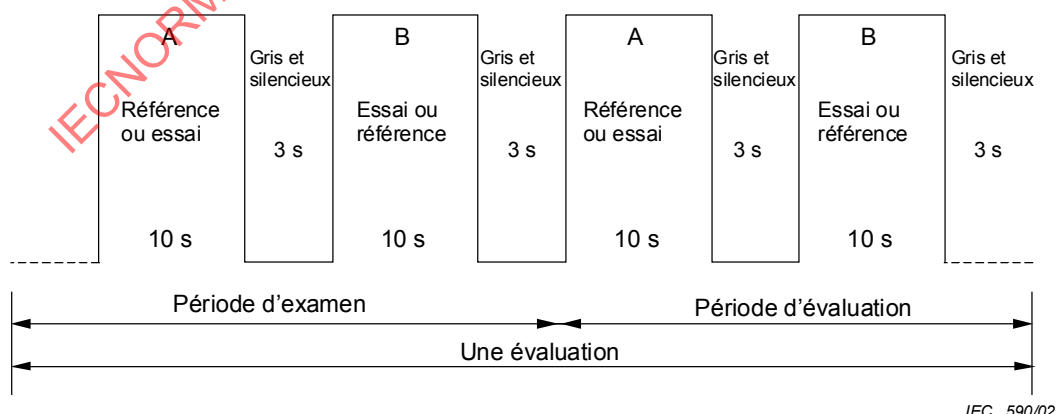
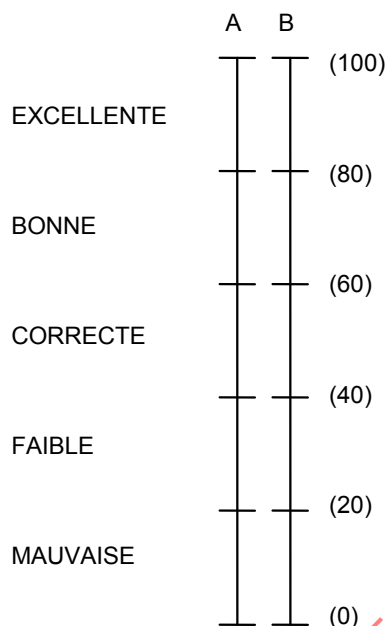


Figure 3 – Schéma d'une évaluation de la qualité de réception de base

Les juges doivent être invités à noter la qualité des images et des sons des séquences "A" et "B" avec les échelles décrites à la Figure 4. Ces échelles d'appréciation sont d'une longueur de 100 mm. Les indications "Excellente", "Bonne", "Correcte", "Faible" et "Mauvaise" ont été

imprimées aux endroits montrés à la Figure 4. Les valeurs numériques entre parenthèses sont ajoutées uniquement pour faciliter la lecture, et ne sont pas fournies aux juges.



IEC 591/02

Figure 4 – Echelles d'appréciation utilisées dans l'évaluation de la qualité de réception de base

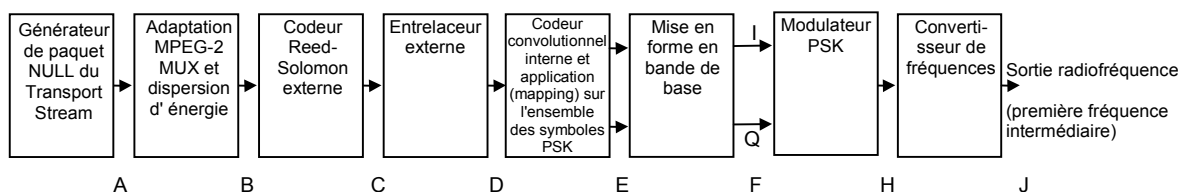
7 Méthodes de mesure de signaux RF

7.1 Généralités

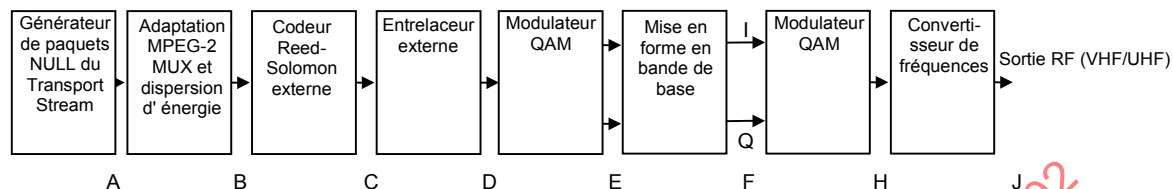
Ce chapitre décrit les méthodes de mesures des caractéristiques essentielles des signaux RF à injecter à l'entrée du récepteur en essai.

Ces méthodes de mesures pour des signaux en modulation numérique reposent sur l'hypothèse que

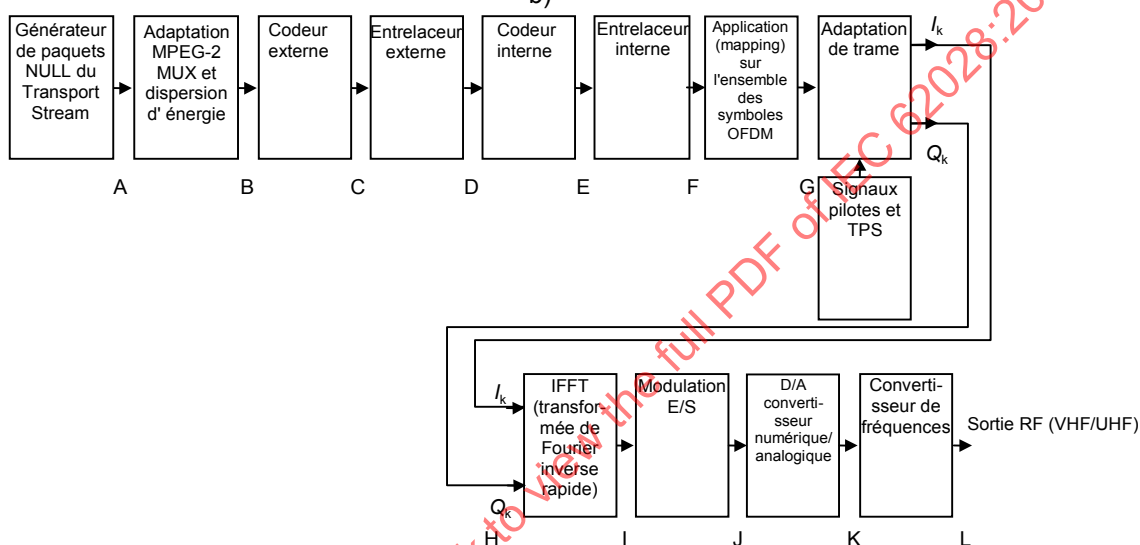
- le flux de transport MPEG-2 (TS) est le signal d'entrée et de sortie spécifié pour tous les systèmes de base, c'est-à-dire pour la distribution par satellite, par câble et par voie terrestre;
- les signaux en modulation numérique reçus par satellite sont modulés au format PSK, c'est-à-dire selon EN 300 421 pour le format QPSK;
- les signaux en modulation numérique reçus par satellite sont distribués dans les systèmes câblés au format QAM, c'est-à-dire selon EN 300 429;
- les signaux en modulation numérique reçus par diffusion terrestre sont au format OFDM, c'est-à-dire conformément à EN 300 744, ou au format VSB, c'est-à-dire selon ATSC A/53;
- une source de signal est disponible pour les formats PSK, QAM, OFDM ou VSB, comme montré à la Figure 5;
- un récepteur de référence est disponible pour les formats PSK, QAM, OFDM ou VSB, comme montré à la Figure 6, lorsque des interfaces appropriées sont indiquées;
- la réalisation physique du décodeur n'affectera pas la cohérence des résultats. Les contraintes du modèle MPEG-2 T-STD définies dans l'ISO/IEC 13818-1 (système MPEG-2) doivent être satisfaites conformément aux spécifications de l'ISO/IEC 13818-4 (essais de conformité MPEG-2).



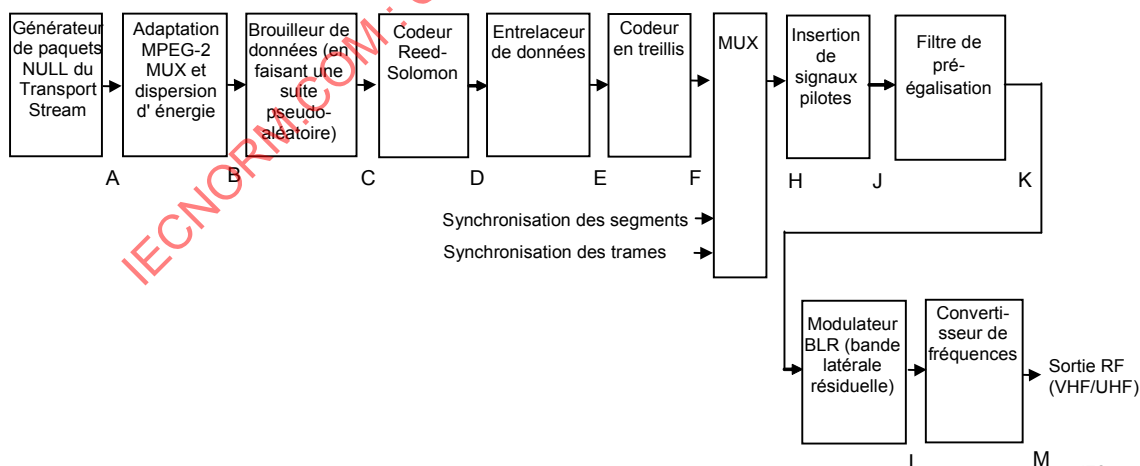
a)



b)



c)

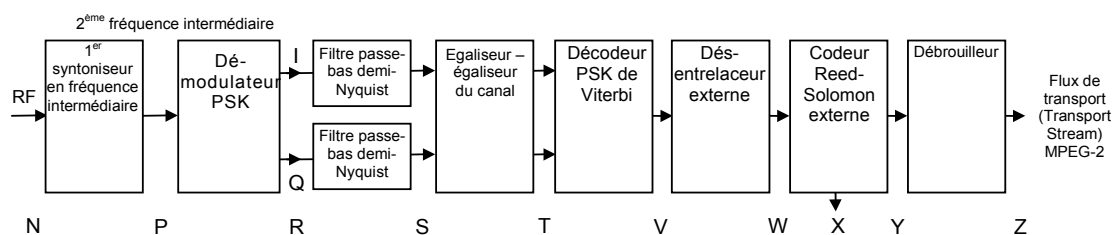


Légende

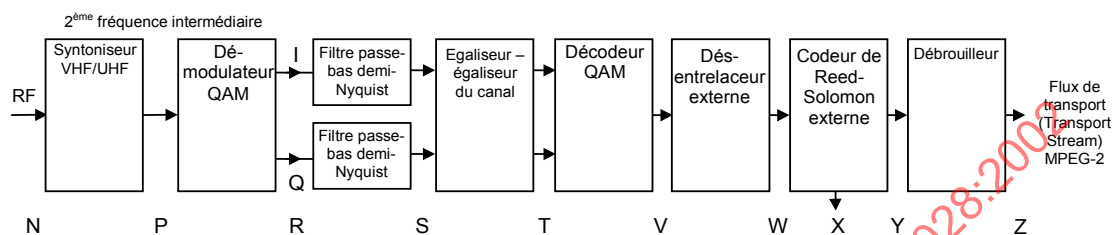
- a) Modulation PSK (QPSK, BPSK ou TC8PSK)
- b) Modulation QAM
- c) Modulation OFDM
- d) Modulation VSB

NOTE Le générateur de paquet NULL du Transport Stream peut être remplacé par un générateur PRBS (Pseudo Random Binary Sequence).

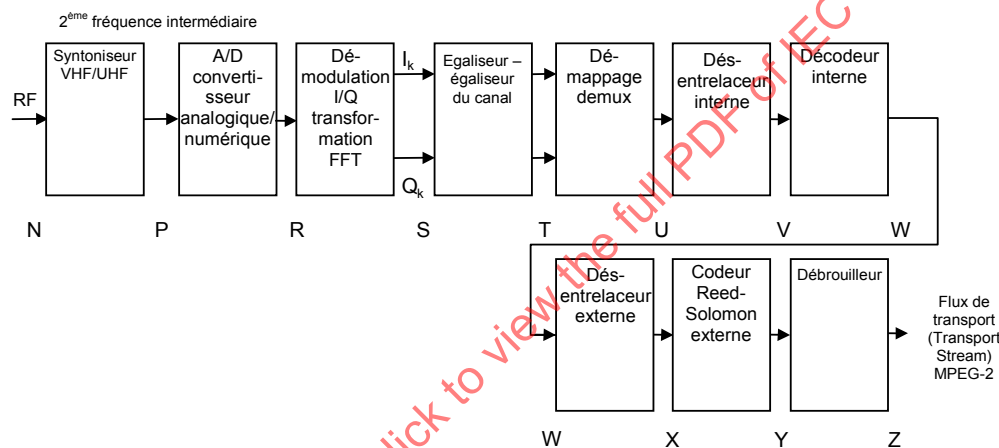
Figure 5 – Source de signal de référence RF – Source de signal I/Q et modulateur RF



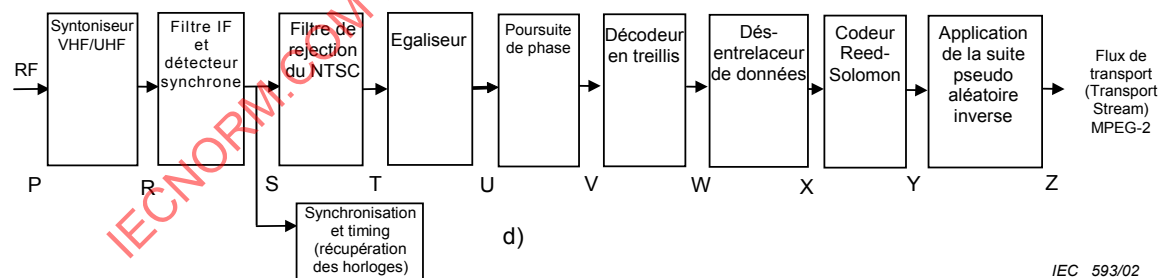
a)



b)



c)



d)

IEC 593/02

Légende

- a) Démodulation PSK (QPSK, BPSK ou TC8PSK)
- b) Démodulation QAM
- c) Démodulation OFDM
- d) Démodulation VSB

NOTE La plage de fréquence des bandes pour les syntoniseurs en première fréquence intermédiaire (1st IF) et en VHF/UHF dépend du plan d'allocation des fréquences pour chaque pays. Des exemples figurent ci-dessous:

1^{er} IF: 0,95 – 2,15 GHz

VHF/UHF: 40 – 862 MHz (Europe)

90 – 770 MHz (Japon)

54 – 806 MHz (USA)

Figure 6 – Récepteur de référence

7.2 Méthodes de mesure du niveau du signal RF

7.2.1 Introduction

Cette méthode de mesure s'applique aux mesures du niveau des signaux RF en modulation numérique utilisant des formats PSK, QAM, OFDM ou VSB.

Comme les caractéristiques du signal RF modulé sont semblables à celles du bruit blanc, les mesures reposent sur l'utilisation d'un analyseur de spectre approprié, capable de se syntoniser sur la gamme de fréquence du canal et d'afficher toute la largeur de la bande, pour mesurer la densité spectrale de puissance.

NOTE Un analyseur de signal vectoriel ou un appareil de mesure approprié conçu et calibré pour les mesures de niveau des signaux RF en modulation numérique peut aussi être utilisé.

La mesure se fait à la sortie d'une source de signal RF qui sera mise à l'entrée du récepteur en essai. Pour la mesure, il peut être judicieux d'utiliser un diviseur de puissance approprié qui alimente tant le récepteur en essai que le matériel de mesure. L'atténuation du diviseur de puissance doit être prise en compte lors de la présentation des résultats.

Le signal RF à mesurer est celui qui est disponible à la sortie (prise murale) d'un réseau câblé, à la sortie d'une antenne en réception terrestre individuelle ou à la sortie d'un module extérieur (récepteur SHF) en réception satellite individuelle.

7.2.2 Matériels nécessaires

Les matériels nécessaires sont un analyseur de spectre de largeur de bande de bruit connue avec un affichage calibré du signal syntonisé. Il convient que la précision du calibrage soit de préférence $\pm 0,5$ dB et elle doit être indiquée avec les résultats.

Le matériel doit pouvoir se syntoniser sur la plage de fréquences nominale du signal RF à mesurer.

7.2.3 Raccordement des matériels

Raccorder les matériels de mesure directement à la source de signal RF ou au moyen d'un diviseur de puissance dont l'autre sortie est raccordée à l'entrée du récepteur en essai, en utilisant des câbles et des connecteurs appropriés et en prenant soin de maintenir une bonne adaptation d'impédance.

7.2.4 Déroulement de la mesure

- Lorsque les niveaux de signal RF doivent être mesurés en présence d'un champ ambiant élevé, les matériels de mesure doivent être vérifiés pour éviter des résultats erronés. Raccorder une charge blindée au câble d'entrée, placer l'appareil de mesure et le câble à peu près là où ils seront pendant la mesure et vérifier que le niveau mesuré est négligeable aux fréquences et sur les plages de niveaux qui seront celles de l'essai.
- Syntoniser l'analyseur de spectre sur le canal sur lequel la mesure doit être faite (en sélectionnant la fréquence centrale de l'analyseur de spectre) et sélectionner les réglages de largeur de balayage (span) et de niveau pour afficher l'ensemble du canal dont la largeur de bande dépend du type de modulation utilisé.
- Régler la largeur de bande de la résolution (RSBW) de l'analyseur de spectre sur 100 kHz et régler la largeur de bande vidéo à 100 Hz ou moins pour obtenir un affichage lissé.
- Mesurer le niveau (S) du signal RF au niveau de la partie supérieure "plane" du signal affiché, en dB(μ V) ou en dB(mW), avec le curseur de ligne de l'écran, si cette fonctionnalité est disponible.

NOTE Si le spectre du signal RF ne présente pas de partie supérieure "plane" en raison d'un écho, mesurer le niveau du signal à la fréquence centrale du canal.

- e) Mesurer sur le canal affiché les deux fréquences auxquelles le niveau est de 3 dB inférieur au niveau maximal (S); la différence entre ces deux fréquences est supposée être la largeur de bande équivalente (BW du signal) (voir également l'annexe A).
- f) Calculer le niveau (C) du signal RF en utilisant la formule suivante:

$$C = S + 10 \lg \frac{BW}{RSBW} + K_{sa}$$

où

- C est le niveau du signal RF en dB(μV) ou en dB(mW);
- S est le niveau de la partie supérieure plane du signal en dB(μV) ou en dB(mW);
- BW est la largeur de bande équivalente du signal du canal en kHz (voir annexe A);
- RSBW est la largeur de bande en résolution de l'analyseur de spectre en kHz;
- K_{sa} est le facteur de correction de l'analyseur de spectre.

Le facteur de correction (K_{sa}) dépend des matériels de mesure utilisés et doit être fourni par le fabricant des matériels de mesure ou obtenu par calibrage. La valeur du facteur de correction pour un analyseur de spectre typique est d'env. 1,7 dB (voir annexe B).

Le facteur de correction n'est pas nécessaire si le matériel de mesure peut être configuré pour afficher le niveau en unités dB (mW/Hz). Dans ce cas, le niveau (C) du signal RF peut être obtenu à partir du niveau maximal mesuré (S) au moyen de la formule suivante:

$$C = S + 10 \lg(BW)$$

NOTE Cette méthode mesure en réalité le niveau C + N. La contribution du bruit est considérée comme négligeable si le niveau de bruit affiché à l'extérieur de la bande équivalente du signal est inférieur d'au moins 15 dB au niveau maximal affiché dans la bande. Ce niveau de bruit inclut le bruit du matériel de mesure (analyseur de spectre). Il convient qu'il soit inférieur d'au moins 10 dB au niveau du bruit affiché à l'extérieur de la bande du canal, afin de ne pas affecter les résultats. Dans le cas contraire, la contribution du bruit (due au système ou aux matériels mis à l'essai et au matériel de mesure) doit être prise en compte lors de la mesure du niveau de signal RF (C) (voir annexe C).

7.2.5 Présentation des résultats

Le niveau mesuré est exprimé en dB(μV) par rapport à 75 Ω ou en dB(mW). La précision des matériels de mesure doit être indiquée avec les résultats.

7.3 Méthode de mesure du rapport porteuse à bruit (C/N)

7.3.1 Introduction

Cette méthode de mesure s'applique aux mesures du niveau du rapport porteuse à bruit (S/N) des signaux RF en modulation numérique aux formats PSK, QAM, OFDM ou VSB.

Comme le signal RF modulé est semblable à du bruit réparti sur la largeur de bande du canal, les mesures reposent sur l'utilisation d'un analyseur de spectre approprié, capable de se syntoniser sur la plage de fréquence du canal et d'afficher toute la largeur de la bande.

NOTE Il est également possible d'utiliser un analyseur de signal vectoriel.

La mesure se fait à la sortie d'une source de signal RF qui sera mise à l'entrée du récepteur en essai. Pour la mesure, il peut être judicieux d'utiliser un diviseur de puissance approprié qui alimente tant le récepteur en essai que le matériel de mesure.

Le signal RF à mesurer est celui qui est disponible à la sortie d'un réseau câblé, à la sortie d'une antenne pour la réception terrestre individuelle ou à la sortie d'un module extérieur (récepteur SHF) pour la réception satellite individuelle.

7.3.2 Matériels nécessaires

Le matériel nécessaire est un analyseur de spectre doté d'un affichage calibré du signal syntonisé.

Ce matériel doit pouvoir se syntoniser sur la plage de fréquences nominale du signal RF à mesurer.

7.3.3 Raccordement des matériels

Brancher les matériels de mesure directement à la source de signal RF ou au moyen d'un diviseur de puissance, dont l'autre port de sortie est raccordé à l'entrée du récepteur en essai, en utilisant des câbles et connecteurs appropriés et en prenant soin de maintenir une bonne adaptation d'impédance.

7.3.4 Déroulement de la mesure

- a) Syntoniser l'analyseur de spectre sur le canal sur lequel la mesure doit être faite (en sélectionnant la fréquence centrale de l'analyseur de spectre) et sélectionner les réglages de largeur de balayage (span) et de niveau pour afficher l'ensemble du canal dont la largeur de bande dépend du type de modulation utilisé.
- b) Régler la largeur de bande de résolution de l'analyseur de spectre à 100 kHz et la largeur de bande vidéo à 100 Hz. Si un réglage différent est utilisé, il doit être identique à celui utilisé pour les mesures de niveau du signal et du bruit. Sélectionner un curseur de ligne d'affichage si l'analyseur de spectre dispose de cette fonction. Dans le cas contraire, sélectionner un marqueur normal.
- c) Mesurer le niveau maximal (C) du signal affiché en dB(μV) ou en dB(mW).

NOTE Si le spectre du signal ne présente pas de partie "plane" en raison d'un écho, mesurer la valeur S à la fréquence centrale (fréquence porteuse) du spectre de signal. Cette valeur approche la puissance utile.

- d) Éteindre le canal à la sortie de la source du signal RF, en chargeant le port de sortie par une impédance appropriée (ou en dépointant l'antenne, si les mesures sont faites à la sortie d'un module extérieur pour la réception satellite) et mesurer le niveau de bruit (N) dans les mêmes unités que le niveau de signal (en dB(μV) ou en dB(mW)).

NOTE À la coupure du signal d'entrée, tous les appareils avec commande automatique du gain AGC intégré présenteront un comportement différent. Dans ce cas, le niveau de bruit doit être mesuré entre les canaux.

- e) Calculer le rapport porteuse / bruit (C/N) au moyen de la formule suivante:

$$(C/N)_{dB} = C - N \quad (dB)$$

où

$(C/N)_{dB}$ est le rapport porteuse / bruit en dB;

C est le niveau du signal RF en dB(μV) ou en dB(mW);

N est le niveau du bruit en dB(μV) ou en dB(mW).

NOTE Cette méthode mesure en réalité le rapport $(C+N)/N$. Il convient que le niveau de bruit des matériels de mesure (analyseur de spectre) soit inférieur d'au moins 10 dB au niveau de bruit affiché à l'extérieur de la bande du canal afin de ne pas affecter les résultats. Dans le cas contraire, la contribution du bruit des matériels de mesure au niveau de bruit de la mesure (N) doit être prise en compte (voir annexe C).

7.3.5 Présentation des résultats

Le rapport signal / bruit mesuré (C/N) est exprimé en dB.

7.4 Méthode de mesure du taux d'erreurs sur les bits (BER)

7.4.1 Introduction

Cette méthode de mesure s'applique aux mesures du taux d'erreurs sur les bits (BER) des signaux RF en modulation numérique aux formats PSK, QAM, OFDM ou VSB.

Le BER est le paramètre primaire qui décrit la qualité de la source de signal RF et doit être relié au rapport porteuse / bruit à l'entrée du récepteur.

Le BER est défini comme le rapport entre le nombre de bits erronés et le nombre total de bits émis.

Si les taux d'erreurs s'étendent de 10^{-2} à 10^{-4} , la mesure peut être faite dans un laps de temps raisonnable. Avec un BER supérieur à 10^{-2} , le résultat est tenu pour erroné.

Les mesures sont faites à la sortie d'une source de signal RF qui sera mise à l'entrée du récepteur en essai. Le signal RF à mesurer est celui qui est disponible à la sortie d'un réseau câblé, à la sortie d'une antenne pour la réception terrestre individuelle ou à la sortie d'un module extérieur (récepteur SHF) pour la réception satellite individuelle.

7.4.2 Matériels nécessaires

Les matériels nécessaires figurent ci-dessous:

- a) Diviseur de puissance,
- b) Analyseur de spectre pouvant se syntoniser sur la plage de fréquences nominale du signal RF,
- c) Récepteur de référence (voir Figure 6) avec un bon égaliseur (il convient que l'influence de la distorsion linéaire sur les mesures BER soit négligeable),
- d) Compteur de BER raccordé à l'interface appropriée (V ou U) du récepteur de référence, selon l'endroit où le BER doit être évalué. S'il est raccordé en aval du décodeur Reed-Solomon (interface Y ou Z), il convient de désactiver le décodage afin d'abréger la durée des mesures.

7.4.3 Raccordement des matériels

Le montage de mesure pour les mesures de BER est décrit à la Figure 7. Le matériel de mesure doit être raccordé en veillant à maintenir une adaptation d'impédance correcte.

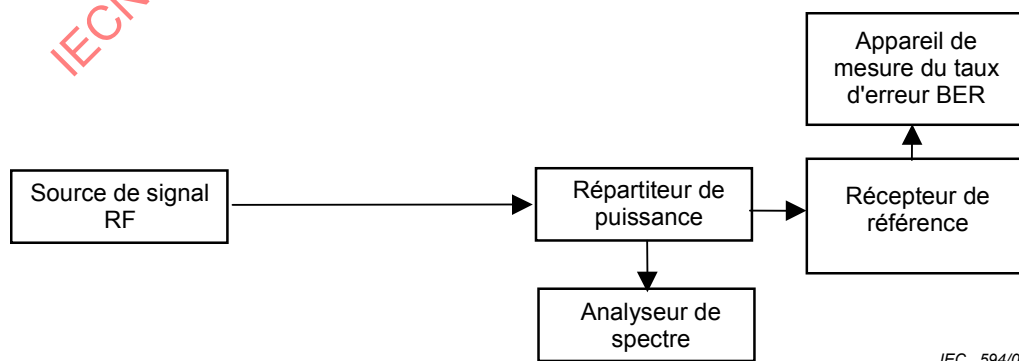


Figure 7 – Montage de mesure du BER

7.4.4 Déroulement de la mesure

- a) Syntoniser le récepteur de référence et l'analyseur de spectre sur le canal sur lequel les mesures doivent être faites. Sélectionner la fréquence centrale de l'analyseur de spectre et régler la largeur de balayage (span) et le niveau pour afficher l'ensemble du canal.
- b) Régler la largeur de bande de résolution (*RSBW*) de l'analyseur de spectre à 100 kHz et la largeur de bande vidéo à 100 Hz. Sélectionner un curseur de ligne d'affichage si l'analyseur de spectre dispose de cette fonction. Dans le cas contraire, sélectionner un marqueur normal.
- c) Mesurer le rapport porteuse / bruit (*C/N*) selon la procédure indiquée dans 7.3.
- d) Mesurer le BER pendant un laps de temps suffisamment long pour compter au moins 100 bits d'erreur et rapporter ce nombre au nombre total de bits émis pendant ce même laps de temps. Ceci est le débit binaire brut auquel se rapporte la valeur *C/N* mesurée.

NOTE 1 Lors des mesures d'un signal modulé QAM, la valeur *C/N* rapportée au débit binaire net peut être calculée avec le taux du codeur RS, c'est-à-dire en utilisant le facteur de conversion suivant pour le code RS (204, 188):

$$10 \lg (204/188) = +0,35 \text{ dB}$$

NOTE 2 Lors de la mesure d'un signal modulé PSK ou OFDM, la valeur *C/N* rapportée au débit binaire net peut être calculée avec le taux du codage interne et celui du codeur RS. Si le taux du codage interne est $\frac{3}{4}$, le facteur de conversion peut être calculé comme suit:

$$10 \lg (4/3)(204/188) = +1,6 \text{ dB}$$

7.4.5 Présentation des résultats

Le BER mesuré est rapporté à une valeur *C/N* bien définie. Si le BER mesuré est indiqué, le débit binaire brut ou le débit binaire net doit être fourni avec les résultats. Le point d'interface où la mesure du BER a été faite doit être indiqué avec les résultats.

7.5 Méthode de mesure du BER fonction de E_b/N_0

7.5.1 Introduction

Cette méthode de mesure s'applique aux mesures du BER des signaux en modulation numérique aux formats PSK, QAM, OFDM ou VSB. Les mesures du BER fonction de E_b/N_0 permettent de dessiner un graphique montrant la qualité du signal RF sur une plage de taux d'erreurs binaires. Le BER résiduel à des valeurs E_b/N_0 élevées est un indicateur d'éventuels problèmes du récepteur. La plage pertinente de BER est de 10^{-7} à 10^{-3} .

Les mesures sont faites à la sortie d'une source de signal RF qui sera mise à l'entrée du récepteur en essai. Le signal RF à mesurer est celui qui est disponible à la sortie d'un réseau câblé, à la sortie d'une antenne pour la réception terrestre individuelle ou à la sortie d'un module extérieur (récepteur SHF) pour la réception satellite individuelle.

7.5.2 Matériels nécessaires

Les matériels nécessaires figurent ci-dessous:

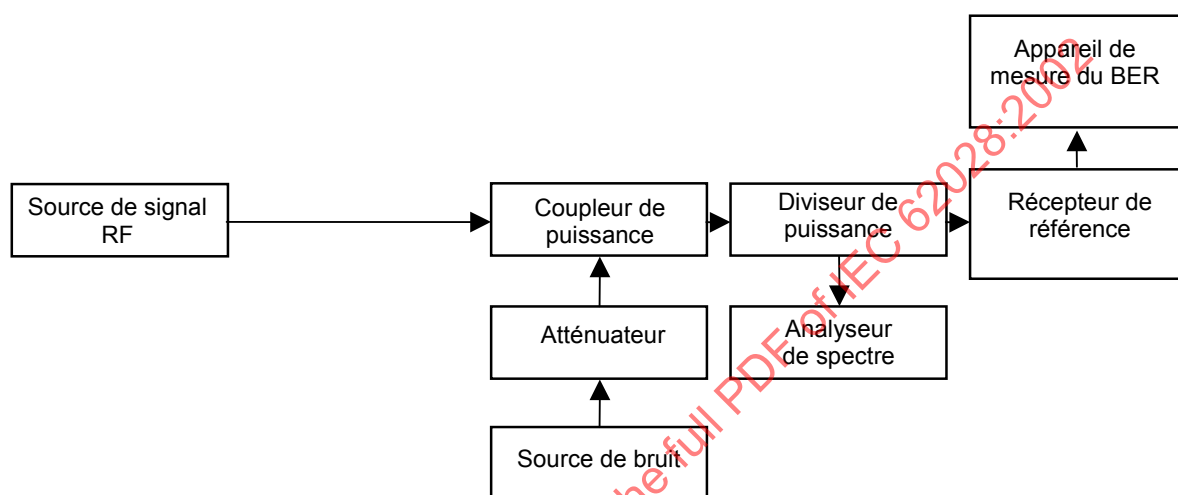
- a) source de bruit,
- b) atténuateur réglable,
- c) coupleur de puissance,
- d) diviseur de puissance,
- e) analyseur de spectre pouvant se syntoniser sur la plage de fréquences nominale du signal RF,
- f) récepteur de référence (voir Figure 6) avec un bon égaliseur (il convient que l'influence de la distorsion linéaire sur les mesures de BER soit négligeable),

- g) compteur de BER raccordé à l'interface appropriée (V ou U) du récepteur de référence, en fonction de l'endroit où le BER doit être évalué. S'il est raccordé en aval du décodeur Reed-Solomon (interface Y ou Z), il convient de désactiver le décodage afin d'abréger la durée des mesures.

7.5.3 Raccordement des matériels

Le montage de mesure pour les mesures BER par rapport à E_b/N_0 est décrit à la Figure 8.

Le matériel de mesure doit être raccordé en veillant à maintenir une adaptation d'impédance correcte.



IEC 595/02

Figure 8 – Montage de mesure du BER fonction de E_b/N_0

7.5.4 Déroulement de la mesure

- Syntoniser le récepteur de référence et l'analyseur de spectre sur le canal sur lequel les mesures doivent être faites. Sélectionner la fréquence centrale de l'analyseur de spectre et régler la largeur de balayage (span) et le niveau pour afficher l'ensemble du canal.
- Régler la largeur de bande de résolution (RSBW) de l'analyseur de spectre sur 100 kHz et régler la largeur de bande vidéo à 100 Hz ou moins pour obtenir un affichage lissé.
- Mesurer le BER à la sortie du récepteur de référence, alors que le générateur de bruit est éteint.
- Mesurer le rapport porteuse / bruit (C/N) selon la procédure indiquée dans 6.2.
- Calculer la valeur E_b/N_0 au moyen de la formule suivante:

$$(E_b/N_0)_{dB} = (C/N)_{dB} + 10 \lg (BW) - 10 \lg (f_s) - 10 \lg m$$

où

f_s est la vitesse de modulation en symboles/seconde,

m est le nombre de bits par symbole ($m = 2$ pour QPSK, $m = 3$ pour 8VSB, $m = 4$ pour 16QAM, $m = 6$ pour 64QAM) modulant l'onde porteuse (PSK, QAM ou VSB) ou chaque onde porteuse pilote (OFDM).

- Allumer le générateur de bruit, ajouter du bruit en modifiant le réglage de l'atténuateur et mesurer une nouvelle fois le BER à la sortie de récepteur de référence et la valeur E_b/N_0 à l'entrée du récepteur. Répéter cette étape à plusieurs reprises pour obtenir le graphique du BER fonction de E_b/N_0 .

NOTE 1 Lors des mesures d'un signal modulé QAM, la valeur E_b/N_0 rapportée au débit binaire net peut être calculée avec le taux du codeur RS, c'est-à-dire en utilisant le facteur de conversion suivant pour le code RS (204, 188):

$$10 \lg (204/188) = +0,35 \text{ dB}$$

NOTE 2 Lors de la mesure d'un signal modulé PSK ou OFDM, la valeur E_b/N_0 rapportée au débit binaire net peut être calculée avec le taux du codage interne et celui du codeur RS. Si le taux du codage interne est $\frac{3}{4}$, le facteur de conversion peut être calculé comme suit:

$$10 \lg (4/3)(204/188) = +1,6 \text{ dB}$$

7.5.5 Présentation des résultats

Le BER mesuré est rapporté à valeur de E_b/N_0 (dB). Un exemple de mesure du BER rapporté à E_b/N_0 est montré à la Figure 9. Le point d'interface où la mesure du BER a été faite doit être indiqué avec les résultats.

Les courbes théoriques correspondent aux formats de modulation QPSK et 64QAM.

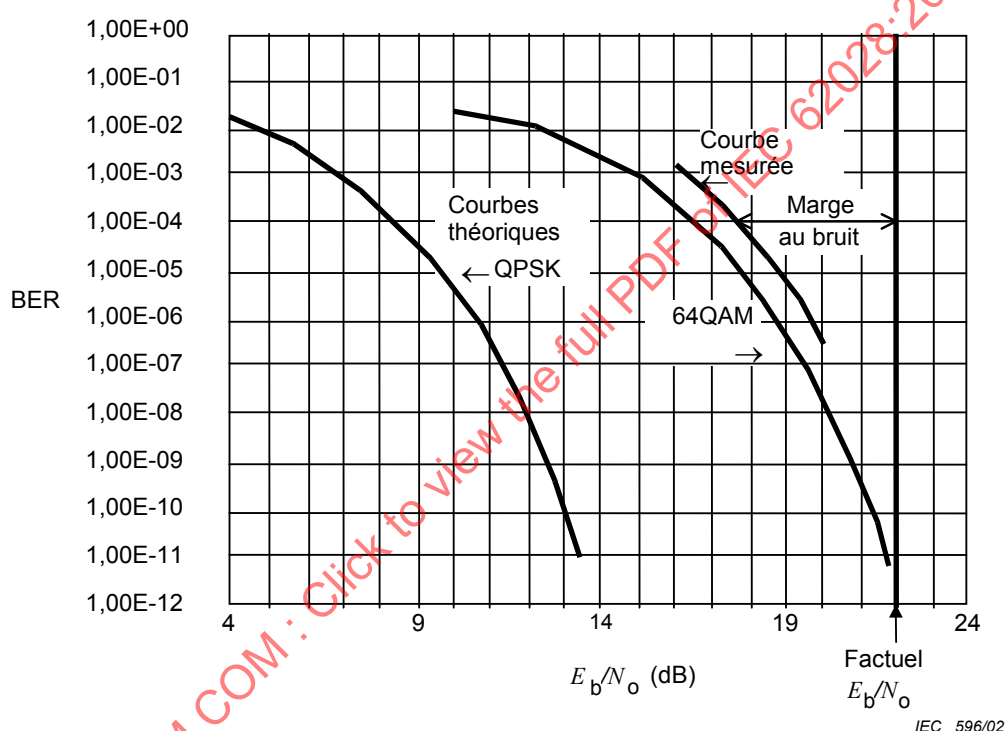


Figure 9 – Exemple de mesure du BER fonction de E_b/N_0

7.6 Méthodes de mesure de la marge au bruit

7.6.1 Introduction

Cette méthode de mesure s'applique aux mesures de la marge au bruit des signaux RF en modulation numérique avec des formats PSK, QAM, OFDM ou VSB.

L'objet de cette méthode de mesure est de fournir une indication de la fiabilité du canal de transmission. La mesure de la marge au bruit est une mesure de la marge de fonctionnement du récepteur plus utile qu'une mesure directe du BER, en raison de la pente de la courbe BER fonction de E_b/N_0 .

Les mesures sont faites à la sortie d'une source de signal RF qui sera raccordée à l'entrée du récepteur en essai. Le signal RF à mesurer est celui qui est disponible à la sortie d'un réseau câblé, à la sorte d'une antenne pour la réception terrestre individuelle ou à la sortie d'un module extérieur (récepteur SHF) pour la réception satellite individuelle.

7.6.2 Matériels nécessaires

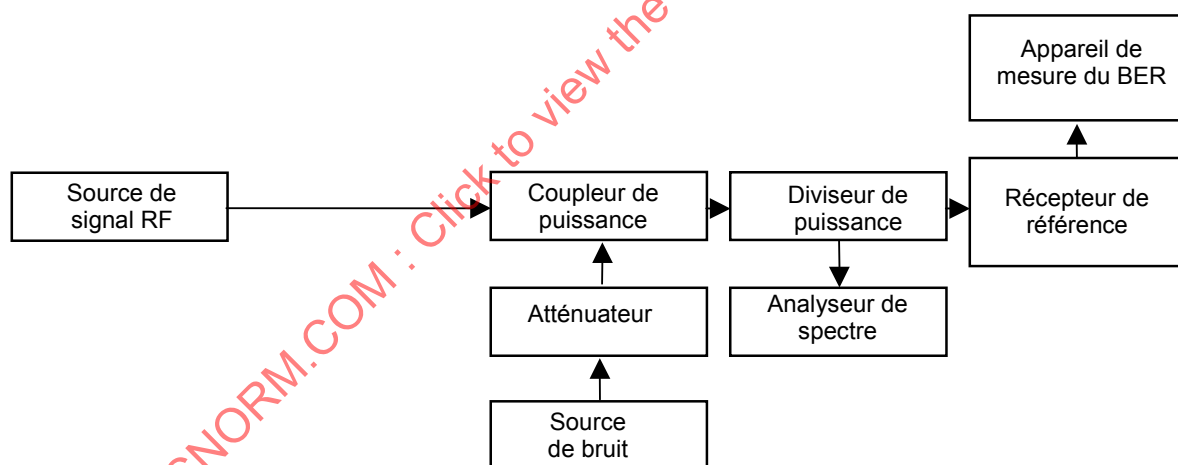
Les matériels nécessaires sont énumérés ci-dessous:

- source de bruit,
- atténuateur réglable,
- coupleur de puissance,
- diviseur de puissance,
- analyseur de spectre pouvant se syntoniser sur la plage de fréquences nominale de la source du signal RF,
- récepteur de référence (voir Figure 6) avec un bon égaliseur (il convient que l'influence de la distorsion linéaire sur les mesures BER soit négligeable),
- compteur de BER raccordé à l'interface appropriée (U ou V) du récepteur de référence, en fonction de l'endroit où le BER doit être évalué. S'il est raccordé en aval du décodeur Reed-Solomon (interface Y ou Z), il convient de désactiver le décodage afin d'abréger la durée des mesures.

7.6.3 Raccordement des matériels

Le montage de mesure pour la mesure de la marge au bruit est identique à celui des mesures du BER fonction de E_b/N_0 et est décrit à la Figure 10.

Le matériel de mesure doit être raccordé en veillant à maintenir une adaptation d'impédance correcte.



IEC 597/02

Figure 10 – Essai de montage de mesure de la marge au bruit

7.6.4 Déroulement de la mesure

- Syntoniser le récepteur de référence et l'analyseur de spectre sur le canal sur lequel les mesures doivent être faites. Sélectionner la fréquence centrale de l'analyseur de spectre et régler la largeur de balayage (span) et le niveau pour afficher l'ensemble du canal.
- Régler la largeur de bande de résolution (RSBW) de l'analyseur de spectre sur 100 kHz et régler la largeur de bande vidéo à 100 Hz ou moins pour obtenir un affichage lissé.
- Mesurer le BER à la sortie du récepteur de référence, alors que le générateur de bruit est éteint. Il convient que cette valeur soit inférieure à 10^{-4} .
- Mesurer le rapport porteuse / bruit (C/N_1) selon la procédure indiquée dans 7.3.
- Ajouter le bruit au signal RF jusqu'à ce que le BER mesuré à la sortie du récepteur de référence soit de 10^{-4} .

- f) Mesurer une nouvelle fois le rapport porteuse / bruit (C/N_2) selon la procédure indiquée dans 7.3.
- g) Calculer la marge au bruit NM au moyen de la formule suivante:

$$NM_{dB} = (C/N_1) - (C/N_2) \quad (dB)$$

7.6.5 Présentation des résultats

La marge au bruit mesurée est exprimée en dB. Un exemple de mesure de la marge au bruit est montré Figure 9, où est tracée la courbe du BER fonction de E_b/N_0 . Le point d'interface où la mesure du BER a été faite doit être indiqué avec les résultats.

7.7 Méthode de mesure du MER

7.7.1 Introduction

Cette méthode de mesure permet de fournir une analyse de "facteur de qualité" unique du signal RF reçu.

Ce nombre est calculé pour inclure la dégradation totale du signal probablement présente à l'entrée des circuits de décision d'un récepteur commercial et pour fournir ainsi une indication de la capacité de ce récepteur à décoder correctement le signal.

Les mesures sont faites à la sortie d'une source de signal RF qui sera raccordée à l'entrée du récepteur en essai. Le signal RF à mesurer est celui qui est disponible à la sortie d'un réseau câblé, à la sorte d'une antenne pour la réception terrestre individuelle ou à la sortie d'un module extérieur (récepteur SHF) pour la réception satellite individuelle.

7.7.2 Matériels nécessaires

Les matériels nécessaires figurent ci-dessous:

- a) Récepteur de référence (voir Figure 6),
- b) Analyseur de constellation.

7.7.3 Raccordement des matériels

Le montage de mesure du MER est montré Figure 11. Le matériel de mesure doit être raccordé en veillant à maintenir une adaptation d'impédance correcte.

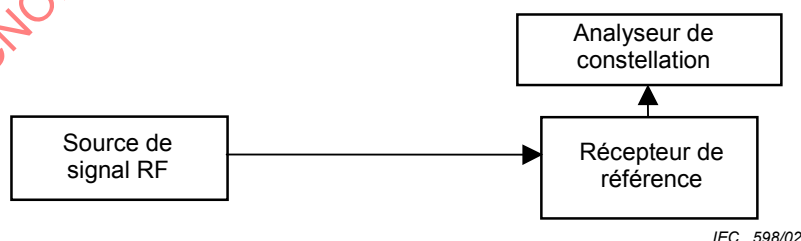


Figure 11 – Essai de montage de mesure du MER

7.7.4 Déroulement de la mesure

- a) Syntoniser le récepteur de référence sur le canal sur lequel les mesures doivent être faites. Les mesures du MER ne requièrent pas l'utilisation d'un égaliseur. Toutefois, le récepteur de mesure peut avoir un égaliseur de qualité commerciale pour donner des résultats plus précis lorsque le signal RF à mesurer a des distorsions linéaires.

- b) Raccorder l'analyseur de constellation à l'interface appropriée (S ou T du récepteur de référence montré Figure 6). Si l'analyseur de constellation a son propre tuner, l'utilisation d'un récepteur de référence peut être évitée.
- c) La fréquence porteuse et la synchronisation des symboles sont récupérées, ce qui élimine les erreurs de fréquence et la rotation de la phase. Le décalage de l'origine (dû par exemple à une onde porteuse résiduelle ou un décalage c.c.), l'erreur de quadrature et le déséquilibre des amplitudes ne sont pas corrigés.
- d) N paires de coordonnées des symboles reçus (I_j, Q_j) sont enregistrées par l'analyseur de constellation. N doit être considérablement plus élevé que le nombre M des symboles
- e) Pour chaque symbole reçu, une décision est prise sur le symbole émis. Le vecteur d'erreur est défini comme distance entre la position idéale du symbole émis (au centre de la "boîte" de décision) et la position réelle du symbole reçu.

Cette distance s'exprime par le vecteur $(\delta I_j, \delta Q_j)$.

Un exemple de représentation du diagramme de constellation pour le format de modulation 64QAM et la distance $(\delta I_j, \delta Q_j)$ pour chacun des N symboles reçus sur le $j^{\text{ème}}$ point par rapport à la position idéale (I_j, Q_j) est montré Figure 12.

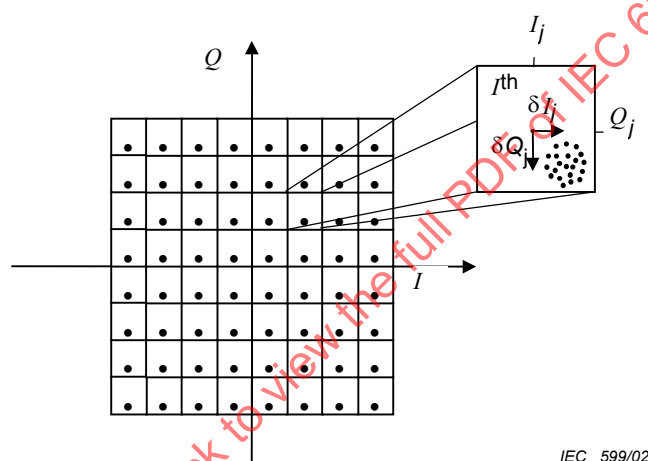


Figure 12 – Exemple de diagramme de constellation pour un format de modulation 64QAM, où le $j^{\text{ème}}$ point a été agrandi pour montrer les coordonnées du vecteur d'erreur sur un symbole

La somme des carrés de la taille des vecteurs d'erreur sur les symboles est divisée par la somme des carrés de la taille des vecteurs des symboles idéaux. Le résultat, exprimé comme rapport de puissance en dB, est par définition le taux d'erreur de modulation (MER).

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

7.7.5 Présentation des résultats

Le taux d'erreur de modulation (MER) mesuré est exprimé en dB. L'interface du récepteur sur lequel la mesure a été faite doit être indiquée avec les résultats.

7.8 Méthodes de mesure de l'instabilité de la phase

7.8.1 Introduction

Cette mesure fournit une indication des fluctuations de la phase ou de la fréquence d'un oscillateur utilisé dans un matériel du système de réception (c'est-à-dire dans un convertisseur de fréquences). L'utilisation d'un tel oscillateur avec des signaux en modulation numérique peut entraîner une incertitude d'échantillonnage dans le récepteur, car la régénération de la porteuse n'est pas en mesure de suivre les fluctuations de la phase.

Les mesures sont faites à la sortie d'une source de signal RF qui sera mise à l'entrée du récepteur en essai. Le signal RF à mesurer est celui qui est disponible à la sortie d'un réseau câblé, à la sortie d'une antenne pour la réception terrestre individuelle ou à la sortie d'un module extérieur (récepteur SHF) pour la réception satellite individuelle.

7.8.2 Matériels nécessaires

Les matériels nécessaires figurent ci-dessous:

- a) Récepteur de référence (voir Figure 6),
- b) Analyseur de constellation.

7.8.3 Raccordement des matériels

Le montage de mesure pour les mesures de l'instabilité de la phase est montré à la Figure 13.

Le matériel de mesure doit être raccordé en veillant à maintenir une adaptation d'impédance correcte.

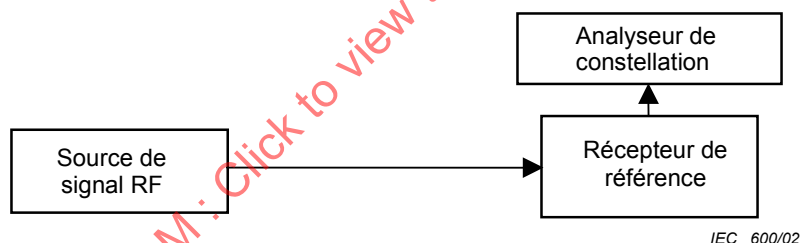


Figure 13 – Essai de montage de mesure de l'instabilité de la phase

7.8.4 Déroulement de la mesure

- a) Syntoniser le récepteur de référence sur le canal sur lequel les mesures doivent être faites. Les mesures de l'instabilité de la phase ne requièrent pas l'utilisation d'un égaliseur. Toutefois, le récepteur de mesure peut comprendre un égaliseur de qualité commerciale pour fournir des résultats plus précis lorsque le signal au point de mesure a des distorsions linéaires.
- b) Brancher l'analyseur de constellation à l'interface appropriée (S ou T du récepteur de référence montré Figure 6). Si l'analyseur de constellation est doté de son propre tuner, l'utilisation du récepteur de référence peut être évitée.
- c) La fréquence porteuse et la synchronisation de symboles sont récupérées, ce qui élimine les erreurs de fréquence et la rotation de la phase. Le décalage d'origine (dû par exemple à une porteuse résiduelle ou à un décalage c.c.), l'erreur de quadrature et le déséquilibre en amplitude ne sont pas corrigés.
- d) N paires de coordonnées de symboles reçues (I_j , Q_j) sont enregistrées par l'analyseur de constellation. N doit être considérablement plus élevé que le nombre M des symboles.
- e) Les points de signal affectés par l'instabilité de la phase sont disposés le long d'une ligne incurvée traversant le centre de chaque "boîte" de décision, comme montré Figure 14 pour les quatre "Boîtes de décision aux coins".