

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –

Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus

Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –

Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 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



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –

Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus

Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –

Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

CL

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Quasi-peak measuring receivers for the frequency range 9 kHz to 1 000 MHz.....	9
5 Measuring receivers with peak detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz	22
6 Measuring receivers with average detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz.....	26
7 Measuring receivers with rms-average detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz.....	30
8 Measuring receivers for the frequency range 1 GHz to 18 GHz with amplitude probability distribution (APD) measuring function	35
9 Disturbance analyzers	36
Annex A (normative) Determination of response to repeated pulses of quasi-peak and rms-average measuring receivers	45
Annex B (normative) Determination of pulse generator spectrum	50
Annex C (normative) Accurate measurements of the output of nanosecond pulse generators	52
Annex D (normative) Influence of the quasi-peak measuring receiver characteristics on its pulse response	54
Annex E (normative) Response of average and peak measuring receivers	55
Annex F (normative) Performance check of the exceptions from the definitions of a click according to 4.2.3 of CISPR 14-1	64
Annex G (informative) Rationale for the specifications of the APD measuring function.....	71
Bibliography.....	74
Figure 1 – Pulse response curves	14
Figure 2 – Limits of overall selectivity	18
Figure 3 – Arrangement for testing intermodulation effects	19
Figure 4 – Block diagram of an average detector.	29
Figure 5 – Response of the meter simulating network to an intermittent narrowband signal	29
Figure 6 – Example of a disturbance analyzer.....	38
Figure 7 – A graphical presentation of test signals used in the test of the analyzer for the performance check against the definition of a click according to Table 14.....	39
Figure 8 – Limits for the overall selectivity – pass band (Band E).....	25
Figure E.1 – Correction factor for estimating the ratio B_{imp}/B_6 for other tuned circuits.....	56
Figure E.2 – Pulse rectification coefficient P	58
Figure E.3 – Example (spectrum) of a pulse-modulated signal with a pulse width of 200 ns.....	60

Figure E.4 – Pulse-modulated RF signal applied to a measuring receiver	61
Figure E.5 – Filtering with a B_{imp} much smaller than the prf	61
Figure E.6 – Filtering with a B_{imp} much wider than the prf	61
Figure E.7 – Calculation of the impulse bandwidth	62
Figure E.8 – Example of a normalized linear selectivity function.	63
Figure F.1 – A graphical presentation of the test signals used for the performance check of the analyzer with the additional requirements according to Table F.1	70
Figure G.1 – Block diagram of APD measurement circuit without A/D converter	72
Figure G.2 – Block diagram of APD measurement circuit with A/D converter	72
Figure G.3 – Example of display of APD measurement	73
Table 1 – Fundamental characteristics of quasi-peak receivers	10
Table 2 – Test pulse characteristics for quasi-peak measuring receivers	11
Table 3 – Pulse response of quasi-peak receivers	15
Table 4 – Bandwidth characteristics for intermodulation test of quasi-peak measuring receivers	20
Table 5 – VSWR requirements for receiver input impedance	22
Table 6 – Bandwidth requirements	22
Table 7 – Relative pulse response of peak and quasi-peak measuring receivers for the same bandwidth (frequency range 9 kHz to 1 000 MHz)	24
Table 8 – Bandwidth requirements	26
Table 9 – Relative pulse response of average and quasi-peak measuring receivers for the same bandwidth (frequency range 9 kHz to 1 GHz)	27
Table 10 – Maximum reading of average measuring receivers for a pulse-modulated sine-wave input in comparison with the response to a continuous sine-wave having the same amplitude	29
Table 14 – Disturbance analyzer performance test – Test signals used for the check against the definition of a click	40
Table 15 – VSWR requirements of input impedance	31
Table 16 – Bandwidth requirements	31
Table 17 – Minimum pulse repetition rate without overload	32
Table 18 – Relative pulse response of rms-average and quasi-peak measuring receivers	33
Table 19 – Pulse response of rms-average receiver	33
Table 20 – Maximum reading of rms-average measuring receivers for a pulse- modulated sine-wave input in comparison with the response to a continuous sine-wave having the same amplitude	34
Table B.1 – Pulse generator characteristics	50
Table E.1 – Carrier level for pulse-modulated signal of 1,4 nVs	59
Table F.1 – Disturbance analyzer test signals	65

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY
MEASURING APPARATUS AND METHODS –**

**Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus –
Measuring apparatus**

FOREWORD

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

International Standard CISPR 16-1-1 has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio interference measurements and statistical methods.

This consolidated version of CISPR 16-1-1 consists of the second edition (2006) [documents CISPR/A/642/FDIS and CISPR/A/651/RVD], its amendment 1 (2006) [documents CISPR/A/647/CDV and CISPR/A/686/RVC] and its amendment 2 (2007) [documents CISPR/A/737/FDIS and CISPR/A/751/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendments and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 2.2.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendments 1 and 2.

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

The CISPR 16 series, published under the general title *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*, consists of Parts 1, 2, 3 and 4, each of which is further subdivided into parts:

- measurement instrumentation specifications are given in the five parts of CISPR 16-1;
- methods of measurement are covered in the four parts of CISPR 16-2;
- various reports with further information and background on CISPR and radio disturbances in general are given in CISPR 16-3;
- information related to uncertainties, statistics and limit modelling is contained in CISPR 16-4.

CISPR 16-1 consists of the following parts, under the general title *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Radio disturbance and immunity measuring apparatus*:

- Part 1-1: Measuring apparatus
- Part 1-2: Ancillary equipment – Conducted disturbances
- Part 1-3: Ancillary equipment – Disturbance power
- Part 1-4: Ancillary equipment – Radiated disturbances
- Part 1-5: Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz

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

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

SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS –

Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus

1 Scope

This part of CISPR 16 is designated a basic standard, which specifies the characteristics and performance of equipment for the measurement of radio disturbance voltages, currents and fields in the frequency range 9 kHz to 18 GHz. In addition, requirements are specified for specialized equipment for discontinuous disturbance measurements. The requirements include the measurement of broadband and narrowband types of radio disturbance.

The receiver types covered include the following:

- a) the quasi-peak measuring receiver,
- b) the peak measuring receiver,
- c) the average measuring receiver,
- d) the rms-average measuring receiver.

The requirements of this publication shall be complied with at all frequencies and for all levels of radio disturbance voltages, currents, power or field strengths within the CISPR indicating range of the measuring equipment.

Methods of measurement are covered in Part 2, and further information on radio disturbance is given in Part 3 of CISPR 16. Uncertainties, statistics and limit modelling are covered in Part 4 of CISPR 16.

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 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

Amendment 1 (1997)

Amendment 2 (1998)

CISPR 11:2003, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 14-1:2005, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

CISPR 16-3:2003, *Specification for radio disturbance and Immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*

BIPM / IEC / IFCC / ISO / IUPAC / IUPAP / OIML:1993, *International vocabulary of basic and general terms in metrology*

3 Terms and definitions

For the purpose of this document, the following definitions apply. Also see IEC 60050(161) and the *International vocabulary of basic and general terms in metrology*.

3.1

bandwidth

B_n

the width of the overall selectivity curve of the receiver between two points at a stated attenuation, below the midband response. The bandwidth is represented by the symbol B_n , where n is the stated attenuation in decibels.

3.2

impulse bandwidth

B_{imp}

$$B_{\text{imp}} = A(t)_{\text{max}} / (2 G_o \times IS)$$

where

$A(t)_{\text{max}}$ is the peak of the envelope at the IF output of the receiver with an impulse area IS applied at the receiver input;

G_o is the gain of the circuit at the centre frequency.

Specifically for two critically-coupled tuned transformers,

$$B_{\text{imp}} = 1,05 \times B_6 = 1,31 \times B_3$$

where

B_6 and B_3 are respectively the bandwidths at the –6 dB and –3 dB points (see Clause A.2 for further information).

3.3

impulse area

IS

the impulse area (sometimes called impulse strength, IS) is the voltage-time area of a pulse defined by the integral:

$$IS = \int_{-\infty}^{+\infty} V(t) dt \text{ (expressed in } \mu\text{Vs or dB}(\mu\text{Vs))}$$

NOTE Spectral density (D) is related to impulse area and expressed in $\mu\text{V/MHz}$ or $\text{dB}(\mu\text{V/MHz})$. For rectangular impulses of pulse duration T at frequencies $f \ll 1/T$, the relationship $D (\mu\text{V/MHz}) = \sqrt{2} \times 10^6 IS (\mu\text{Vs})$ applies.

3.4

electrical charge time constant

T_c

the time needed after the instantaneous application of a constant sine-wave voltage to the stage immediately preceding the input of the detector for the output voltage of the detector to reach 63 % of its final value

NOTE This time constant is determined as follows: A sine-wave signal of constant amplitude and having a frequency equal to the mid-band frequency of the i.f. amplifier is applied to the input of the stage immediately preceding the detector. The indication, D , of an instrument having no inertia (e.g., a cathode-ray oscilloscope) connected to a terminal in the d.c. amplifier circuit so as not to affect the behaviour of the detector, is noted. The level of the signal is chosen such that the response of the stages concerned remains within the linear operating range. A sine-wave signal of this level, applied for a limited time only and having a wave train of rectangular envelope is gated such that the deflection registered is 0,63 D . The duration of this signal is equal to the charge time of the detector.

3.5

electrical discharge time constant

T_D

the time needed after the instantaneous removal of a constant sine-wave voltage applied to the stage immediately preceding the input of the detector for the output of the detector to fall to 37 % of its initial value

NOTE The method of measurement is analogous to that for the charge time constant, but instead of a signal being applied for a limited time, the signal is interrupted for a definite time. The time taken for the deflection to fall to 0,37 D is the discharge time constant of the detector.

3.6

mechanical time constant of a critically damped indicating instrument

T_M

$$T_M = T_L / 2\pi$$

where

T_L is the period of free oscillation of the instrument with all damping removed.

NOTE 1 For a critically damped instrument, the equation of motion of the system may be written as:

$$T_M^2 (d^2\alpha / dt^2) + 2T_M (d\alpha / dt) + \alpha = ki$$

where

α is the deflection;

i is the current through the instrument;

k is a constant.

It can be deduced from this relation that this time constant is also equal to the duration of a rectangular pulse (of constant amplitude) that produces a deflection equal to 35 % of the steady deflection produced by a continuous current having the same amplitude as that of the rectangular pulse.

NOTE 2 The methods of measurement and adjustment are deduced from one of the following:

- The period of free oscillation having been adjusted to $2\pi T_M$, damping is added so that $\alpha T = 0,35\alpha_{\max}$.
- When the period of oscillation cannot be measured, the damping is adjusted to be just below critical such that the overshoot is not greater than 5 % and the moment of inertia of the movement is such that $\alpha T = 0,35\alpha_{\max}$.

3.7

overload factor

the ratio of the level that corresponds to the range of practical linear function of a circuit (or a group of circuits) to the level that corresponds to full-scale deflection of the indicating instrument

The maximum level at which the steady-state response of a circuit (or group of circuits) does not depart by more than 1 dB from ideal linearity defines the range of practical linear function of the circuit (or group of circuits).

3.8

symmetric voltage

in a two-wire circuit, such as a single-phase mains supply, the symmetric voltage is the radio-frequency disturbance voltage appearing between the two wires. This is sometimes called the differential mode voltage. If V_a is the vector voltage between one of the mains terminals and earth and V_b is the vector voltage between the other mains terminal and earth, the symmetric voltage is the vector difference ($V_a - V_b$)

3.9

CISPR indicating range

it is the range specified by the manufacturer which gives the maximum and the minimum meter indications within which the receiver meets the requirements of this section of CISPR 16

3.10

weighting (of e.g. impulsive disturbance)

the pulse-repetition-frequency (PRF) dependent conversion (mostly reduction) of a peak-detected impulse voltage level to an indication that corresponds to the interference effect on radio reception

- For the analogue receiver, the psychophysical annoyance of the interference is a subjective quantity (audible or visual, usually not a certain number of misunderstandings of a spoken text).
- For the digital receiver, the interference effect is an objective quantity that may be defined by the critical bit error ratio (BER) (or bit error probability (BEP)) for which perfect error correction can still occur or by another, objective and reproducible parameter.

3.10.1

weighting characteristic

the peak voltage level as a function of PRF for a constant effect on a specific radiocommunication system, i.e., the disturbance is weighted by the radiocommunication system itself

3.10.2

weighting function or weighting curve

the relationship between input peak voltage level and PRF for constant level indication of a measuring receiver with a weighting detector, i.e. the curve of response of a measuring receiver to repeated pulses

3.10.3

weighting factor

the value in dB of the weighting function relative to a reference PRF or relative to the peak value

3.10.4

weighting detector

detector which provides an agreed weighting function

3.10.5

weighted disturbance measurement

measurement of disturbance using a weighting detector

4 Quasi-peak measuring receivers for the frequency range 9 kHz to 1 000 MHz

The receiver specification depends on the frequency of operation. There is one receiver specification covering the frequency range 9 kHz to 150 kHz (band A), one covering 150 kHz to 30 MHz (band B), one covering 30 MHz to 300 MHz (band C), and one covering 300 MHz to 1 000 MHz (band D).

4.1 Input impedance

The input circuit of measuring receivers shall be unbalanced. For receiver control settings within the CISPR indicating range, the input impedance shall be nominally 50 Ω with a v.s.w.r. not to exceed 2,0 to 1 when the RF attenuation is 0 and 1,2 to 1 when the RF attenuation is 10 dB or greater.

Symmetric input impedance in the frequency range 9 kHz to 30 MHz: to permit symmetrical measurements a balanced input transformer is used. The preferred input impedance for the frequency range 9 kHz to 150 kHz is 600 Ω . This symmetric input impedance may be incorporated either in the relevant symmetrical artificial network necessary to couple to the receiver or optionally in the measuring receiver.

4.2 Fundamental characteristics

The responses to pulses as specified in 4.4 are calculated on the basis of the measuring receivers having the following fundamental characteristics.

Table 1 – Fundamental characteristics of quasi-peak receivers

Characteristics	Frequency band		
	Band A 9 kHz to 150 kHz	Band B 0,15 MHz to 30 MHz	Bands C and D 30 MHz to 1 000 MHz
Bandwidth at the –6 dB points, B_6 in kHz	0,20	9	120
Detector electrical charge time constant, in ms	45	1	1
Detector electrical discharge time constant, in ms	500	160	550
Mechanical time constant of critically damped indicating instrument, in ms	160	160	100
Overload factor of circuits preceding the detector, in dB	24	30	43,5
Overload factor of the d.c. amplifier between detector and indicating instrument, in dB	6	12	6
NOTE 1 The definition of mechanical time constant (see 3.6) assumes that the indicating instrument is linear, i.e., equal increments of current produce equal increments of deflection. An indicating instrument having a different relation between current and deflection may be used provided that the instrument satisfies the requirements of this subclause. In an electronic instrument, the mechanical time-constant may be simulated by a circuit.			
NOTE 2 No tolerance is given for the electrical and mechanical time constants. The actual values used in a specific receiver will be determined by the design to meet the requirements in 4.4			

4.3 Sine-wave voltage accuracy

The accuracy of measurement of sine-wave voltages shall be better than ± 2 dB when supplied with a sine-wave signal at 50 Ω resistance source impedance.

4.4 Response to pulses

NOTE Annexes B and C describe methods for determining the output characteristics of a pulse generator for use in testing the requirements of this subclause.

4.4.1 Amplitude relationship (absolute calibration)

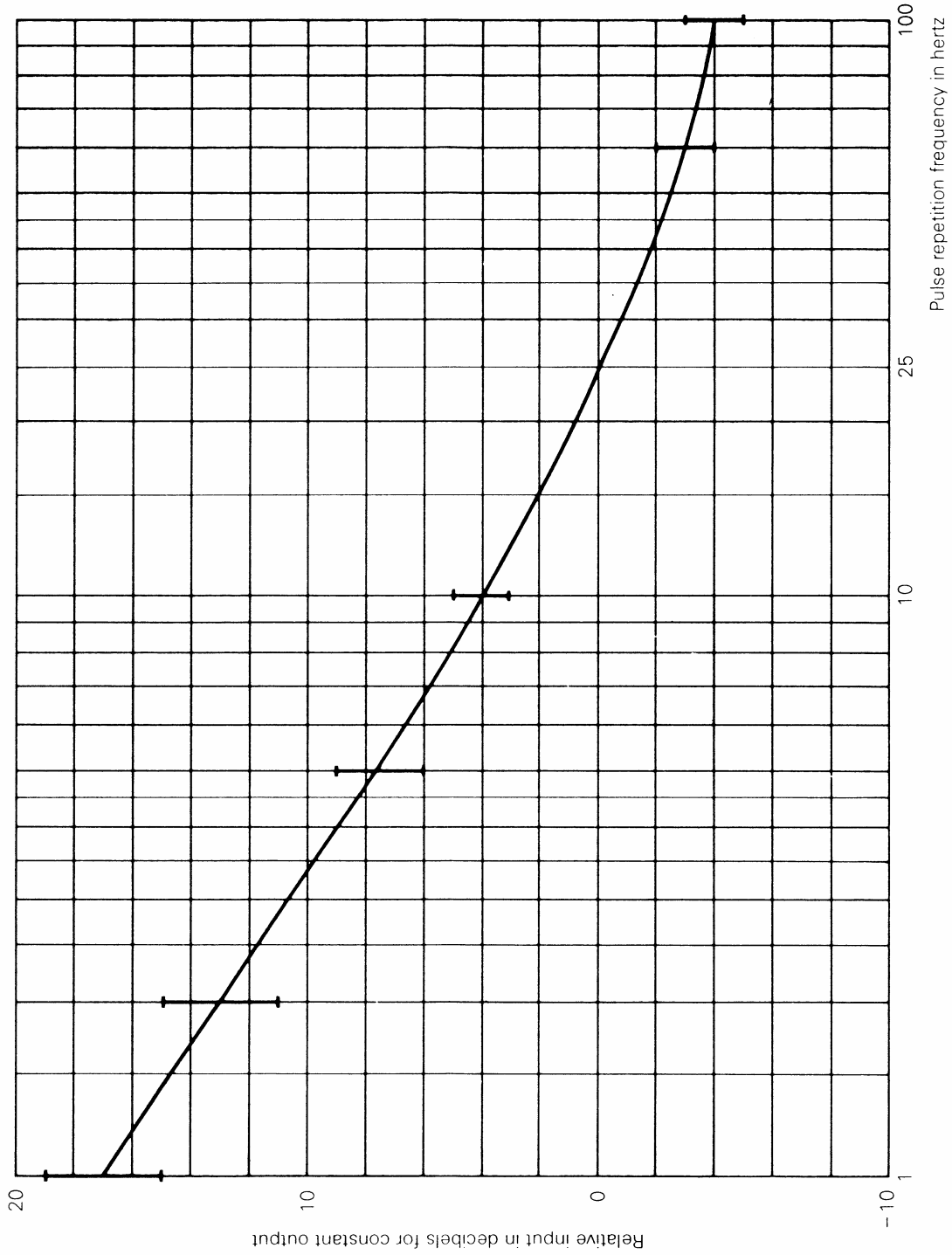
The response of the measuring receiver to pulses of impulse area of a) μ Vs (microvolt second) e.m.f. at 50 Ω source impedance, having a uniform spectrum up to at least b) MHz, repeated at a frequency of c) Hz shall, for all frequencies of tuning, be equal to the response to an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency having an e.m.f. of r.m.s. value 2 mV (66 dB(μ V)). The source impedances of the pulse generator and the signal generator shall both be the same. A tolerance of $\pm 1,5$ dB shall be permitted on the sine-wave voltage level.

**Table 2 – Test pulse characteristics for quasi-peak
measuring receivers**

Frequency range	a) μVs	b) MHz	c) Hz
9 kHz to 150 kHz	13,5	0,15	25
0,15 MHz to 30 MHz	0,316	30	100
30 MHz to 300 MHz	0,044	300	100
300 MHz to 1 000 MHz	0,044	1 000	100

4.4.2 Variation with repetition frequency (relative calibration)

The response of the measuring receiver to repeated pulses shall be such that for a constant indication on the measuring receiver, the relationship between amplitude and repetition frequency is in accordance with Figures 1a, 1b or 1c.



IEC 1290/99

Figure 1a – Pulse response curve (Band A)

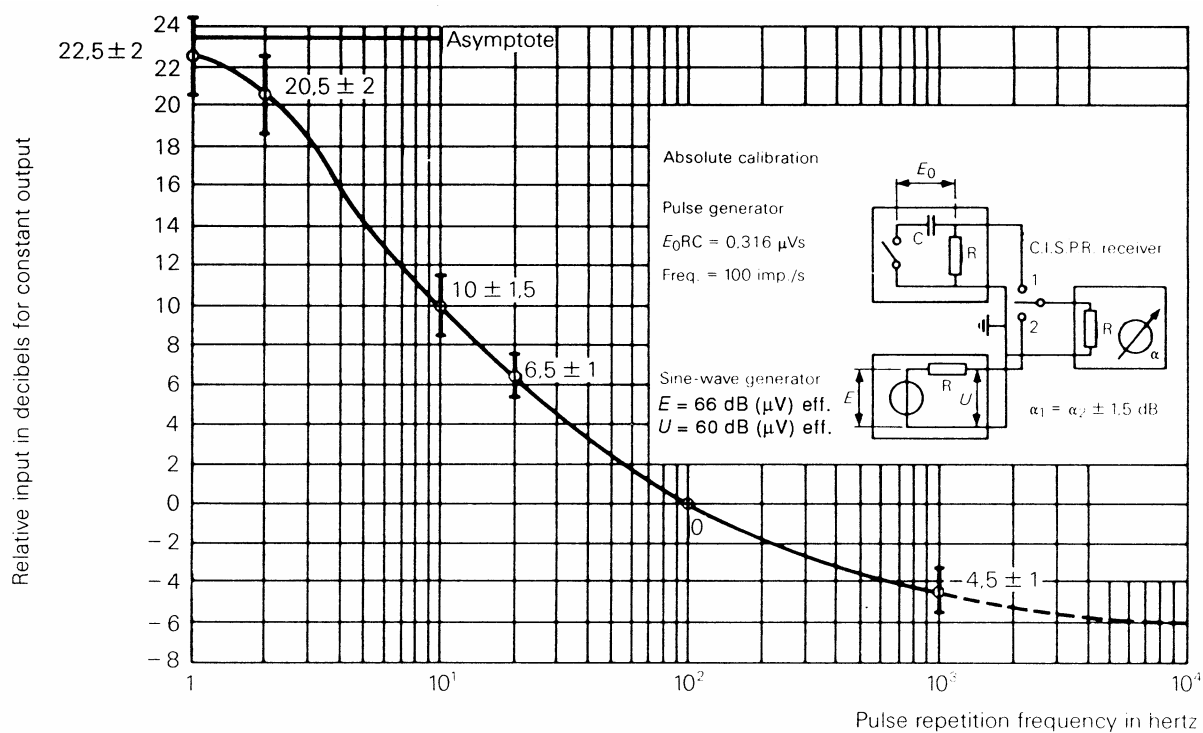


Figure 1b – Pulse response curve (Band B)

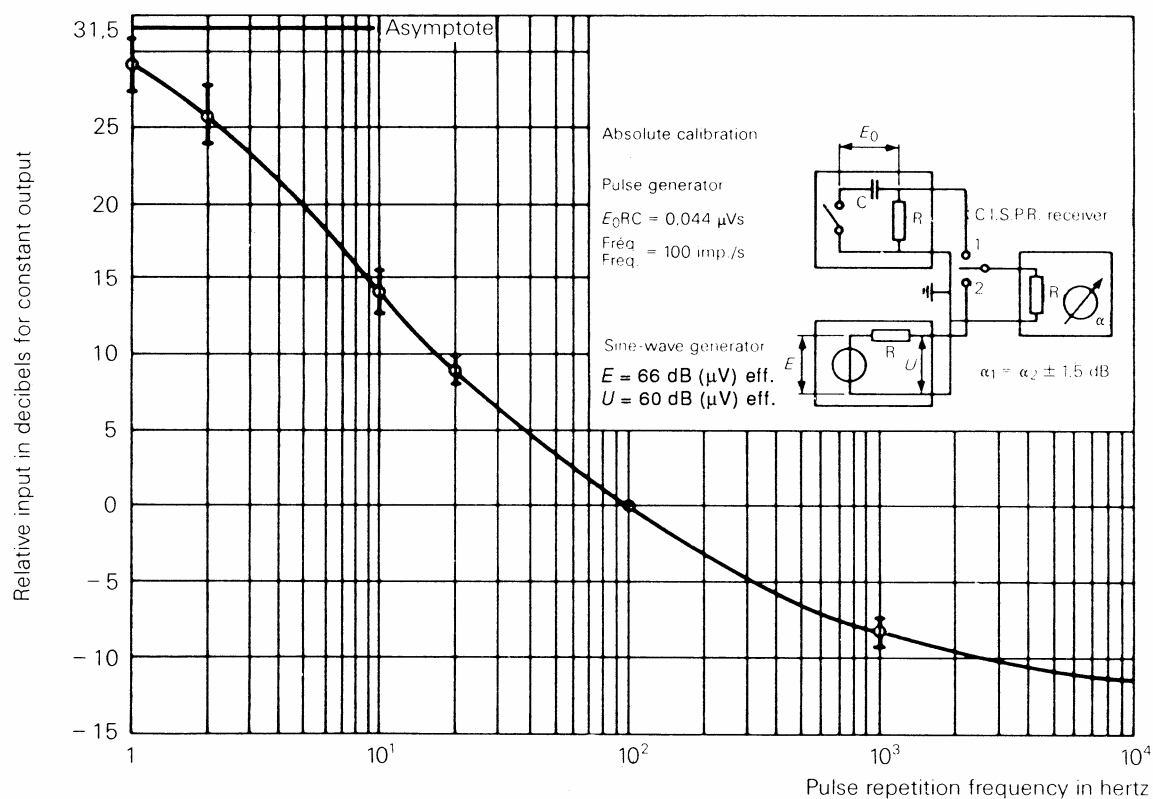


Figure 1c – Pulse response curve (Bands C and D)

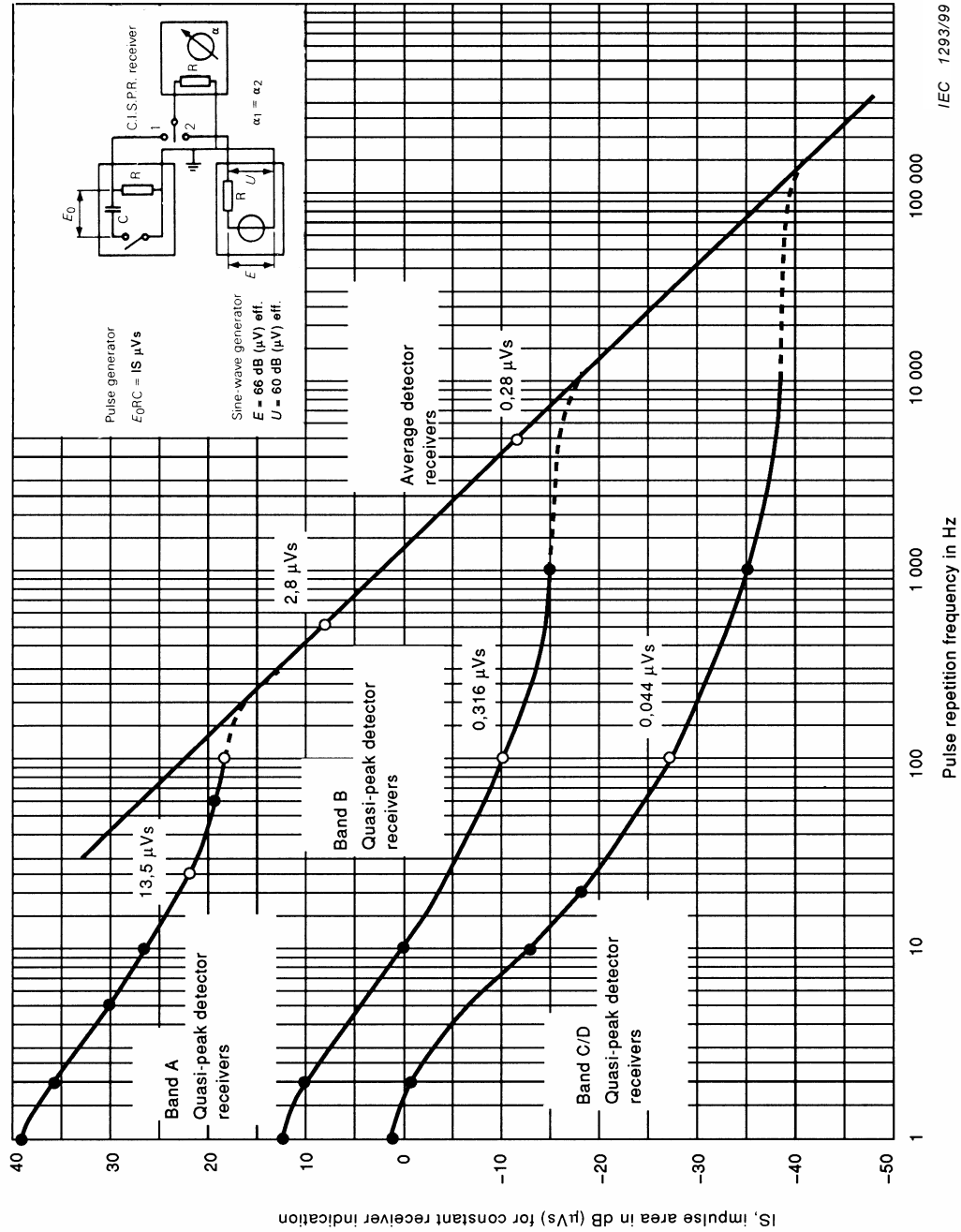


Figure 1d – Theoretical pulse response curve of quasi-peak detector receivers and average detector receiver (see 6.4.2)

Figure 1 – Pulse response curves

The response curve for a particular measuring receiver shall lie between the limits defined in the appropriate figure and quantified in Table 3.

Table 3 – Pulse response of quasi-peak receivers

Repetition frequency Hz	Relative equivalent level in dB of pulse for stated band			
	Band A 9 kHz to 150 kHz	Band B 0,15 MHz to 30 MHz	Band C 30 MHz to 300 MHz	Band D 300 MHz to 1 000 MHz
1 000	Note 4	$-4,5 \pm 1,0$	$-8,0 \pm 1,0$	$-8,0 \pm 1,0$
100	$-4,0 \pm 1,0$	0 (ref.)	0 (ref.)	0 (ref.)
60	$-3,0 \pm 1,0$	–	–	–
25	0 (ref.)	–	–	–
20	–	$+6,5 \pm 1,0$	$+9,0 \pm 1,0$	$+9,0 \pm 1,0$
10	$+4,0 \pm 1,0$	$+10,0 \pm 1,5$	$+14,0 \pm 1,5$	$+14,0 \pm 1,5$
5	$+7,5 \pm 1,0$	–	–	–
2	$+13,0 \pm 2,0$	$+20,5 \pm 2,0$	$+26,0 \pm 2,0$	$+26,0 \pm 2,0^*$
1	$+17,0 \pm 2,0$	$+22,5 \pm 2,0$	$+28,5 \pm 2,0$	$+28,5 \pm 2,0^*$
Isolated pulse	$+19,0 \pm 2,0$	$+23,5 \pm 2,0$	$+31,5 \pm 2,0$	$+31,5 \pm 2,0^*$

NOTE 1 The influence of the receiver characteristics upon its pulse response is considered in Annex D.

NOTE 2 The relationships between the pulse responses of a quasi-peak receiver and receivers with other detector types are given in 5.4, 6.4.1 and 7.4.1.

NOTE 3 The theoretical pulse response curves of quasi-peak and average detector receivers combined on an absolute scale are shown in Figure 1d. The ordinate of Figure 1d shows the open-circuit impulse areas in dB(μ Vs) corresponding to the open-circuit sine-wave voltage of 66 dB(μ V) r.m.s. The indication on a measuring receiver with an input matched to the calibrating generators will then be 60 dB(μ V). Where the measuring bandwidth is less than the pulse repetition frequency, the curves of Figure 1d are valid when the receiver is tuned to a discrete line of the spectrum.

NOTE 4 It is not possible to specify a response above 100 Hz in the frequency range 9 kHz to 150 kHz because of the overlapping of pulses in the i.f. amplifier.

NOTE 5 Annex A deals with the determination of the curve of response to repeated pulses.

NOTE 6 The pulse response is restricted due to overload at the input to the receiver at frequencies above 300 MHz. The values marked with an asterisk (*) in the table are optional and are not essential.

4.5 Selectivity

4.5.1 Overall selectivity (passband)

The curve representing the overall selectivity of the measuring receiver shall lie within the limits shown in Figures 2a, 2b or 2c.

Selectivity shall be described by the variation with frequency of the amplitude of the input sine-wave voltage that produces a constant indication on the measuring receiver.

NOTE For the measurement of equipment that requires higher selectivity at the transition between 130 kHz and 150 kHz (e.g. mains signalling equipment as defined in EN 50065-1/A2), a highpass filter may be added in front of the measuring receiver to achieve the following combined selectivity of CISPR measuring receiver and highpass filter:

Frequency kHz	Relative attenuation dB
150	≤ 1
146	≤ 6
145	≥ 6
140	≥ 34
130	≥ 81

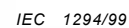
The measuring receiver in conjunction with the highpass filter should fulfil the requirements of this standard.

4.5.2 Intermediate frequency rejection ratio

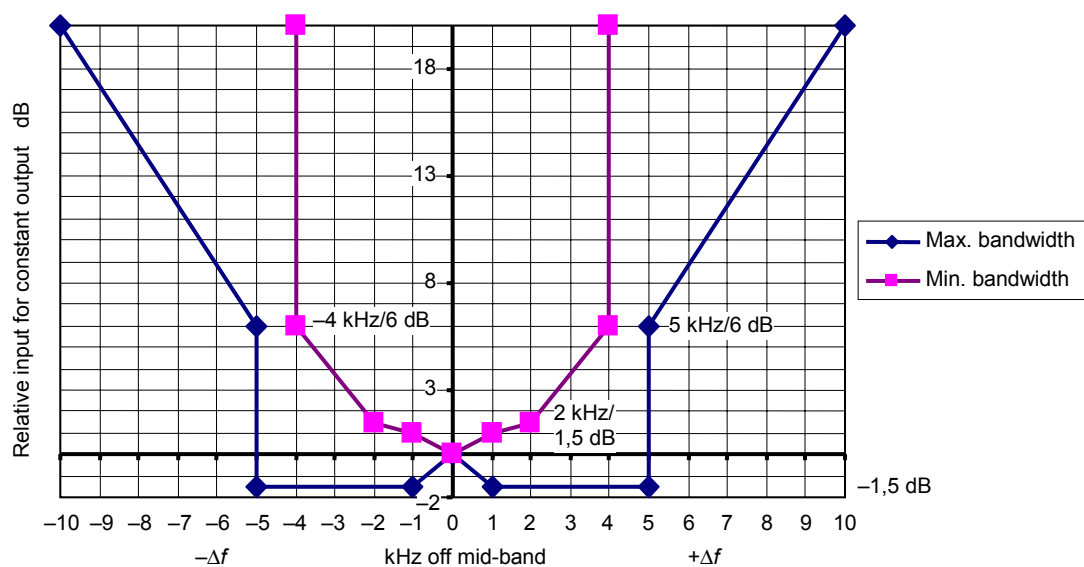
The ratio of the input sine-wave voltage at the intermediate frequency to that at the tuned frequency that produces the same indication of the measuring receiver shall be not less than 40 dB. Where more than one intermediate frequency is used, this requirement shall be met at each intermediate frequency.

4.5.3 Image frequency rejection ratio

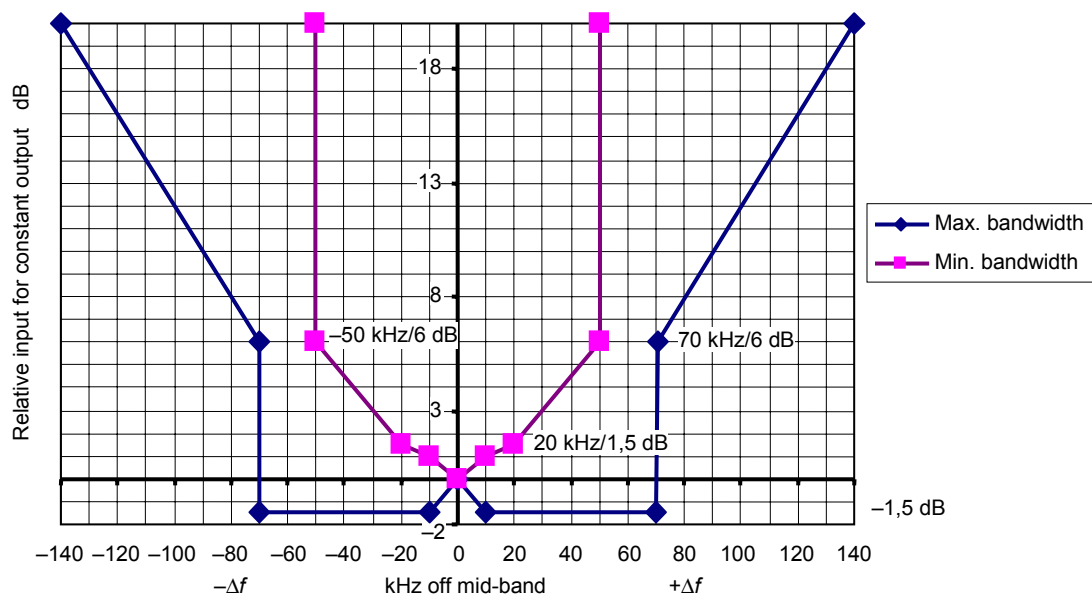
The ratio of the input sine-wave voltage at the image frequency to that at the tuned frequency that produces the same indication on the measuring receiver shall be not less than 40 dB. Where more than one intermediate frequency is used, this requirement shall be met at the image frequencies corresponding to each intermediate frequency.



**Figure 2a – Limits of overall selectivity – pass-band
(see 4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5) (Band A)**



**Figure 2b – Limits of overall selectivity –
pass band (see 4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5) (Band B)**



**Figure 2c – Limits of overall selectivity –
passband (see 4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5) Bands (C and D)**

Figure 2 – Limits of overall selectivity

4.5.4 Other spurious responses

The ratio of the input sine-wave voltage at frequencies other than those specified in 4.5.2 and 4.5.3 to that at the tuned frequency that produces the same indication on the measuring receiver shall be not less than 40 dB. Examples of the frequencies from which such spurious responses may occur are as follows:

$$(1/m) (nf_L \pm f_i) \text{ and } (1/k) (f_o)$$

where

m, n, k are integers;

f_L is the local oscillator frequency;

f_i is the intermediate frequency;

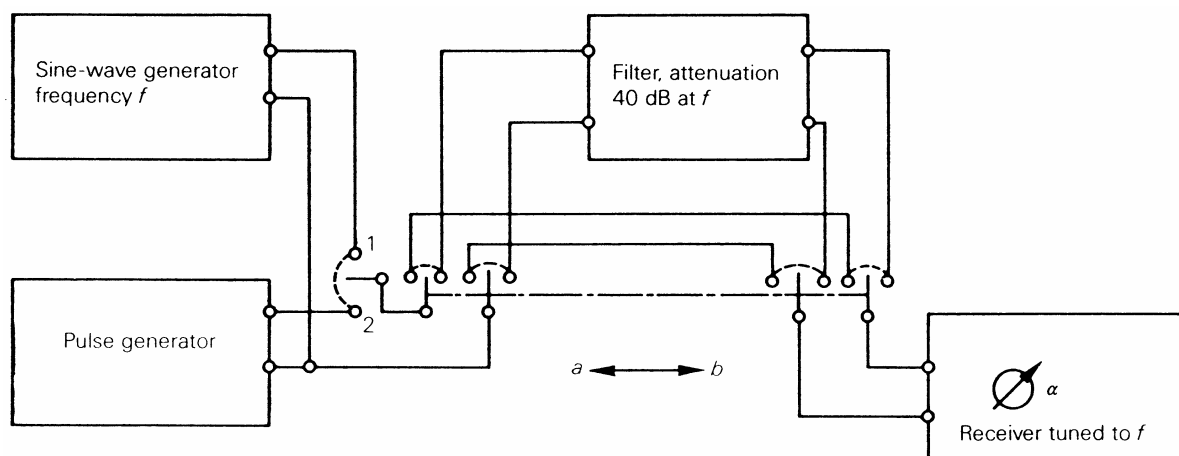
f_o is the tuned frequency.

NOTE Where more than one intermediate frequency is used, the frequencies f_L and f_i may refer to each of the local oscillator and intermediate frequencies used. In addition, spurious responses may occur when no input signal is applied to the measuring receiver; for example, when harmonics of the local oscillators differ in frequency by one of the intermediate frequencies. The requirements under this heading therefore cannot apply in these latter cases. The effect of these spurious responses is dealt with in 4.7.2.

4.6 Limitation of intermodulation effects

The response of the measuring receiver shall not be influenced by intermodulation effects when tested as follows.

Arrange the apparatus as shown in Figure 3. The pulse generator has a spectrum substantially uniform up to frequency 3) but at least 10 dB down at frequency 4) of the frequencies given in Table 4. The band-stop filter has an attenuation at the test frequency of at least 40 dB. Its bandwidth, B_6 , relative to the maximum attenuation of the filter shall lie between the frequencies 1) and 2) given in Table 4.



IEC 1297/99

Responses:

$$\alpha_{1a} = \alpha_{2a}$$

$$\alpha_{1b} = \alpha_{1a} - 40 \text{ dB}$$

$$\alpha_{2b} = \alpha_{2a} - 36 \text{ dB}$$

Figure 3 – Arrangement for testing intermodulation effects

**Table 4 – Bandwidth characteristics for intermodulation test
of quasi-peak measuring receivers**

Frequency range	1) kHz	2) kHz	3) MHz	4) MHz
9 kHz to 150 kHz (band A)	0,4	4	0,15	0,3
0,15 MHz to 30 MHz (band B)	20	200	30	60
30 MHz to 300 MHz (band C)	500	2 000	300	600
300 MHz to 1 000 MHz (band D)	500	6 000	1 000	2 000

Connect the sine-wave generator output direct to the measuring receiver input and adjust for a convenient reading. Substitute the pulse generator for the sine-wave generator and adjust for the same reading. The pulse repetition frequency shall be 100 Hz for band A and 1 000 Hz for the other bands.

With the pulse generator connected as described above, switching the filter into circuit shall introduce attenuation of not less than 36 dB.

4.7 Limitation of receiver noise and internally generated spurious signals

4.7.1 Random noise

The background noise shall not introduce an error in excess of 1 dB.

NOTE The point where the background noise causes an error of 1 dB can be found by applying a signal, S , such that the meter indication is much larger (e.g. 40 dB) than the noise level N . By reducing the signal level S , the meter indication will reach a point, S_1 , where $(S_1 + N)$ deviates by 1 dB from the linear characteristic.

4.7.2 Continuous wave

Where more than one intermediate frequency is used, the existence of spurious responses as described in the note to 4.5.4 shall not introduce a measurement error in excess of 1 dB for any signal input to the measuring receiver. For a measuring receiver incorporating attenuation in the i.f. amplifier, this requirement shall be regarded as satisfied if the receiver complies with 4.7.1 when tested as described in 4.7.1, except that the attenuation in the intermediate stages shall be introduced after the last mixer stage.

4.8 Screening effectiveness

Screening effectiveness is a measure of the ability of the measuring receiver to operate in an electromagnetic field without degradation. The requirement applies to receivers operating within the "CISPR indication range" specified by the manufacturer as described in 3.9.

The screening of the receiver shall be such that when it is immersed in an ambient electromagnetic field of 3 V/m (unmodulated) at any frequency in the range 9 kHz to 1 000 MHz, an error of not greater than 1 dB is produced at the maximum and minimum of the CISPR indicating range as specified by the manufacturer of the receiver. In cases where a measuring receiver is not immune to the requirement of 3 V/m, the field strength and frequency at which the error exceeds 1 dB shall be stated by the manufacturer. The test shall be performed as described below.

The receiver is placed inside a screened enclosure. An input signal is applied to the receiver via a 2 m long well-screened cable (e.g. semi-rigid), through a feedthrough in the enclosure wall, to a signal generator placed outside the enclosure. The level of the input signal shall be at the maximum and the minimum of the CISPR indication range as specified by the manufacturer of the receiver. All other coaxial terminals of the receiver shall be terminated in their characteristic impedance.

Only essential leads (e.g. mains and input cables) for the normal use of the measuring receiver in its minimum configuration (excluding options such as headphones) shall be connected during the test. The leads shall have the lengths and be arranged as in typical use.

The strength of the ambient field in the vicinity of the measuring receiver shall be measured by a field strength monitor.

The receiver meter indication in the presence of the ambient electromagnetic field shall differ by not more than 1 dB from the meter indication when the field is absent.

4.8.1 Limitation of radio-frequency emissions from the measuring receiver

4.8.1.1 Conducted emissions

The radio disturbance voltage at any connecting pin of external lines (not only the mains terminals) shall not exceed the limits for class B equipment given in 5.1 of CISPR 11. The measurement of the radio disturbance voltage is however not required on the inner conductors of screened connections to screened equipment. The local oscillator injection power at the measuring receiver input terminated with its characteristic impedance shall not exceed 34 dB(pW) which is equivalent to 50 μ V across 50 Ω .

4.8.1.2 Radiated emissions

The radio disturbance field strength emitted by the measuring receiver shall not exceed the limits for class B equipment given in 5.2 of CISPR 11, for the frequency range of 9 kHz to 1 000 MHz. The limits shall also apply for frequency bands (ISM frequencies) listed in Table 1 of the same publication. In the frequency range of 1 GHz to 18 GHz, a limit of 45 dB(pW) shall apply.

Before performing radiated and conducted emission measurements, it is essential that the noise contributions of the test equipment do not affect the measured results (e.g. computer control).

4.9 Facilities for connection to a discontinuous disturbance analyzer

For all bands the disturbance measuring receiver shall have both an intermediate-frequency output and an output from the quasi-peak detector for the measurement of discontinuous disturbance. The loading of these outputs shall have no influence on the indicating instrument.

5 Measuring receivers with peak detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz

This clause specifies requirements for measuring receivers employing a peak detector when used for the measurement of impulsive or pulse-modulated disturbance.

Spectrum analyzers, that meet the requirements of this clause can be used for compliance measurements.

5.1 Input impedance

The input port of the measuring receivers shall be unbalanced. For receiver control settings within the CISPR indicating range, the nominal input impedance shall be 50 Ω with a VSWR not to exceed the values in Table 5.

Table 5 – VSWR requirements for receiver input impedance

Frequency range	RF attenuation dB	VSWR
9 kHz to 1 GHz	0	2,0 to 1
9 kHz to 1 GHz	≥ 10	1,2 to 1
1 GHz to 18 GHz	0	3,0 to 1
1 GHz to 18 GHz	≥ 10	2,0 to 1

Symmetric input impedance in the frequency range 9 kHz to 30 MHz: a balanced input transformer is to be used for symmetric (that is, ungrounded) measurements. (The preferred input impedance is 600 Ω for the frequency range 9 kHz to 150 kHz.) Symmetric input impedance may be incorporated either in the relevant symmetrical artificial network required to couple to the receiver or, optionally, in the measuring receiver itself.

5.2 Fundamental characteristics

5.2.1 Bandwidth

For all types of broadband disturbance, the actual value of the bandwidth shall be stated when the disturbance level is quoted and the bandwidth is within the values in Table 6.

Table 6 – Bandwidth requirements

Frequency range	Bandwidth B_6	Reference BW
9 kHz to 150 kHz (Band A)	100 Hz to 300 Hz ^a	200 Hz (B_6)
0,15 MHz to 30 MHz (Band B)	8 kHz to 10 kHz ^a	9 kHz (B_6)
30 MHz to 1000 MHz (Bands C and D)	100 kHz to 500 kHz ^a	120 kHz (B_6)
1 GHz to 18 GHz (Band E)	300 kHz to 2 MHz ^a	1 MHz ^b (B_{imp})
^a Since the response of a peak measuring receiver to non-overlapping pulses is proportional to its impulse bandwidth, either the actual bandwidth is quoted in the result or the level may be quoted as "in a 1 MHz bandwidth", calculated by dividing the measured value by the impulse bandwidth in MHz (see 3.2). For other types of broadband disturbance, this procedure may introduce an error. In case of dispute, data measured with the reference bandwidth shall take precedence.		
^b The bandwidth selected shall be defined as the impulse bandwidth of the measuring receiver with a tolerance of $\pm 10\%$.		

5.2.2 Charge and discharge time constants ratio

In order to achieve a meter reading within 10% of the true value of the peak at a repetition rate of 1 Hz, the ratio of discharge time constant to charge time constant shall be equal to or greater than the following values:

- a) $1,89 \times 10^4$ in the frequency range 9 kHz to 150 kHz
- b) $1,25 \times 10^6$ in the frequency range 150 kHz to 30 MHz
- c) $1,67 \times 10^7$ in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz
- d) $1,34 \times 10^8$ in the frequency range 1 GHz to 18 GHz

If the test receiver has a peak-hold capability, the hold time shall be adjustable to values between 30 ms and 3 s.

NOTE For receivers that use peak hold (and forced discharge after the hold time) or digital peak detection techniques, the requirement on the charge/discharge time constants ratio is not relevant. A maximum-hold function of the display may be used for signals with time-varying amplitudes.

If a spectrum analyzer is used for peak measurements, the video bandwidth (B_{video}) shall be set to a value greater than or equal to the resolution bandwidth (B_{resol}). For peak measurements, the result can be read from the spectrum analyzer display with the detector operating either in the linear or logarithmic mode.

5.2.3 Overload factor

For peak measuring receivers, the overload factor does not need to be as high as it is for other types of measuring receivers. For most direct-reading detectors, the overload factor need be only a little larger than unity. The overload factor shall be adequate for the time-constants used (see 5.2.2).

5.3 Sine-wave voltage accuracy

The accuracy of sine-wave voltage measurement shall be better than ± 2 dB ($\pm 2,5$ dB above 1 GHz) when fed with a sine-wave signal at a 50 Ω resistive source impedance.

5.4 Response to pulses

Up to 1 000 MHz, the response of the measuring receiver to pulses with impulse area $1,4/B_{\text{imp}}$ mVs (where B_{imp} is in hertz) emf at 50 Ω source impedance shall be equal to the response to an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency having an emf with rms value of 2 mV [66 dB(μ V)]. The source impedances of both the pulse generator and the signal generator shall be the same. The pulses shall have a uniform spectrum according to Table 2. A tolerance of $\pm 1,5$ dB is permitted in the sine-wave voltage level, and this is a requirement for all pulse repetition frequencies for which no overlapping pulses occur at the output of the IF amplifier.

NOTE 1 Annexes B and C describe methods for determining the output characteristics of pulse generators for use in testing for the requirements of this subclause.

NOTE 2 At a repetition rate of 25 Hz for Band A and 100 Hz for the other bands, the relationship between the indications of a peak measuring receiver and a quasi-peak measuring receiver with the preferred bandwidth are given in Table 7.

**Table 7 – Relative pulse response of peak and quasi-peak measuring receivers
for the same bandwidth (frequency range 9 kHz to 1 000 MHz)**

Frequency	<i>I</i> _S mVs	<i>B</i> _{imp} Hz	Ratio peak/quasi-peak (dB) for pulse repetition rate	
			25 Hz	100 Hz
Band A	$6,67 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^3$	6,1	–
Band B	$0,148 \times 10^{-3}$	$9,45 \times 10^3$	–	6,6
Bands C and D	$0,011 \times 10^{-3}$	$126,0 \times 10^3$	–	12,0
NOTE The pulse response is based on the use of the reference bandwidth only (see Table 6).				

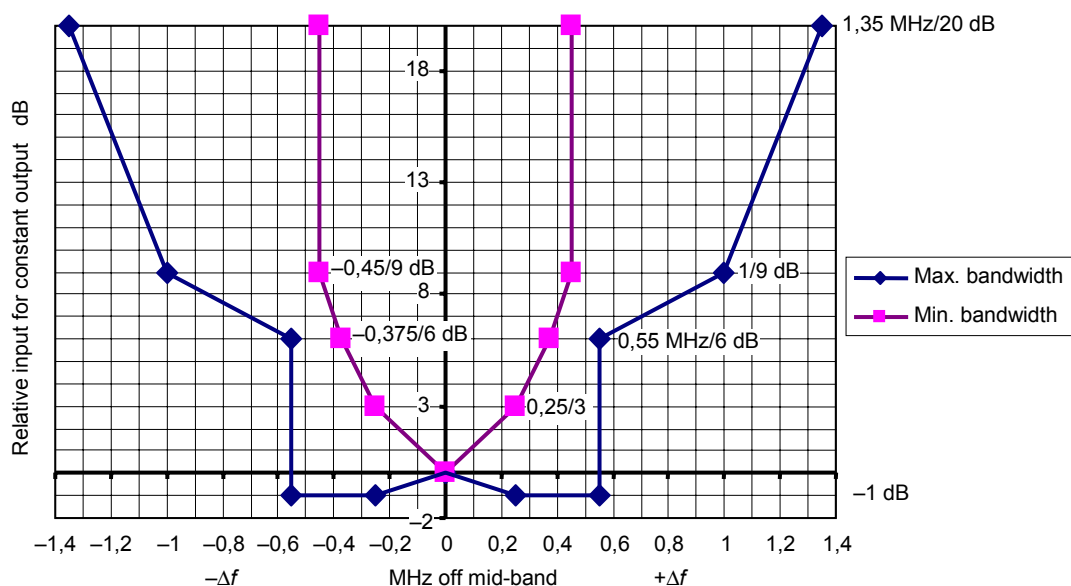
Above 1 GHz, the required impulse strength is defined using a pulse-modulated carrier at the frequency of test, since pulse generators with a uniform spectrum up to 18 GHz are not feasible. (See Clause E.6)

5.5 Selectivity

Since the bandwidth requirements stated in 5.2.1 allow variations from the bandwidths shown in Figures 2a, 2b and 2c, these selectivity curves apply to peak measuring receivers in regard to shape only, and the frequency axis shall be scaled accordingly. For example, $B_6/2$ corresponds to 100 Hz in Figure 2a.

The requirements in 4.5.2, 4.5.3 and 4.5.4 apply.

The curve representing the overall selectivity of the measuring receiver reference bandwidth for band E shall lie within the limits of Figure 8.



NOTE 1 The limits for the impulse bandwidth cannot be shown in the diagram, as the related filter attenuation depends on the type of the filter. Therefore bounds for the 6-dB and the 9-dB bandwidths have been given for orientation.

NOTE 2 The limits for the overall selectivity have been derived from equipment being in use at the time of introduction of the selectivity requirement.

Figure 8 – Limits for the overall selectivity – pass band (Band E)

5.6 Intermodulation effects, receiver noise, and screening

For the frequency range below 1 GHz, the requirements stated in 4.6, 4.7 and 4.8 apply. Subclauses 4.7 and 4.8.1 apply also for Band E.

In addition, the following applies for Band E:

- Requirements for intermodulation effects are under consideration.
- Preselection filter for Band E: when measuring low level spurious signals in the presence of a strong fundamental signal for certain equipment-under-test, insert a filter at the measuring receiver's input (internally or externally) which provides adequate attenuation at the fundamental frequency to protect the input circuits of the receiver from overload and damage and to prevent the generation of harmonic and intermodulation signals.

NOTE 1 30 dB filter attenuation at the fundamental frequency of the equipment-under-test is normally adequate.

NOTE 2 Several filters may be required to deal with more than one fundamental frequency.

Requirements for screening effectiveness, that is, the immunity to high ambient radiated disturbances, are under consideration.

6 Measuring receivers with average detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz

Average measuring receivers are generally not used for the measurement of impulsive disturbance. This type of receiver has a detector designed to indicate the average value of the envelope of the signal passed through the pre-detector stages. The average detector is used to measure narrowband signals to overcome problems associated with either modulation content or the presence of broadband noise.

Spectrum analyzers that meet the requirements of this clause can be used for compliance measurements.

6.1 Input impedance

The input port of the measuring receiver shall be unbalanced. For receiver control settings within the CISPR indicating range, the input impedance shall be nominally 50 Ω with a VSWR not to exceed the values stated in Table 5.

Symmetric (balanced) input impedance in the frequency range 9 kHz to 150 kHz: use a balanced input transformer for symmetrical (that is, ungrounded) measurements. (The preferred input impedance for the frequency range 9 kHz to 150 kHz is 600 Ω .) Symmetric input impedance may be incorporated either in the relevant symmetrical artificial network required to couple to the receiver or, optionally, in the measuring receiver itself.

6.2 Fundamental characteristics

6.2.1 Bandwidth

The bandwidths shall lie within the values shown in Table 8.

Table 8 – Bandwidth requirements

Frequency range	Bandwidth B_6	Reference BW
9 kHz to 150 kHz (Band A)	100 Hz to 300 Hz ^a	200 Hz (B_6)
150 kHz to 30 MHz (Band B)	8 kHz to 10 kHz ^a	9 kHz (B_6)
30 MHz to 1 000 MHz (Bands C and D)	100 kHz to 500 kHz ^a	120 kHz (B_6)
1 GHz to 18 GHz (Band E)	300 kHz to 2 MHz ^a	1 MHz ^b (B_{imp})
^a The subject of bandwidth is discussed in Clause E.1. If a bandwidth other than the reference BW is used, this bandwidth shall be stated when the disturbance level is reported.		
^b The bandwidth selected shall be defined as in Table 6.		

6.2.2 Overload factor

For receivers with average detectors, the overload factor for circuits preceding the detector at a pulse repetition rate of n Hz shall be B_{imp}/n , with B_{imp} in Hz.

The receiver shall not overload for pulse rates equal to or greater than 25 Hz for Band A, 500 Hz for Band B, and 5 000 Hz for Bands C and D.

NOTE With this type of receiver, in general, it is not possible to provide a sufficient overload factor to prevent non-linear operation of the receiver at very low pulse rates (the response to a single pulse is not defined).

6.3 Sine-wave voltage accuracy

The accuracy of sine-wave voltage measurement shall be better than ± 2 dB ($\pm 2,5$ dB above 1 GHz) when the receiver is fed with a sine-wave signal at 50 Ω resistive source impedance.

6.4 Response to pulses

NOTE – Annexes B and C describe methods for determining the output characteristics of pulse generators for use in testing the requirements of this clause in the frequency range below 1 GHz.

6.4.1 Amplitude relationship

Up to 1 000 MHz, the average detector is defined as follows (linear average): the response of the measuring receiver to pulses of repetition rate n Hz and impulse area of $1,4/n$ mVs emf at 50 Ω source impedance, shall be equal to the response to an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency having an emf with rms value of 2 mV [66 dB(μ V)]. The source impedances of both the pulse generator and the signal generator shall be the same. The pulses shall have a uniform spectrum according to data shown in Table 2 of 4.4.1. The value of n shall be 25 for Band A, 500 for Band B, and 5 000 for Bands C and D. A tolerance of 2,5 dB/–0,5 dB is permitted on the sine-wave voltage level.

NOTE At repetition frequencies of 25, 100, 500, 1 000 and 5 000 Hz, the relationship between the indications of an average and a quasi-peak measuring receiver of the same bandwidth, assuming adequate overload factors and a constant output level, is given in Table 9.

Table 9 – Relative pulse response of average and quasi-peak measuring receivers for the same bandwidth (frequency range 9 kHz to 1 GHz)

Frequency range of measuring receiver	Ratio quasi-peak/average indications (dB) for pulse repetition rate				
	25 Hz	100 Hz	500 Hz	1 000 Hz	5 000 Hz
9 kHz to 150 kHz (Band A)	12,4				
0,15 MHz to 30 MHz (Band B)		(32,9)	22,9	(17,4)	
30 MHz to 1 000 MHz (Bands C and D)				(38,1)	26,3
NOTE 1: The pulse response is based on the use of the reference bandwidth only (see Table 8).					
NOTE 2: Values in parentheses are for information only.					

Above 1 GHz (Band E), two modes of the average (weighting) detector are defined - linear and logarithmic:

For the linear average detector, the response of the measuring receiver to pulses of repetition rate n Hz and impulse area of $1,4/n$ mVs emf at 50 Ω source impedance shall be equal to the response of an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency having an emf of rms value of 2 mV [66 dB(μ V)]. The pulse shall be defined as a pulse-modulated carrier. The value of n shall be 50 000. A tolerance of $\pm 1,5$ dB is permitted on the sine-wave voltage level.

For the logarithmic average detector, the response of the measuring receiver to pulses of repetition rate 333 kHz (inverse of period 3 μ s) and impulse area of 6,7 nVs emf at 50 Ω source impedance shall be equal to the response of an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency having an c with rms value of 2 mV [66 dB(μ V)]. A tolerance of ± 4 dB is

allowed on the sine-wave voltage level (the 10% tolerance of the bandwidth causes a possible variation of approximately $\pm 2,5$ dB).

For further details, see Clause E.6

NOTE 1 Average detection can be achieved with spectrum analyzers operated with a video bandwidth $B_{\text{video}} \ll B_{\text{resol}}$ in order to achieve proper averaging based on the repetition frequency of the measured signal. For measurements based on a reduction of the video bandwidth, ensure the scanning time is sufficiently long to allow the video filter to respond correctly.

NOTE 2 For average (weighted) measurements in the linear mode, the result will correspond to the average level of the measured signal. If the logarithmic mode is used, the result will correspond to the average of the logarithmic values of the measured signal. Thus, for a square-wave signal taking alternatively the values 20 dB(μ V) and 60 dB(μ V), the level obtained in the logarithmic mode is 40 dB(μ V), whereas in the linear mode, the level of 54,1 dB(μ V) represents the true average value of the signal.

6.4.2 Variation with repetition frequency

The response to repetitive pulses of a measuring receiver equipped with a linear average detector shall be such that, for a constant indication on the measuring receiver, the relationship between amplitude and repetition frequency is in accordance with the following rule:

Amplitude proportional to (repetition frequency)⁻¹

A tolerance of +3 dB to -1 dB is allowed in the frequency range from the lowest useable repetition frequency to a frequency equal to $B_3/2$, as determined from overload considerations.

NOTE The theoretical pulse response curves of quasi-peak and average detector receivers, combined on an absolute scale, are shown in Figure 1d. The response to repeated pulses of the measuring receiver equipped with a logarithmic average detector (above 1 GHz) is influenced by the noise level between the pulses. Using the following values:

L_{logAv} is the level indicated by the logarithmic average detector

T_P is the pulse duration

L_P is pulse level in dB(μ V)

T_N is the duration of the noise level

L_N is noise level in dB(μ V)

then the following approximate relationship applies:

$$L_{\text{logAv}} = \left(\frac{T_P L_P + T_N L_N}{T_P + T_N} \right)$$

Example: if the pulse level L_P is 85 dB(μ V) and the noise level L_N is 8 dB(μ V), $T_P = 1/B_{\text{imp}} = 1 \mu\text{s}$, the pulse rate n is 100 000, then $T_N \approx 9 \mu\text{s}$. From this equation, $L_{\text{logAv}} = 15,7$ dB(μ V). In reality, L_{logAv} is higher because T_P is higher, because the pulse signal at the IF output does not drop to noise level immediately after 1 μs .

A tolerance is under consideration.

6.4.3 Response to intermittent, unsteady and drifting narrowband disturbances

The response to intermittent, unsteady and drifting narrowband disturbances shall be such that the measurement result is equivalent to the peak reading of a meter with a time constant of 160 ms for bands A and B and of 100 ms for bands C and D, as depicted in Figure 5. The time constant is as defined in A.3.1. This can be accomplished by a meter simulating network following the envelope detector of the receiver. The peak reading may be taken, for example, by continuous monitoring of the meter output using an A/D converter and a microprocessor, as shown in Figure 4.

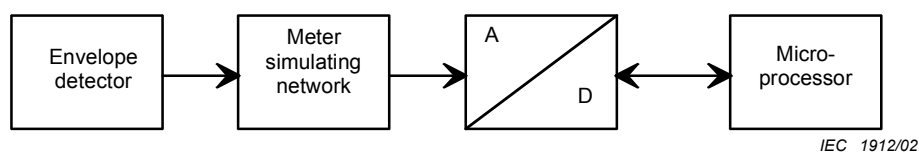


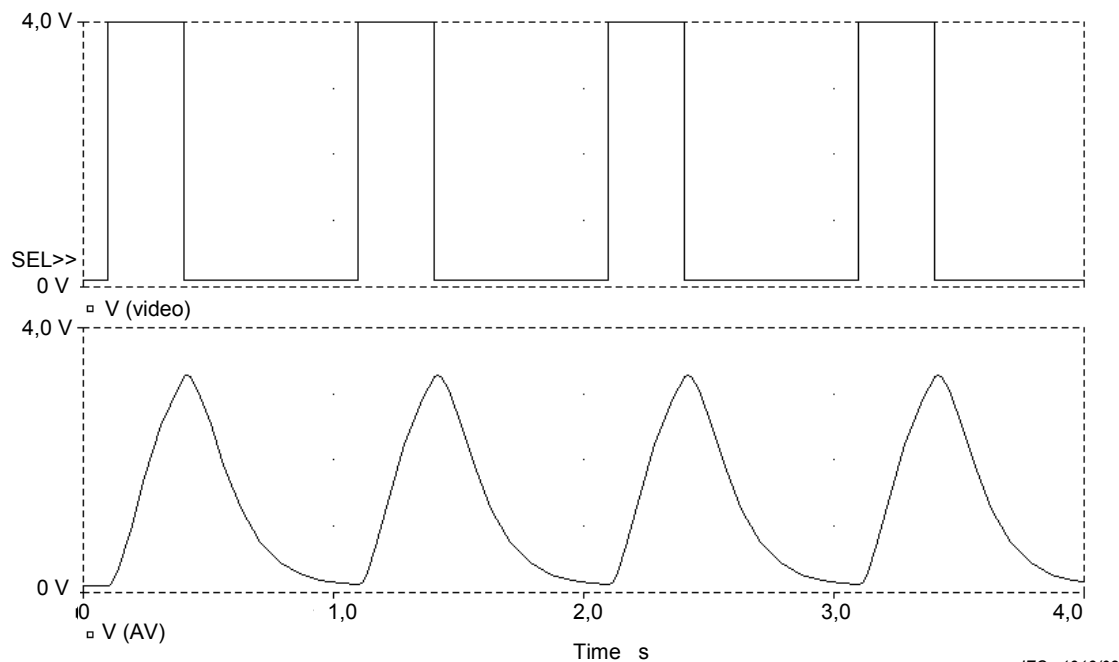
Figure 4 – Block diagram of an average detector.

For band E, the meter time constant for the linear average detector is 100 ms. For the logarithmic average detector, the requirement is under consideration.

It is deduced from the above requirement that an average measuring receiver shall yield the maximum reading listed in Table 10 for a radiofrequency sine-wave input signal modulated with repeated rectangular pulses having the duration and period indicated in the table. A tolerance of $\pm 1,0$ dB is allowed for this requirement.

Table 10 – Maximum reading of average measuring receivers for a pulse-modulated sine-wave input in comparison with the response to a continuous sine-wave having the same amplitude

Repeated rectangular pulses for modulation	Band A/B receiver $T_M = 0,16$ s	Band C/D receiver $T_M = 0,1$ s
Duration = T_M Period = 1,6 s	0,353 (= –9,0 dB)	0,353 (= –9,0 dB)
NOTE In band E, this applies for the linear average detector only.		



NOTE The response to intermittent narrowband disturbances may be defined for the logarithmic average detector operating with a certain video bandwidth, for example, 10 Hz, and the maximum hold function of the spectrum display.

NOTE The response shown is caused by an intermittent narrowband signal with a duration of 0,3 s and a repetition frequency of 1 Hz, when a time constant of 100 ms is used. If the time constant is 160 ms, the peaks at the output of the meter simulating network will be lower.

Figure 5 – Response of the meter simulating network to an intermittent narrowband signal

6.5 Selectivity

For receivers with a bandwidth of 200 Hz (for the frequency range 9 kHz to 150 kHz) or a bandwidth of 9 kHz (for frequency range 0,15 MHz to 30 MHz) the overall selectivity shall be within the limits shown in Figures 2a and 2b, respectively. For receivers with a bandwidth of 120 kHz (for the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz), the overall selectivity shall be within the limits shown in Figure 2c. For receivers having other bandwidths, Figures 2a, 2b and 2c describe the shape only and the frequency axis shall be scaled accordingly. The curve representing the overall selectivity of the measuring receiver reference bandwidth for band E shall lie within the limits of Figure 8.

The requirements of 4.5.2, 4.5.3 and 4.5.4 apply.

NOTE For the measurement of equipment that requires higher selectivity at the transition between 130 kHz and 150 kHz (for example, mains signalling equipment as defined in EN 50065-1¹⁾), a highpass filter may be added in front of the measuring receiver to achieve the following combined selectivity of CISPR measuring receiver and highpass filter:

Frequency kHz	Relative attenuation dB
150	≤ 1
146	≤ 6
145	≥ 6
140	≥ 34
130	≥ 81

The measuring receiver in conjunction with the highpass filter should fulfil the requirements of this standard.

6.6 Intermodulation effects, receiver noise, and screening

The requirements stated in 5.6 apply.

7 Measuring receivers with rms-average detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz

7.1 General

RMS-average weighting receivers employ a weighting detector that is a combination of the rms detector (for pulse repetition frequencies above a corner frequency f_c) and the average detector (for pulse repetition frequencies below the corner frequency f_c), thus achieving a pulse response curve with the following characteristics: 10 dB/decade above the corner frequency and 20 dB/decade below the corner frequency.

Spectrum analyzers that meet the requirements of this clause can be used for compliance measurements.

7.2 Input impedance

The input circuit of measuring receivers shall be unbalanced. For receiver control settings within the CISPR indicating range, the input impedance shall be nominally 50 Ω with a VSWR not to exceed the values in Table 15.

¹⁾ EN 50065-1:2001, *Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz – Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances*

Table 15 – VSWR requirements of input impedance

Frequency range	RF attenuation dB	VSWR
9 kHz to 1 GHz	0	2,0 to 1
9 kHz to 1 GHz	10	1,2 to 1
1 GHz to 18 GHz	0	3,0 to 1
1 GHz to 18 GHz	10	2,0 to 1

Symmetric input impedance in the frequency range 9 kHz to 30 MHz: to permit symmetrical measurements, a balanced input transformer is used. The preferred input impedance for the frequency range 9 kHz to 150 kHz is 600 Ω . This symmetric input impedance may be incorporated either in the relevant symmetrical artificial network necessary to couple to the receiver or optionally in the measuring receiver.

7.3 Fundamental characteristics

7.3.1 Bandwidth

The bandwidths shall lie within the values of Table 16.

Table 16 – Bandwidth requirements

Frequency range	Bandwidth
9 kHz to 150 kHz (band A)	200 Hz (B_6)
150 kHz to 30 MHz (band B)	9 kHz (B_6)
30 MHz to 1 000 MHz (bands C and D)	120 kHz (B_6)
1 GHz to 18 GHz (band E)	1 MHz (B_{imp})
NOTE The chosen value in band E is defined as the impulse bandwidth of the measuring receiver with a tolerance of ± 10 %.	

7.3.2 Overload factor

Above the corner frequency f_c , specified below, the overload factor for circuits preceding the detector at a pulse repetition rate of n Hz shall be $1,27(B_3/n)^{1/2}$, with B_3 in Hz. Below the corner frequency the overload factor at a pulse repetition rate of n Hz shall be above the value $1,27(B_3/f_c)^{1/2}(f_c/n)$.

NOTE 1 "Corner frequency" is the pulse repetition frequency above which the rms-average detector behaves like an rms detector and below which the rms-average detector has the slope of a linear average detector.

The minimum pulse repetition rate without overload shall conform to the values given in Table 17.

Table 17 – Minimum pulse repetition rate without overload

Frequency range of measuring receiver	Corner frequency f_c kHz	Minimum pulse repetition rate Hz	Ratio peak/rms -average indications dB
9 kHz to 150 kHz (band A)	0,01	5	19
0,15 MHz to 30 MHz (band B)	0,01	5	35,5
30 MHz to 1 000 MHz (bands C and D)	0,1	31,6	40,6
1 GHz to 18 GHz (band E)	1	316	40

NOTE 2 With this type of detector it will not, in general, be possible to provide sufficient overload factor to prevent non-linear operation of the instrument at very low pulse repetition rates for short pulses in bands C/D and E (the response to a short single pulse is only theoretically defined in these bands).

NOTE 3 Annex A describes the calculation for the overload factor for the rms detector. Annex B describes the determination of the pulse generator spectrum. Annex C describes the accurate measurement of the output levels of nanosecond pulse generators.

NOTE 4 For band E, the test may be made with a pulse-modulated sine-wave signal, with an occupied bandwidth of e.g. 2 MHz. Clause E.6 gives the specification of an applicable test signal.

7.4 Sine-wave voltage accuracy

The accuracy of measurement of sine-wave voltages shall be better than ± 2 dB ($\pm 2,5$ dB above 1 GHz) when supplied with a sine-wave signal at 50 Ω resistive source impedance.

7.5 Response to pulses

7.5.1 Construction details

The detector function can be represented by an rms detector that continuously determines rms values during periods of time equal to the reciprocal of the corner frequency f_c . These rms values are then passed through a second order low-pass filter that corresponds to the critically damped indication that is specified for the quasi-peak detector, the time constant of which is defined up to 1 GHz. For band E, the time constant is 100 ms. In case of variation with time, the maximum output of the low-pass filter is the measurement result.

NOTE Annexes B, C and E (currently included in CISPR 16-1-1) describe methods for determining the output characteristics of pulse generators for use in testing the requirements of this clause.

7.5.2 Amplitude relationship

The response of the measuring receiver for band A to pulses of impulse area $[278 (B_3)^{-1/2}]$ μ Vs emf. at a 50 Ω source impedance which have a uniform spectrum up to at least the highest tuneable frequency of band A, and repeated at a frequency of 25 Hz, shall for all frequencies of tuning, be equal to the response to an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency having an emf of 2 mV (66 dB(μ V)) rms. For the measuring receivers for bands B, C, D and E, the corresponding values are $[44 (B_3)^{-1/2}]$ μ Vs and 1 000 Hz. The source impedances of the pulse generator and the signal generator shall both be the same. A tolerance of $\pm 1,5$ dB is permitted in the sine-wave voltage levels prescribed above.

NOTE Annex A describes the calculation for the pulse response of the rms detector. At a repetition frequency of 25 Hz and 100 Hz (i.e. the quasi-peak detector reference pulse repetition frequency), respectively, the relationship between the indications of an rms-average and a quasi-peak measuring receiver of the same bandwidth is given in Table 18.

Table 18 – Relative pulse response of rms-average and quasi-peak measuring receivers

Frequency range of measuring receiver	Pulse repetition rate Hz	Ratio quasi-peak/rms-average indications dB
9 kHz to 150 kHz (band A)	25	4,2
0,15 MHz to 30 MHz (band B)	100	14,3
30 MHz to 1 000 MHz (bands C and D)	100	20,1

7.5.3 Variation with repetition frequency

The response of the measuring receiver to repeated pulses shall be such that, for a constant indication on the measuring receiver, the relationship between amplitude and repetition frequency above the corner frequency f_c shall be in accordance with the following rule:

- amplitude proportional to (repetition frequency)^{-1/2}.

Below the corner frequency f_c the relationship shall be in accordance with the following rule:

- amplitude proportional to (repetition frequency)⁻¹.

The response curve for a particular receiver shall lie between the limits in Table 19.

Table 19 – Pulse response of rms-average receiver

Repetition frequency Hz	Relative equivalent level of pulse in dB			
	Band A	Band B	Bands C and D	Band E
100 000	–	–	(–20 ± 2,0)	–20 ± 2,0
10 000	–	–	–10 ± 1,0	–10 ± 1,0
1 000	–	0 (ref.)	0 (ref.)	0 (ref.)
316	–	+5 ± 0,5	+5 ± 0,5	+10 ± 1,0
100	–6 ± 0,6	+10 ± 1,0	+10 ± 1,0	(+20 ± 2,0)
31,6	–	+15 ± 1,5	+20 ± 2,0	
25	0 (ref.)	+16 ± 1,6		
10	+4 ± 0,4	+20 ± 2,0		
5	+9 ± 0,7	+25 ± 2,3		
1	–	–		
NOTE 1 Values in brackets are for information only.				
NOTE 2 The values at 5 Hz for bands A and B take into account the effect of the meter time constant.				

7.5.4 Response to intermittent, unsteady and drifting narrowband disturbances

The response to intermittent, unsteady and drifting narrowband disturbances shall be such that the measurement result is equivalent to the peak reading of a meter with a time constant of 160 ms for bands A and B and of 100 ms for bands C, D and E. This can be accomplished by the meter simulating network (analog or digital) to which the rms values described in 7.5.1 are used as input.

It is deduced from the above requirement that an rms-average measuring receiver shall yield the maximum reading listed in Table 9 for a radiofrequency sine-wave input signal modulated with repeated rectangular pulses having the duration and period indicated in Table 20. A tolerance of $\pm 1,0$ dB is allowed for this requirement.

Table 20 – Maximum reading of rms-average measuring receivers for a pulse-modulated sine-wave input in comparison with the response to a continuous sine-wave having the same amplitude

Repeated rectangular pulses for modulation	Band A/B receiver $T_M = 0,16$ s	Band C/D/E receiver $T_M = 0,1$ s
Duration = T_M Period = 1,6 s	0,398 (= –7,9 dB)	0,353 (= –9,0 dB)
NOTE The value for the band A/B receiver can vary by about $\pm 0,5$ dB due to varying overlapping of the 160 ms pulse duration with the 100 ms rms integration time duration.		

7.6 Selectivity

The selectivity curves for the rms-average weighting receiver shall be equal to those of Figures 2a, 2b and 2c, for bands A, B, C and D. For the band E receiver, the selectivity curve is given in Figure 8.

The requirements of 4.5.2, 4.5.3 and 4.5.4 apply. For band E receivers, requirements are under consideration.

7.7 Intermodulation effects, receiver noise, and screening

For the frequency range below 1 GHz, the requirements of 4.6, 4.7 and 4.8 apply. Subclauses 4.7 as well as 4.8.1 also apply for band E.

For band E, the following applies.

- Requirements for intermodulation effects are under consideration.
- Preselection filter for band E: When measuring weak spurious signals in the presence of a strong fundamental signal from certain equipment under test, a filter shall be provided at the input of the measuring receiver to ensure adequate attenuation at the fundamental frequency to protect the input circuits of the receiver from overload and damage, and to prevent the generation of harmonic and intermodulation signals.

NOTE 1 30 dB filter attenuation at the fundamental frequency of the equipment under test is normally adequate.

NOTE 2 A number of such filters may be required to deal with more than one fundamental frequency.

Requirements for screening effectiveness, i.e. the immunity to high ambient radiated disturbances, are under consideration.

8 Measuring receivers for the frequency range 1 GHz to 18 GHz with amplitude probability distribution (APD) measuring function

APD of disturbance is defined as the cumulative distribution of the “probability of time that the amplitude of disturbance exceeds a specified level”.

APD can be measured at the output of the envelope detector or the succeeding circuits of an RF measuring receiver or a spectrum analyzer. The amplitude of disturbance should be expressed in terms of the corresponding field strength or voltage at the receiver input. Usually, an APD measurement is carried out at a fixed frequency.

The APD measuring function will be an additional function of the measuring apparatus and may be attached to, or incorporated in the measuring instrument.

The APD measuring function can be implemented using the following methods. One approach uses comparators and counters (Figure G.1). The equipment determines the probabilities of exceeding a set of pre-assigned amplitude (i.e. voltage) levels. The number of levels equals the number of comparators. Another possible method involves the use of an analog-to-digital converter, a logic circuit, and memory (Figure G.2). The equipment can also provide the APD figure for a set of pre-assigned amplitude levels. The number of levels depends on the resolution of the analog-to-digital converter (e.g. 256 levels for an 8-bit converter).

APD measurements using the aforementioned function are applicable to products or product families if their potential to cause interference to digital communication systems is to be determined (see CISPR 16-3, Amendment 1, subclause 4.7, for background material to amplitude probability distribution (APD) specifications).

The following specifications apply to the APD measuring function. A rationale for these specifications is provided in Annex G.

• Specifications

- a) The dynamic range of the amplitude shall be greater than 60 dB.
- b) The amplitude accuracy, including threshold level setting error, shall be better than $\pm 2,7$ dB.
- c) The maximum measurable time of a disturbance shall be longer than or equal to 2 min. The intermittent measurement can be used if the dead time is less than 1 % of the total measurement time.
- d) The minimum measurable probability shall be 10^{-7} .
- e) The APD measuring function shall be capable of assigning at least two amplitude levels. The probabilities corresponding to all pre-assigned levels shall be measured simultaneously. The resolution of the pre-assigned amplitude levels shall be 0,25 dB at a minimum or better
- f) The sampling rate shall be greater than or equal to 10 million samples per second when using a resolution bandwidth of 1 MHz.

• Recommended specification

- g) amplitude resolution of the APD display should be less than 0,25 dB for APD measuring equipment with an A/D converter.

NOTE APD measurements may also be applicable in the frequency range below 1 GHz.

9 Disturbance analyzers

Disturbance analyzers are used for the automatic assessment of amplitude, rate and duration of discontinuous disturbances (clicks).

A 'click' has the following characteristics:

- a) the QP amplitude exceeds the quasi-peak limit of continuous disturbance,
- b) the duration is not longer than 200 ms,
- c) and the spacing from a preceding or subsequent disturbance is equal to or more than 200 ms.
- g) A series of short pulses shall be treated as a click when its duration, measured from the start of the first to the end of the last pulse, is not longer than 200 ms and conditions a) and c) are fulfilled.

The time parameters are determined from the signal which exceeds the IF reference level of the measuring receiver.

NOTE 1 Definition and assessment of clicks are in compliance with CISPR 14-1:2005.

NOTE 2 Current analyzers are designed to be used with a quasi-peak measuring receiver of the type which works with a limited internal signal level. As a result, such analyzers may not interface correctly with all receivers.

9.1 Fundamental characteristics

- a) The analyzer shall be equipped with a channel to measure the duration and spacing of discontinuous disturbances; the input of this channel shall be connected to the IF output of the measuring receiver. For these measurements, only the part of the disturbance has to be considered which exceeds the IF reference level of the receiver. The accuracy of duration measurements shall be not worse than ± 5 %.

NOTE 1 The IF reference level is the corresponding value in the IF output of the measuring receiver to an unmodulated sinusoidal signal, which produces a quasi-peak indication equal to the limit for continuous disturbances.

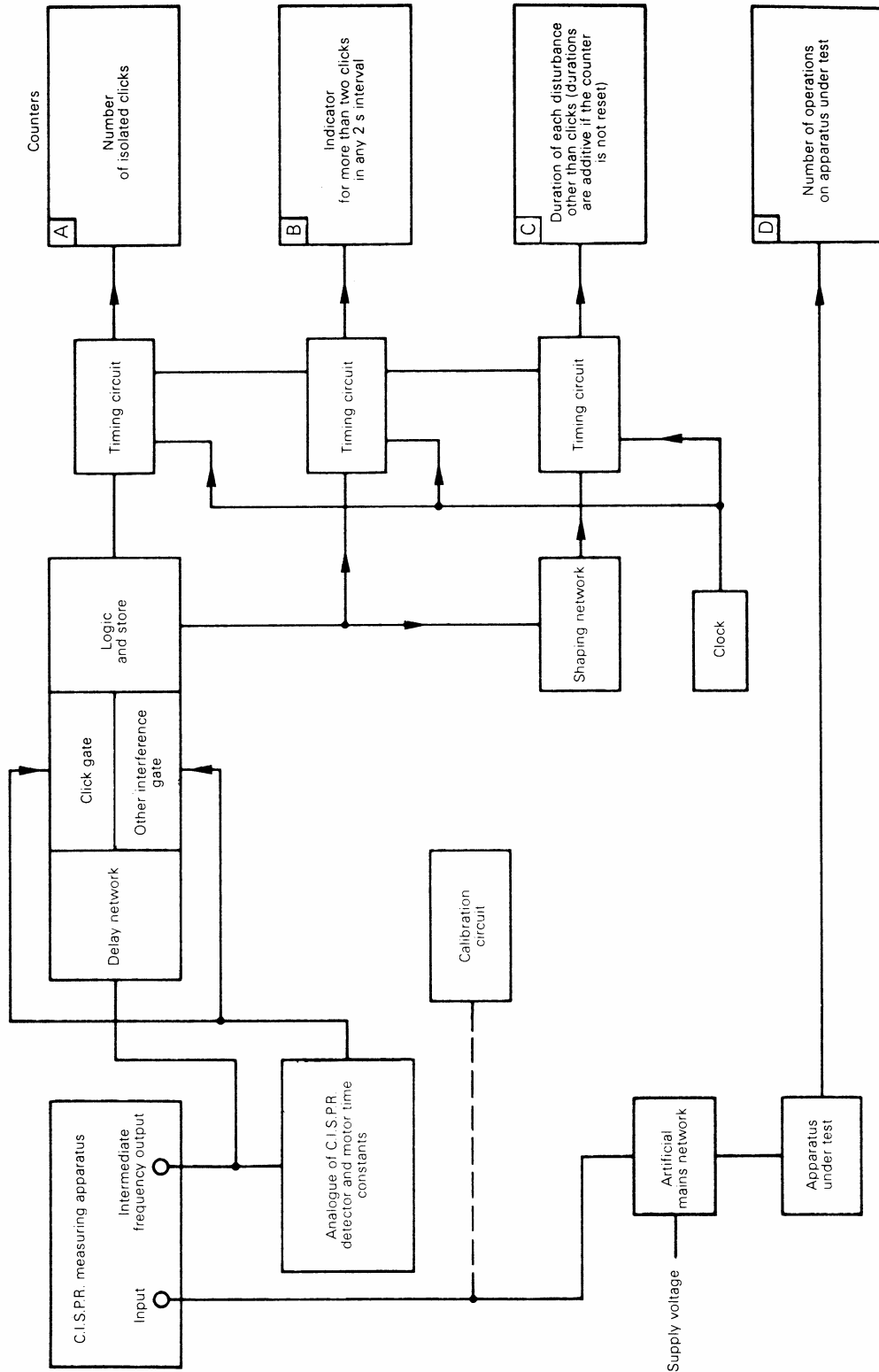
- b) The analyzer shall be equipped with a channel to assess the quasi-peak amplitude of a disturbance.
- c) The amplitude in the quasi-peak channel shall be measured 250 ms after the last falling edge in the IF channel.
- d) The combination of both channels shall comply in all respects with the requirements of 4.1.
- e) The analyzer shall be capable of indicating the following information:
 - the number of clicks of duration equal to or less than 200 ms;
 - the duration of the test in minutes;
 - the click rate;
 - the incidence of disturbances other than clicks which exceed the QP limit of continuous disturbance.

NOTE 2 An example of a disturbance analyzer is shown in form of a block diagram in Figure 6.

- f) For validation of the fundamental characteristics the analyzer has to pass the performance check with all the wave forms (test pulses) in Table 14.

Figure 7 presents in a graphical form the waveforms listed in Table 14.

Figure F.1 presents in a graphical form all the waveforms listed in Table F.1 for the performance check of the exceptions from the definitions of a click according to 4.2.3 of CISPR 14-1.



IEC 1305/99

Figure 6 – Example of a disturbance analyzer

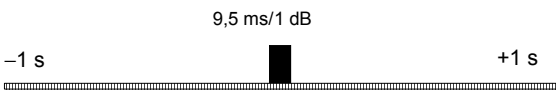
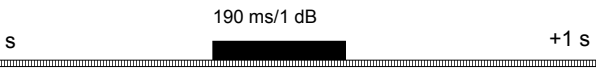
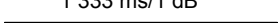
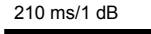
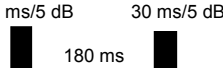
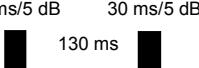
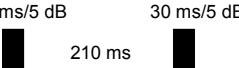
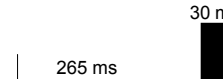
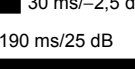
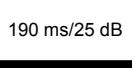
Test No.	Test signal	Evaluation by the analyzer
1	 0,11ms/1 dB	1 click
2	 9,5 ms/1 dB -1 s +1 s	1 click
3	Background: noise or CISPR pulses, 200 Hz: -2,5 dB (QP)  190 ms/1 dB -1 s +1 s	1 click
4	Background: noise or CISPR pulses, 200 Hz: -2,5 dB (QP)  1 333 ms/1 dB	Other than click
5	 210 ms/1 dB	Other than click
6	 30 ms/5 dB 180 ms 30 ms/5 dB	Other than click
7	 30 ms/5 dB 130 ms 30 ms/5 dB	1 click
8	 30 ms/5 dB 210 ms 30 ms/5 dB	2 clicks
9	 Min. 21 pulses/0,11 ms/periodicity 10 ms/1 dB	Other than click
10	 265 ms 30 ms/25 dB	1 click
11	 190 ms/25 dB Band B: 1034 ms/Band C: under consideration	2 clicks
12	 190 ms/25 dB Band B: 1 166 ms/Band C: under consideration  30 ms/-2,5 dB/2 dB IF  30 ms/-2,5 dB/2 dB IF	1 click

Figure 7 – A graphical presentation of test signals used in the test of the analyzer for the performance check against the definition of a click according to Table 14

**Table 14 – Disturbance analyzer performance test –
Test signals used for the check against the definition of a click**

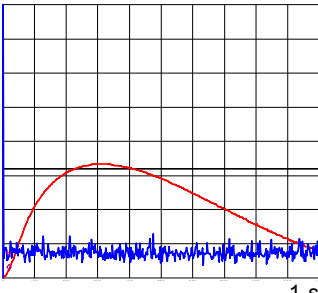
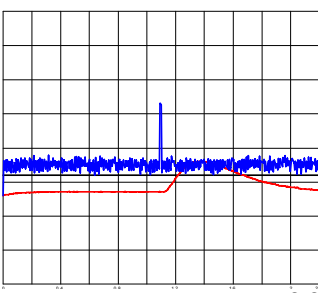
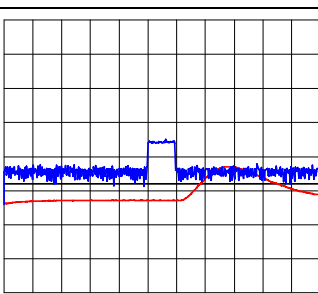
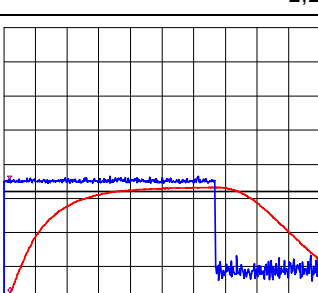
Test No.	Test signal parameters					Evaluation by the analyzer	Graphical presentation of the test signal measured in the IF-output and the associated QP signal relative to the reference indication of the measurement receiver
	1		2		3		
	QP amplitude of impulses adjusted individually relative to QP reference indication of the measurement receiver dB		Duration of impulses ^f adjusted in the intermediate frequency output of the measurement receiver ms		Separation of impulses or periodicity (IF-output) ms		
	Pulse 1	Pulse 2	Pulse 1	Pulse 2			
1	1		0,11			1 click	
2 a	1		9,5			1 click	
3 a	1		190			1 click	
4	1		1 333 ^b			Other than click	

Table 14 (continued)

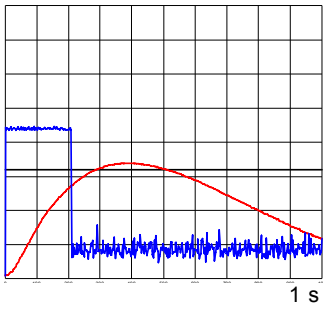
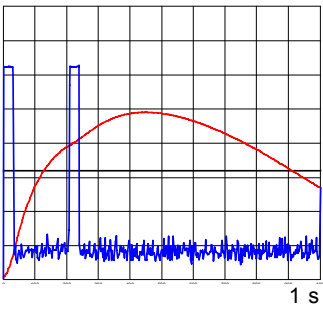
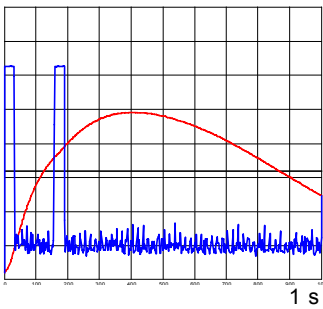
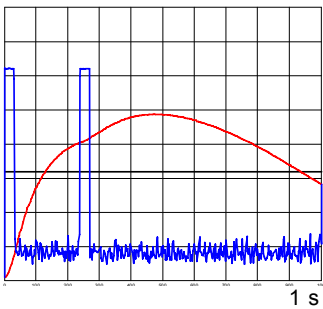
Test No.	Test signal parameters					Evaluation by the analyzer	Graphical presentation of the test signal measured in the IF-output and the associated QP signal relative to the reference indication of the measurement receiver
	1		2		3		
	QP amplitude of impulses adjusted individually relative to QP reference indication of the measurement receiver dB		Duration of impulses ^f adjusted in the intermediate frequency output of the measurement receiver ms		Separation of impulses or periodicity (IF-output) ms		
	Pulse 1	Pulse 2	Pulse 1	Pulse 2			
5	1		210			Other than click (210 ms)	
6	5	5	30	30	180	Other than click (240 ms)	
7	5	5	30	30	130	1 click	
8	5	5	30	30	210	2 clicks	

Table 14 (continued)

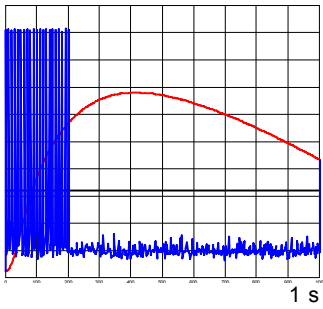
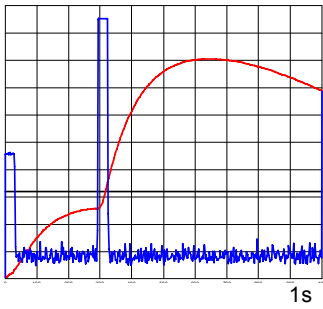
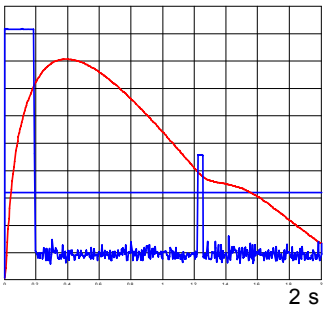
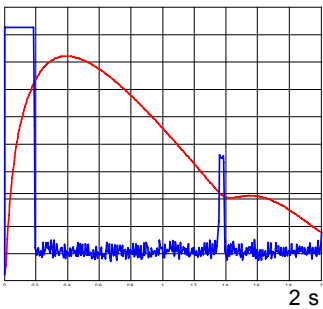
Test No.	Test signal parameters					Evaluation by the analyzer	Graphical presentation of the test signal measured in the IF-output and the associated QP signal relative to the reference indication of the measurement receiver
	1		2		3		
	QP amplitude of impulses adjusted individually relative to QP reference indication of the measurement receiver dB		Duration of impulses ^f adjusted in the intermediate frequency output of the measurement receiver ms		Separation of impulses or periodicity (IF-output) ms		
	Pulse 1	Pulse 2	Pulse 1	Pulse 2			
9	1		0,11		Periodicity 10, min. 21 pulses	Other than click	
10	-2,5	25	30	30	265	1 click	
11	25	-2,5 ^c	190	30	1 034 ^e	2 clicks ^d	
12	25	-2,5 ^c	190	30	1 166 ^e	1 click	

Table 14 (*continued*)

a	To be performed with background noise consisting of 200 Hz CISPR pulses at a level 2,5 dB below the quasi-peak threshold level. These pulses should be present commencing at least 1 s before the test pulse and lasting until at least 1 s after the test pulse.
Observations:	
1)	The graphical representation is done with peak measurements of a very short hold time (<1 ms) of the test receiver which show the 200-Hz pulse. When the pulse-modulated sine wave arrives, the 200-Hz-pulse is no longer visible (as seen in the graph for test no. 3) but still present during the event of the click disturbance
2)	The very narrow responses at the origin in the graphs are due to a firmware imperfection.
b	The 1,333 s impulse checks the threshold of the analyzer for impulses, which are only 1 dB above the quasi-peak threshold level.
c	These lower levels shall be set such that the intermediate frequency threshold is exceeded but the quasi-peak threshold is not exceeded
d	If these two pulses were to be measured as separate disturbances, only one click would be registered.
e	The correspondent values for the frequency range above 30 MHz are under consideration and will be revised after further investigations.
f	The rise times of the pulses shall not be longer than 40 µs.

9.2 Test method for the validation of the performance check for the click analyzer

9.2.1 Basic requirements

The disturbance analyzer is connected to the quasi-peak measuring receiver and tuned to a convenient frequency.

A CW signal and a pulsed CW signal both at the tuned frequency of the receiver are required. A signal generated by CISPR pulse generator, as defined in Annex B, with a 200 Hz PRF covering the receiver bandwidth at the tuned frequency is also required for tests No. 2 and 3.

The pulsed CW signal source shall provide two independently variable pulses. The rise time of the pulses shall be not longer than 40 µs. The pulse duration shall be variable between 110 µs and 1,3 s and the amplitudes variable over a 44 dB range. Any background noise of the pulsed CW signal source shall be at least 20 dB below the reference level used in step a) in the test measured on the receiver's quasi-peak meter.

The test procedure is as follows:

- a) The CW signal is connected to the input of the measuring receiver used in conjunction with the disturbance analyzer. The amplitude of the CW signal is adjusted to bring the meter indication to the reference (zero) point on the meter scale of the measuring receiver equal to a value identical to the QP-limit for continuous disturbance. The receiver RF sensitivity (attenuator) control is adjusted to a level above the receiver noise but below the limit for continuous disturbance used as threshold in the IF channel. The corresponding level of the CW signal at the IF output of the receiver constitutes the IF reference level.

- b) The pulsed CW signal is connected to the input of the measuring receiver. For test number 2 and 3 the signal from the CISPR pulse generator is added to the pulsed CW signal. The parameters of the signal are given in Table 14. The amplitudes of the pulses shown in column 1 of Table 14 are adjusted individually relative to the indication of the limit (QP) for continuous disturbance used as threshold in the IF channel. The levels shall be relative to the respective RF and IF reference levels established in the previous paragraph.

9.2.2 Additional requirements

The test method is identical to the one described in 9.2.1a).

The parameters of the signal are given in Table F.1.

Annex A (normative)

Determination of response to repeated pulses of quasi-peak and rms-average measuring receivers (Subclauses 3.2, 4.4.2, 7.3.2 and 7.5.2)

A.1 General

This annex sets out the data for the numerical calculation, and the procedure for establishing the curve of response to repeated pulses. The assumptions inherent in the method are also stated. The calculation is divided into three successive stages.

NOTE The text on the rms detector in this annex deals with the rms measuring receiver in theory and applies to the rms-average measuring receiver above the corner frequency f_c as defined in Clause 7.

A.2 Response of the pre-detector stages

The pulse response of these stages is, in general, determined solely by the IF stages that define the overall selectivity of the receiver.

It is common practice to consider that this selectivity can be obtained by an assembly of two critically-coupled tuned transformers arranged in cascade so as to produce the desired pass-band at the –6 dB points. Any other equivalent arrangement can be reduced to the above for purposes of calculation. The practical symmetry of this pass-band permits the use of the equivalent low-pass filter for calculating the envelope of the pulse response. The error resulting from this approximation is negligible.

The envelope of the pulse response is written:

$$A(t) = 4 \omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cos \omega_0 t) \quad (\text{A.1a})$$

where

G is the overall gain at tuned frequency;

ω_0 is the angular frequency of value $(\pi/\sqrt{2}) B_6$.

The envelope of the response of two critically-coupled tuned transformers to an impulse area $v\tau$ is, from the previous equation:

$$A(t) = (v\tau) 4 \omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cos \omega_0 t) \quad (\text{A.1b})$$

The corresponding selectivity curve of the equivalent low-pass filter may be written, for $\tau \ll 1/\omega_0$:

$$F(f) = G \left[\frac{(2\omega_0^2)}{(\omega_0 + j\omega)^2 + \omega_0^2} \right]^2 \quad (\text{A.2})$$

where

$$\omega = 2\pi f.$$

The bandwidths B_3 and B_6 will be:

$$B_3 = \left[\sqrt{2} \times \sqrt[4]{(\sqrt{2} - 1)} \right] \omega_0 / \pi = 0,361 \omega_0 \quad (\text{A.3a})$$

$$B_6 = \sqrt{2} \times \omega_0 / \pi = 0,450 \omega_0 \quad (\text{A.3b})$$

The effective bandwidth of a receiver, comprising an idealized rectangular filter giving the same r.m.s. value of response as an actual receiver, is equal to the power bandwidth Δf defined as:

$$\Delta f = (1/F_0^2) \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad (\text{A.4})$$

where

$F(f)$ is the selectivity curve;

F_0 is the maximum value of $F(f)$ (assuming a single peak selectivity curve).

The power bandwidth is then, for $F_0 = 1$

$$\Delta f = \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad (\text{A.5})$$

Taking $F(f)$ from equation (A.2) and putting $G = 1$, we have:

$$\Delta f = \int_0^{\infty} 2 \left[\left(2\omega_0^2 \right) / \left((\omega_0 + j\omega)^2 + \omega_0^2 \right) \right]^4 df \quad (\text{A.6})$$

this leads to:

$$\Delta f = 0,265 \sqrt{2} \times \omega_0 = 0,375 \omega_0 \quad (\text{A.7})$$

thus:

$$B_3 = 0,963 \Delta f \quad (\text{A.8})$$

A.3 Response of the quasi-peak voltmeter detector to output of preceding stages

The calculation is made on the assumption that the connection of the detector circuits to the output of the last IF stages does not affect either the amplitude or the shape of the signal therefrom. In other words, the output impedance of this stage is regarded as negligible compared with the input impedance of the detector.

Any detector may be reduced to the form (actual or equivalent) of a non-linear element (for example a diode) in association with a resistance (total forward resistance S) and followed by a circuit consisting of a capacitance C in shunt with a discharge resistance R .

The electrical charge time constant T_C is related to the product SC , while the electrical discharge time constant T_D is given by the product RC .

The relationship between T_C and the product SC will be established by obtaining, in a time $t = T_C$, an indicated voltage of 0.63 times the final steady value when a constant amplitude RF signal is suddenly applied.

The voltage U across the capacitor is related to the amplitude A of the RF signal applied to the detector by the equation:

$$dU/dt + U/(RC) = A (\sin \theta - \theta \cos \theta)/(\pi \times SC) \quad (A.9)$$

where θ is the conduction angle ($U = A \cos \theta$).

This equation is not directly integrable. A value for the product SC , which, for the time constants chosen satisfies the above conditions, is found by methods of approximation, for example:

in band A:	T_C	=	45 ms
	T_D	=	500 ms
	$2,81SC$	=	1 ms
in band B:	T_C	=	1 ms
	T_D	=	160 ms
	$3,95SC$	=	1 ms
in bands C and D:	T_C	=	1 ms
	T_D	=	550 ms
	$4,07SC$	=	1 ms

By inserting the value thus obtained in equation (A.9), this may be solved for either an isolated pulse or repeated pulses (again by methods of approximation) by introducing, in place of the constant amplitude A , the function $A(t)$ given by equation (A.1) in clause A.2.

This case of repeated pulses can be solved practically only by arbitrarily assuming a level for the output voltage of the detector at the start of each pulse, by determining the increment ΔU of this voltage caused by the pulse, and then finding the spacing which must exist between two successive pulses in order to repeat the assumed initial conditions.

A.3.1 Response of the indicating instrument to the signal from the detector

The only simplifying, but perfectly legitimate, assumption is that the rising portion of the output voltage of the detector is instantaneous.

The following characteristic equation then has to be solved:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{2}{T_M} \frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{T_M^2} \alpha = \frac{1}{T_M^2} \exp\left(\frac{-t}{T_D}\right) \quad (A.10)$$

where

$\alpha(t)$ is the instrument deflection;

T_D is the electrical discharge time constant of the quasi-peak voltmeter;

T_M is the mechanical time constant of the critically damped indicating instrument.

The solution of the problem is relatively simple for the two extremes of the response curve; on the one hand, for pulses sufficiently separated for the starting point to be zero and thus known, and on the other, for pulses having a sufficiently high repetition rate for the inertia of the instrument to prevent it following the fluctuations faithfully. For the intermediate cases, the calculation becomes more complicated. At the start of each pulse, the instrument deflection is varying and it is necessary to find a solution which takes account of the initial position and velocity.

A.4 Response of r.m.s. detector to output voltage of preceding stages

By definition, the output voltage of the r.m.s. detector is given by:

$$U_{\text{rms}} = \left[n \int_0^{+\infty} (A^2(t) / 2) dt \right]^{1/2} \quad (\text{A.11})$$

where

n is the pulse repetition frequency in hertz.

The output may also be deduced from the frequency response curve as:

$$U_{\text{rms}} = \left[n \int_{-\infty}^{+\infty} (2v\tau \times F^2(f) / 2) df \right]^{1/2} \quad (\text{A.12})$$

where

$v\tau$ is the area of pulse having a uniform frequency spectrum.

This gives:

$$U_{\text{rms}} = \sqrt{2} \times v\tau \times \sqrt{n} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \right]^{1/2} \quad (\text{A.13})$$

Which, from equation (A.5), gives:

$$U_{\text{rms}} = \sqrt{2} \times v\tau \times \sqrt{n} \sqrt{\Delta f} \quad (\text{A.14})$$

From equation (A.14), the amplitude relationship may be deduced by taking:

$$U_{\text{rms}} = 2 \text{ mV, when } n = 100 \text{ Hz}$$

thus:

$$v\tau = (100 \sqrt{2}) / \sqrt{\Delta f} \quad (\mu\text{Vs}) \quad (\text{A.15})$$

or from equation (A.8):

$$v\tau = 139 / \sqrt{B_3} \quad (\mu\text{Vs}) \quad (\text{A.16})$$

A.4.1 Calculation of overload factor

The overload factor corresponding to a pulse repetition frequency of n Hz is calculated as follows:

From equation (A.14):

$$U_{\text{rms}} = (v\tau) \times (2n \Delta f)^{1/2}$$

from equation (A.1), and for $G = 1$:

$$A(t)_{\text{peak}} = 0,944 \times v\tau \times \omega_0$$

thus overload factor:

$$A(t)_{\text{peak}} / \sqrt{2} \times U_{\text{rms}} = 1,28 (B_3/n)^{1/2} \quad (\text{A.17})$$

A.5 Relationship between indication of r.m.s. meter and quasi-peak meter

The amplitude relationship for the r.m.s. meter which states the value of pulse $(v\tau)_{\text{rms}}$ for the case of 100 Hz, which is equivalent to a sine-wave signal of 2 mV is, from equation (A.16):

$$(v\tau)_{\text{rms}} = 139 / \sqrt{B_3} \quad (\mu\text{Vs})$$

For the selectivity characteristic quoted in equation (A.2), this corresponds to:

$$(v\tau)_{\text{rms}} = 155 / \sqrt{B_6} \quad (\mu\text{Vs})$$

when reference is made to the bandwidth at 6 dB.

For the quasi-peak receiver, the value of pulse $(v\tau)_{\text{qp}}$ which is equivalent to a sine-wave signal of 2 mV is as follows:

for the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz:

$$(v\tau)_{\text{qp}} = 0,316 \mu\text{Vs}$$

for the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz:

$$(v\tau)_{\text{qp}} = 0,044 \mu\text{Vs}$$

Thus for measuring receivers having band-pass characteristics according to equation (A.2) and a bandwidth at 6 dB equal to the nominal bandwidths prescribed in clauses 4, 5, 6 and 7 the following relationships for $(v\tau)_{\text{rms}}/(v\tau)_{\text{qp}}$ exist:

for the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz:

$$(v\tau)_{\text{rms}}/(v\tau)_{\text{qp}} = 14,3 \text{ dB}$$

for the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz:

$$(v\tau)_{\text{rms}}/(v\tau)_{\text{qp}} = 20,1 \text{ dB}$$

These relationships are valid for a pulse repetition frequency of 100 Hz. At other repetition frequencies, it is necessary to use the corresponding pulse response curves.

Annex B (normative)

Determination of pulse generator spectrum (subclauses 4.4, 5.4, 6.4, 7.4)

B.1 Pulse generator

For checking compliance with the requirements of this standard, a pulse generator is needed. Compliance with the requirements of 4.4, 4.6, 5.4, 6.4 and 7.4 may be tested using the pulse generator technique.

For each frequency band of the measuring receiver under test, the generator used shall be capable of producing pulses with the impulse area specified and over the range of repetition frequencies given in Table B.1. The impulse area should be known within $\pm 0,5$ dB and the repetition frequency to within about 1 %.

Table B.1 – Pulse generator characteristics

Frequency band of receiver under test	Impulse area μVs	Repetition frequency Hz
0,09 to 0,15 MHz	13,5	1, 2, 5, 10, 25, 60, 100
0,15 to 30 MHz	0,316	1, 2, 10, 20, 100, 1 000
30 to 300 MHz	0,044	1, 2, 10, 20, 100, 1 000
300 to 1 000 MHz	(see note)	1, 2, 10, 20, 100, 1 000
NOTE The generator should be capable of producing pulses of adequate impulse area with as uniform a spectrum up to 1 000 MHz as possible.		

B.1.1 The spectrum of the generated pulses

The spectrum is defined by a curve that represents as a function of the tuned frequency of the receiver under test, the law of variation of the equivalent voltage at the input of a measuring apparatus having a constant bandwidth.

The spectrum should be substantially constant up to the upper limit of the frequency band of the receiver under test. The spectrum may be regarded as satisfactorily uniform if, within this band, the variation of the spectrum amplitude is not greater than 2 dB relative to its value for the lower frequencies within the band. The impulse area at the measurement frequency shall be known to within $\pm 0,5$ dB.

For checking compliance with the requirements of 4.6, the spectrum above the upper limit of the frequency band shall be limited (10 dB down at twice the upper frequency). This is necessary to standardize the severity of the test since the inter-modulation products of all components of the spectrum will contribute to the response.

B.2 General method of measurement

Methods for the accurate determination of the absolute value of the spectrum amplitude of pulses are given in Annex C.

For measurement of the variation of the spectrum amplitude with frequency, the following method may be used.

The pulse generator is connected to the input of an RF receiver followed by an oscilloscope connected so as to indicate the RF pulse at the output of the receiver.

At each frequency of tuning of the receiver, the following are measured:

- a) the bandwidth, B_6 Hz, of the receiver at the –6 dB points,
- b) the r.m.s. value, E_0 , of the output from a standard signal generator having the same impedance as the pulse generator and tuned to the mid-band of the receiver and producing on the oscilloscope a deflection equal in amplitude to the peak of the RF pulses.

The relative spectrum amplitude at each frequency is taken to be:

$$S_{\tau}(f) = E_0/B_6$$

The measurement is repeated for various test frequencies in the band under consideration.

The spectrum of the pulse generator is given by the curve relating $S_{\tau}(f)$ to the measurement frequency.

The receiver used should be linear for the peak levels of the signals used.

The suppression of parasitic responses, in particular the image frequency and IF responses, should be at least 40 dB.

The measurements may be made with a receiver conforming to the present specification, using the quasi-peak indicator in place of the oscilloscope, provided that the repetition frequency of the pulses is kept constant throughout the series of measurements.

Annex C (normative)

Accurate measurements of the output of nanosecond pulse generators (subclauses 4.4, 5.4, 6.4, 7.4)

C.1 Measurement of impulse area (IS)

C.1.1 General

Theoretical and practical investigations have shown that, when applied with reasonable care, accurate methods of measurement include those given in C.1.2 to C.1.5.

C.1.2 Area method

The pulses to be measured are fed through a narrow band filter whose passband is centred at frequency f having a symmetrical amplitude characteristic, and an asymmetrical phase characteristic (in conjunction with a filter, an amplifier may be used provided it is operated in its linear range).

The total area under the envelope $A(t, f)$ of the output from the band-pass filter (taking into account the sign of different parts of it) is measured, so as to evaluate the integral in the equation.

$$2(IS) = S(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} A(t, f) dt$$

where $S(f)$ is the spectral intensity and $A(t, f)$ is the magnitude of the envelope due to a single isolated pulse (expressed in terms of equivalent input sine-wave voltage).

In applying this equation, the intermediate-frequency amplifier of a low-frequency receiver or a disturbance measuring receiver is used together with a series of frequency converters to tune across the spectrum of the pulse. The output of the final intermediate-frequency amplifier is taken directly to an oscilloscope for the area measurement.

In a variation of this method for pulses of duration much shorter than the period of the frequency (f), the impulse area can be measured directly as an integrated area by means of a suitable oscilloscope (for example, for nanosecond pulses, a sampling oscilloscope is required), the integration taking into account the sign of different parts of the area.

C.1.3 Standard transmission line method

A transmission line of length corresponding to a propagation time τ and charged to a voltage V_0 is discharged into a load resistance equal to the characteristic impedance of the line. The transmission line is considered to consist of the actual line as well as the charged section of the line contained in the switch housing. It has been found that spectral intensity, $S(f)$, has the value $2V_0\tau$ in the low-frequency portion of the spectrum of the resulting pulse in which the amplitude is constant with frequency, this amplitude being independent of the existence of certain stray impedances between the line and the load resistor (e.g. inductance or resistance) or of finite switching time.

C.1.4 Harmonic measurement

This method may be used for pulse generators producing a sequence of pulses with sufficiently high and stable repetition frequency.

When the pulse repetition frequency F exceeds the values of the bandwidth of the measuring receiver, the latter may select one line from the pulse spectrum. In this case, the impulse area may be determined as follows:

$$IS = V_K/2F = V\sqrt{2}/2F$$

where $V_K = V\sqrt{2}$ is the peak value of the k -th harmonic.

The pulse generator may then be used to calibrate the pulse response characteristics of a measuring receiver in which the bandwidth is sufficiently wide to accept many harmonic components (approximately 10 or more within the 6 dB bandwidth).

C.1.5 Energy method

Another method compares the power produced by a thermal source (resistor) with that produced by the pulse generator. However, the accuracy obtained with this method is somewhat less than with the three methods mentioned above. This method may be useful at frequencies of the order of 1 000 MHz.

C.2 Pulse generator spectrum

C.2.1 To determine compliance with 4.4.1, 5.4, 6.4.1 and 7.4.1, the impulse area shall be known with an error not greater than $\pm 0,5$ dB.

C.2.2 The pulse repetition frequency shall be known with an error not greater than 1 %.

C.2.3 For determining compliance with 4.4.2, 5.4, 6.4.2 and 7.4.2 the impulse area shall not depend on their repetition frequency.

C.2.4 For determining compliance with 4.4, 5.4, 6.4 and 7.4 the generator frequency spectrum should be uniform over the pass-band of the measuring receiver. This requirement is considered to be fulfilled in the following cases:

- a) if variation of the frequency spectrum is substantially linear with respect to frequency within the frequency passband of the receiver, and the spectrum irregularity does not exceed 0,5 dB within the receiver passband measured at the -6 dB points;
- b) if the frequency spectrum is smoothly tapered on both sides from the tuning frequency of the receiver, and if the spectrum width at the -6 dB points is at least five times greater than the receiver passband at that level.

In both cases, the impulse area is assumed to be equal to its value at the tuning frequency.

Annex D (normative)

Influence of the quasi-peak measuring receiver characteristics on its pulse response (subclause 4.4.2)

The level of the pulse response curve for high repetition frequencies depends essentially on the magnitude of the bandwidth. On the other hand, for low repetition frequencies, the time constants play the more important role. No tolerance has been stated for these time constants, but it is suggested for guidance that a value of 20 % is considered reasonable.

It is also at very low repetition frequencies that the effect of lack of overload factors will be most noticeable. The values required for the overload factors are those necessary for the accurate measurement of an isolated pulse using the bandwidth and the time constants prescribed.

Examination of the pulse response-curve at the two ends of the range of the indicating instrument provides a check on possible non-linear behaviour of the detector. The most critical repetition frequencies in this respect will most probably be in the neighbourhood of 20 Hz to 100 Hz.

Annex E (normative)

Response of average and peak measuring receivers (subclause 6.2.1)

E.1 Response of pre-detector stages

It has been shown* that the area under the envelope of the impulse response curve of a narrowband circuit having a symmetrical frequency characteristic is independent of the bandwidth, and is given by:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} A(t)dt = 2v\tau G_0 \quad (\text{E.1})$$

where v and τ are the amplitude and duration of a rectangular pulse for which $B_{\text{imp}} \tau \ll 1$ and G_0 is the gain of the circuit at the centre frequency.

This theorem is valid only in the case of a non-oscillating envelope. The oscillatory envelope is characteristic of double-tuned circuits, and unless a phase sensitive detector is used, it may be necessary to compensate by calibration the error introduced by the oscillatory response. In the case of critical coupling, the second peak of the envelope is about 8,3 % of the first one.

NOTE The response of the pre-detector stages as defined in clause A.2 is oscillatory. Therefore, the calibration error introduced by the oscillatory response shall be compensated with a biased tolerance of +2,5 dB/–0,5 dB in 6.4.1.

As long as pulses do not overlap in the output of the IF amplifier, the average value is proportional to the pulse repetition rate, n .

Therefore, the average voltage is equal to $2v\tau G_0 n$.

In view of equation (E.1), it is not considered meaningful to define an effective bandwidth for an average measuring receiver.

E.2 Overload factor

For calculation of overload factor and for use in connection with peak measuring receivers, it is useful to define a quantity known as the effective impulse bandwidth of the pre-detector circuit as follows:

$$B_{\text{imp}} = A(t)_{\text{max}} / 2G_0 \quad (\text{E.2})$$

where

$A(t)_{\text{max}}$ is the peak envelope output of the intermediate-frequency stages with a unit impulse applied.

* "Response of ideal radio noise meter to continuous sine-wave, recurrent impulses, and random noise" by David B. Geselowitz, IRE Transactions, RFI, Vol. RFI-3, no. 1, pp 2-11, May, 1961. See also, "Impulse excitation of a cascade of series tuned circuits" by S. Sabaroff, Proc. IRE, Vol. 32, pp 758-760, December 1944.

From the work leading to equation (A.17) (Annex A), we have:

$$B_{\text{imp}} = (0,944/2) \omega_0 = 1,05 B_6 \text{ or } 1,31 B_3 \quad (\text{E.3})$$

where B_6 and B_3 are defined in 3.2.

For other types of tuned circuits, the ratio of B_{imp} to B_6 may be estimated from Figure E.1 if the ratio of B_{20} to B_3 is known, where B_{20} is the bandwidth at 20 dB.

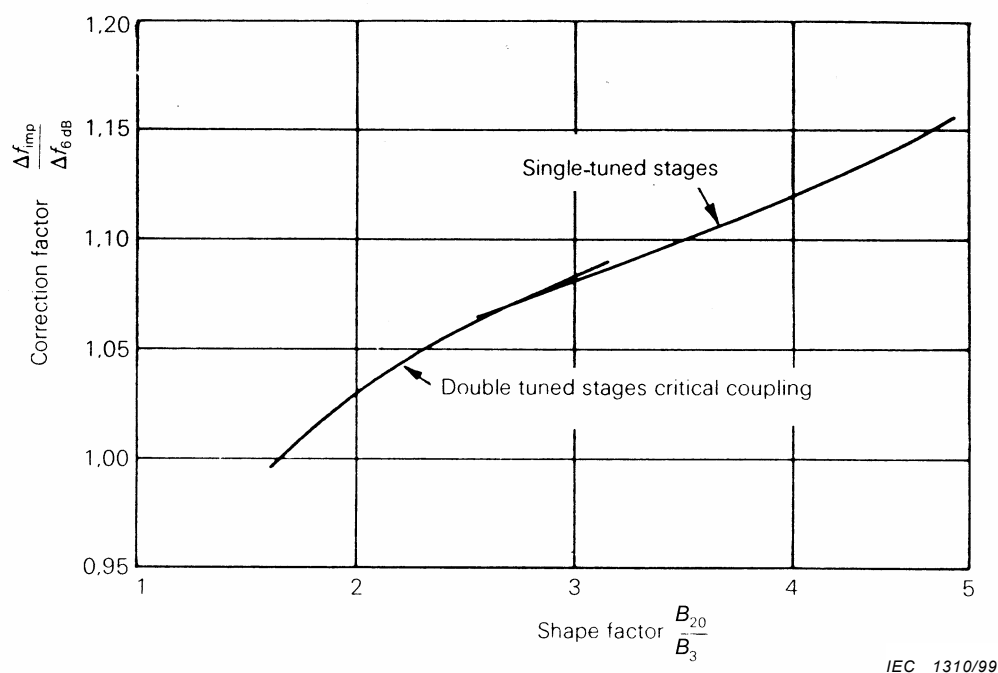


Figure E.1 – Correction factor for estimating the ratio B_{imp}/B_6 for other tuned circuits

E.3 Relationship between indication of an average and a quasi-peak measuring receiver

At a repetition rate of n Hz, the value of impulse area required to produce a response on an average measuring receiver equivalent to the response to an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency of r.m.s. value 2 mV from a signal generator having the same output impedance as the pulse generator is:

$$v\tau = 1,4/n \text{ (mVs)}$$

At a repetition rate of 100 Hz, this is 14 μ Vs.

Therefore, from clause A.5 of Annex A, the ratio of $(v\tau)_{\text{ave}}$ to $(v\tau)_{\text{qp}}$ to produce the same indication will be:

for the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz:

$$(v\tau)_{\text{ave}}/(v\tau)_{\text{qp}} = 32,9 \text{ dB}$$

for the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz:

$$(\nu\tau)_{ave}/(\nu\tau)_{qp} = 50,1 \text{ dB}$$

The above assumes adequate overload factor at the repetition rate in question, and that the bandwidths in use correspond respectively to those in clause 4. At a repetition rate of 1 000 Hz, the corresponding ratios will be 17,4 dB and 38,1 dB.

E.4 Peak measuring receivers

Where a direct-reading meter is used in the receiver, the requirement for time constants can be determined from the curve in Figure E.2, which shows the percentage of the reading referred to the true peak in function of a parameter and which includes the time constants ratio, the bandwidth B_6 and the pulse repetition rate. In using this curve, it should be noted that:

$$R_C/R_D = (1/4) (T_C/T_D) \quad (\text{E.4})$$

where T_C and T_D are respectively the charge and discharge time constants.

For example, if it is desired to have the receiver read at least 90 % of true peak at a repetition rate of 1 Hz, it would be necessary to have a discharge-time constant to charge time constant ratio of:

$1,25 \times 10^6$ in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz;

$1,67 \times 10^7$ in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz.

E.5 Relationship between indication of a peak and a quasi-peak measuring receiver

The value of impulse area, IS , required to produce a response on a peak measuring receiver equivalent to the response to an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency of r.m.s. value 2 mV is:

$$1,4/B_{imp} \text{ (mVs)} \quad (B_{imp} \text{ in Hz}) \quad (\text{E.5})$$

From the 6 dB bandwidths specified in Table 1 (4.2), the B_{imp} values are obtained as $1,05B_6$ (clause E.2). These values and the corresponding IS values required for a peak meter will be:

<i>Frequency</i>	<i>IS peak (mVs)</i>	<i>B_{imp} (Hz)</i>
Band A	$6,67 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^3$
Band B	$0,148 \times 10^{-3}$	$9,45 \times 10^3$
Bands C and D	$0,011 \times 10^{-3}$	126×10^3

Therefore, using the values given as a) in Table 2 (in 4.4.1) for IS quasi-peak, the ratio of IS quasi-peak to IS peak to produce the same indication will be:

For Band A 6,1 dB (at 25 Hz pulse repetition frequency)
For Band B 6,6 dB (at 100 Hz pulse repetition frequency)
For Bands C and D 12,0 dB (at 1 000 Hz pulse repetition frequency)

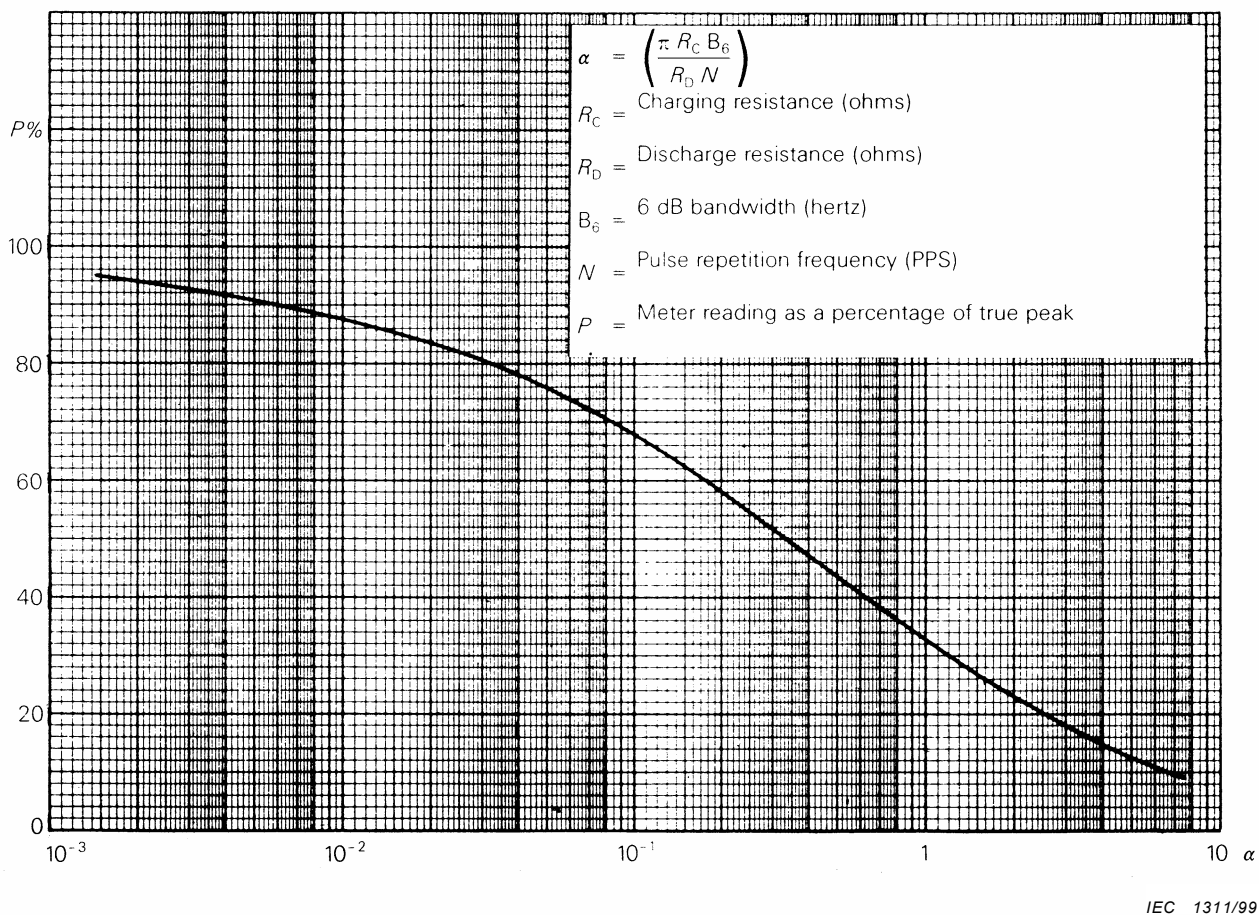


Figure E.2 – Pulse rectification coefficient P

E.6 Test of measuring receiver response above 1 GHz to pulses

Pulse generators with a uniform spectrum up to 18 GHz are not feasible. To test the response of measuring receivers above 1 GHz to pulses and to verify the amplitude relationship of various types of measuring receivers, it is practical to use a pulse-modulated carrier tuned to the receive frequency. The pulse width shall be less than or equal to $(1/3 B_{\text{imp}})$. The accuracy of the impulse width is important for the precise generation of a certain impulse area as required in the relevant subclause. In addition to a measurement of the pulse duration using an oscilloscope, the pulse duration of a rectangular pulse can be verified by the distance between the minima on the spectrum display. (See Figure E.3 for a sample waveform.)

For the measuring receiver with a peak detector with a bandwidth B_{imp} of 1 MHz, an impulse area (emf) of $1,4/B_{\text{imp}}$ mVs is required, that is, 1,4 nVs for a response equal to that of an unmodulated sine-wave signal tuned to the receive frequency having an emf with rms value of 2 mV [66 dB(μV)]. A pulse-modulated carrier having the required impulse area can be generated with the various pulse widths as shown in Table E.1:

Table E.1 – Carrier level for pulse-modulated signal of 1,4 nVs

Pulse width w_p /ns	Carrier level (e.m.f) L_{carrier} /dB(μV)
100	86
200	80

For a measuring receiver with a linear average detector, the impulse area (emf) equal to an unmodulated sine-wave signal at the receive frequency having an emf with rms value of 2 mV [66 dB(μV)] shall be $1,4/n$ mVs (n being the pulse repetition rate). For $n = 50\,000$, the impulse area is 28 nVs, that is, 26 dB higher than for the peak measuring receiver with a B_{imp} of 1 MHz.

For a measuring receiver with an rms detector, the impulse area (emf) equal to an unmodulated sine-wave signal at the receive frequency having an emf with rms value of 2 mV [66 dB(μV)] shall be $44(B_3^{-1/2})$ μVs for pulse repetition rate of 1 kHz. For an impulse bandwidth B_{imp} of 1 MHz the corresponding B_3 is 700 kHz. Therefore, the required impulse area is 52,6 nVs, that is, 31,5 dB higher than for the peak measuring receiver with a B_{imp} of 1 MHz.

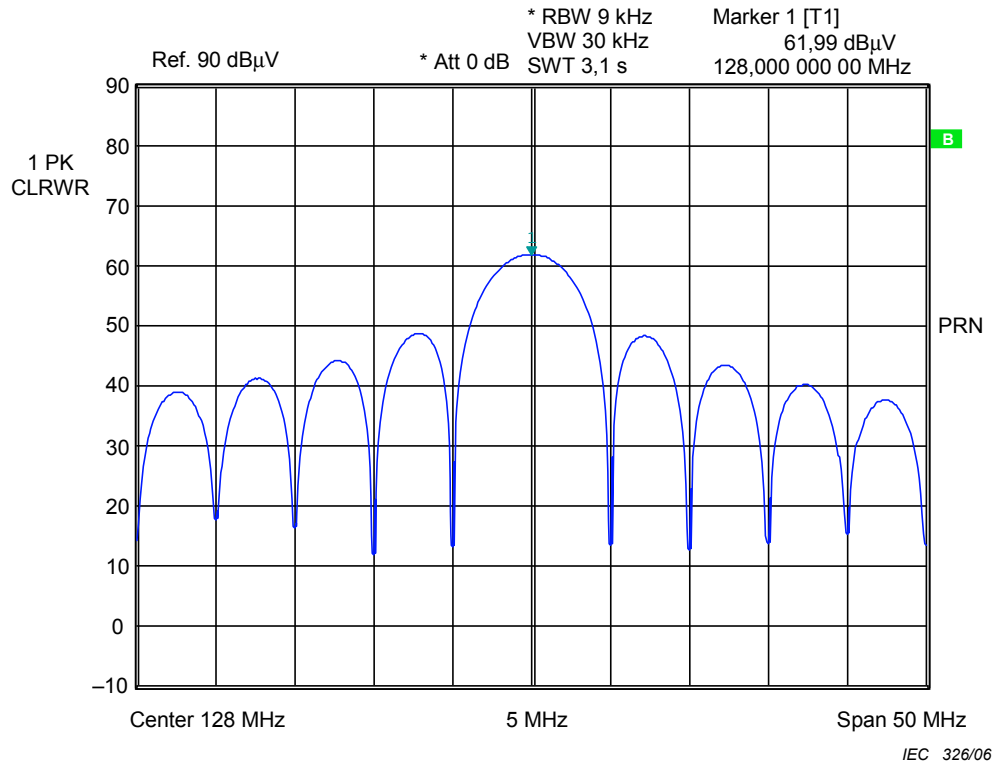


Figure E.3 – Example (spectrum) of a pulse-modulated signal with a pulse width of 200 ns

E.7 Measurement of the impulse bandwidth of a measuring receiver

The impulse bandwidth B_{imp} of a measuring receiver is defined as the peak value U_p (measured by the receiver) divided by the pulse spectral density D of the test pulse:

$$B_{imp} = U_p / D \quad (E.6)$$

If U_p is measured in μV and D is given in $\mu V/MHz$, then B_{imp} will result in units of MHz. Both quantities, U_p and D , are assumed to be calibrated in rms values of an unmodulated sine wave signal, which is the case for CISPR measuring receivers.

The pulse spectral density D will frequently not be available as a precise reference quantity. In order to reduce the uncertainty of the impulse bandwidth measurement, methods 1 and 2 are using two measurements. Under certain circumstances, the selectivity curve of a measuring receiver can also be used to calculate B_{imp} (as described in method 3), since B_{imp} is the “voltage bandwidth” of the measuring receiver (not to be confused with the power bandwidth or equivalent noise bandwidth, which determines the rms value of Gaussian noise when using the rms detector of the measuring receiver). B_{imp} is determined by the selectivity curve of the IF filter, the (possibly non-linear) phase response of the filter and the video bandwidth of the receiver. It is wider than B_6 , but there is no general factor for the relationship between B_{imp} and B_6 or B_3 of the receiver.

Method 1: Measurement by comparison of the responses of B_{imp} to two pulses with identical amplitude and width but with low and high pulse repetition frequencies (prf)

This method applies a pulse-modulated RF signal, with short pulse duration as shown in Figure E.4 and two different prfs. With the high prf ($f_p \gg B_{imp}$), the receiver can be tuned to the carrier frequency as shown in Figure E.5 and with the low prf ($f_p \ll B_{imp}$), the spectrum will

appear as a broadband signal as in Figure E.6. with a pulse spectral density of $D = U_1 \cdot \tau$. The pulse shape (amplitude U_1 and duration τ) has to be independent of the prf. For $B_{\text{imp}} = 1 \text{ MHz}$, f_{p1} could be selected to be 30 MHz and f_{p2} could be 30 kHz.

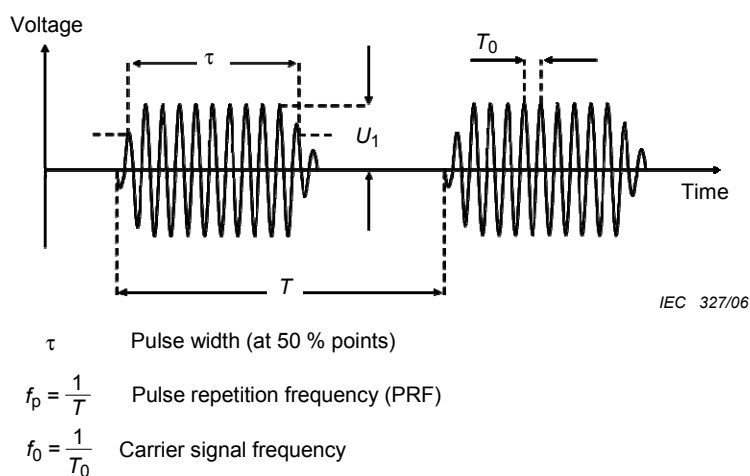


Figure E.4 – Pulse-modulated RF signal applied to a measuring receiver

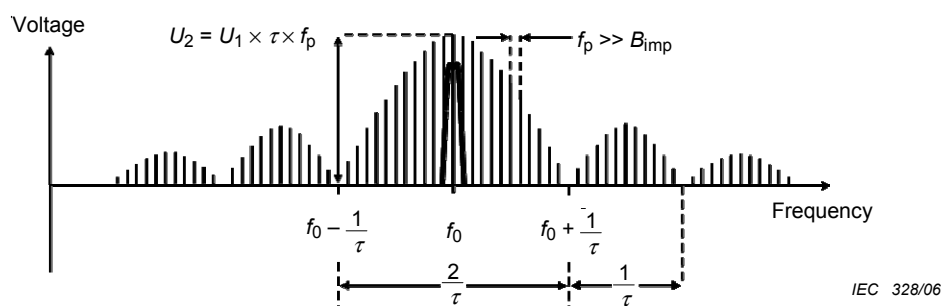


Figure E.5 – Filtering with a B_{imp} much smaller than the prf

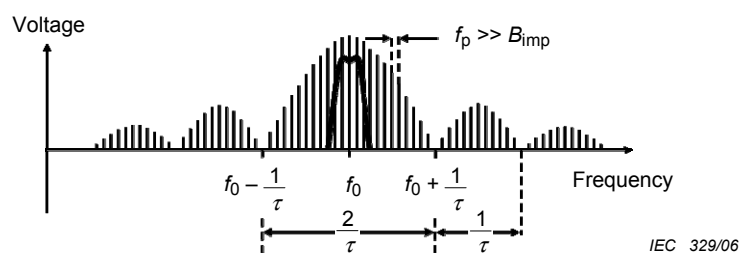


Figure E.6– Filtering with a B_{imp} much wider than the prf

With the first measurement, the rms amplitude U_2 can be expected as $U_2 = U_1 \cdot \tau \cdot f_{p1}$. Low measurement uncertainty can be achieved by a high signal-to-noise ratio. But care must be taken to avoid overload. With the second measurement, the maximum response of the rms value of the peak to the transient can be expected as $U_p = U_1 \cdot \tau \cdot B_{imp}$. If the product $U_1 \cdot \tau$ is perfectly equal in both measurements, then B_{imp} can be calculated from the two measurement results as shown in Figure E.7 using (E.2):

$$B_{imp} = f_{p1} \frac{U_p}{U_2} \quad (E.7)$$

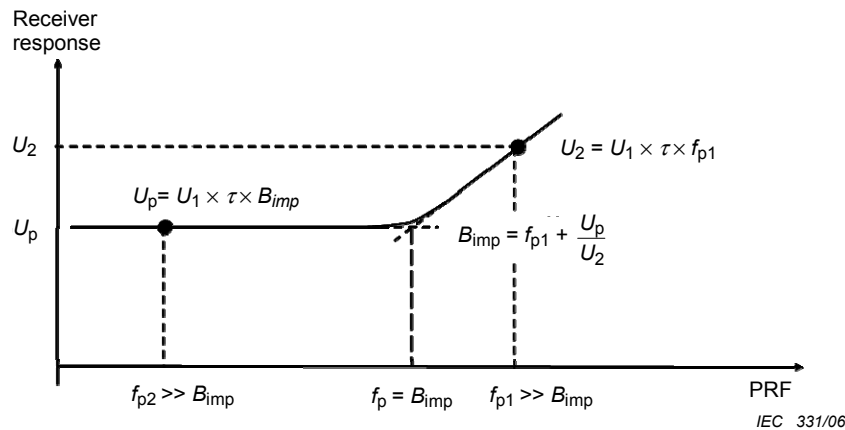


Figure E.7 – Calculation of the impulse bandwidth

Method 2: Measurement by comparison of the response of B_{imp} to an impulsive signal with the response of a narrow bandwidth to the same signal.

If a pulse generator that retains a constant amplitude, independent of the selected prf, is not available, method 2 can be applied with a relatively low prf. It is based on the same principle as method 1, measurement. However, instead of using a high prf signal, the second measurement is made with a filter much narrower than the prf. The method is also described in C.1.5.

This method determines the pulse spectral density D using the equation $D = U_k / f_p$, where U_k is the measured voltage of one spectral line (i.e., the carrier frequency, if the signal is a pulse-modulated carrier, or the center line at the receive frequency, at which B_{imp} is to be measured) and f_p is the prf. Again, f_p must be much higher than the narrow bandwidth and much lower than the B_{imp} to be measured, i.e., $B_{narrow} \ll f_p \ll B_{imp}$. Example settings could be $B_{narrow} = 9 \text{ kHz}$, $f_p = 100 \text{ kHz}$ for $B_{imp} = 1 \text{ MHz}$. The method requires a comparison of the responses of the narrowband filter and the of the filter to be measured by applying an unmodulated sinewave signal to both filters and deriving a correction factor c for the calculation of D ($c = U_2 / U_1$, with U_2 being the value for the wide filter and U_1 being the value for the narrow filter). Therefore $D = c \cdot U_k / f_p$. When D has been determined, U_p will be measured with the peak detector and B_{imp} can be calculated using Equation (E.2).

Method 3: Integration of the normalized linear selectivity function

This method has the advantage of high precision and is applicable for filters with a perfectly linear selectivity function (e.g., digital filters, or per specification by the manufacturer) and where the video bandwidth is much wider (e.g., 10 times) than the impulse bandwidth ($B_{video} \gg B_{imp}$).

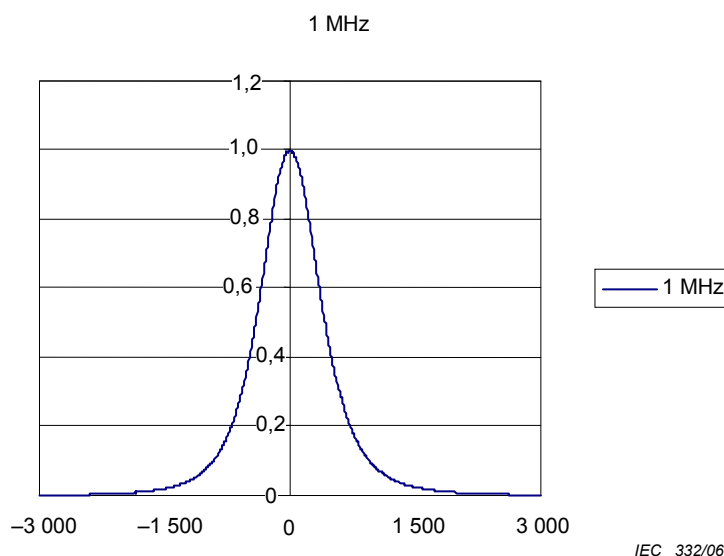
In this case the impulse bandwidth of a measuring receiver is defined as the area of the normalized linear selectivity function $U(f)$, with $1/U_{\max}$ as the normalization factor:

$$B_{\text{imp}} = \frac{1}{U_{\max}} \int_{-\infty}^{+\infty} U(f) df$$

Measuring receivers with high-resolution digital frequency displays can be tuned in N steps of Δf to measure the selectivity function $U(f_n)$. Measurements between the 60 dB points with 100 steps ($N = 101$) are usually sufficient for a correct bandwidth measurement. Analogous, a swept receiver can be set up such that its start and stop frequencies coincide with the 60 dB points of the filter curve and a sweep is taken to obtain the amplitude values. The test signal will be a CW signal to trace out the filter shape of the filter under investigation. In this case, the impulse bandwidth can be measured and calculated using

$$B_{\text{imp}} = \frac{1}{U_{\max}} \sum_{n=1}^N (U(f_n) + U(f_{n+1})) \cdot \frac{\Delta f}{2}$$

Figure E.8 depicts an example of a normalized linear 1 MHz selectivity function.



IEC 332/06

The x-axis is scaled in units of kHz.

Figure E.8 – Example of a normalized linear selectivity function

Annex F (normative)

Performance check of the exceptions from the definitions of a click according to 4.2.3 of CISPR 14-1

For the application of the exceptions given in CISPR 14-1:2005 the disturbance analyzer shall provide the following additional information:

- a) the number of clicks of duration equal to or less than 10 ms;
- b) the number of clicks of duration greater than 10 ms but equal to or less than 20 ms;
- c) the number of clicks of duration greater than 20 ms but equal to or less than 200 ms;
- d) the duration of each registered disturbance the amplitude of which exceeds the QP level limit for continuous disturbance;
- e) an indication that the appliance failed the test, if it is clear that it produces disturbances other than clicks not corresponding to the definition of a click and to which none of the exceptions can be applied;
- f) the time interval from the start of the test to the occurrence of disturbances; mentioned under e);
- g) the total duration of disturbances other than clicks the QP level limit of which exceeds the limit for continuous disturbance;
- h) the click rate.

Table F.1 – Disturbance analyzer test signals^a

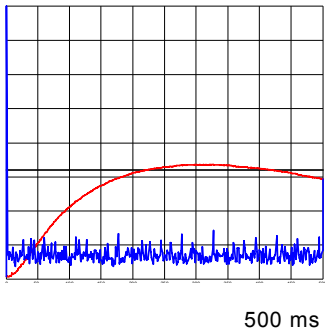
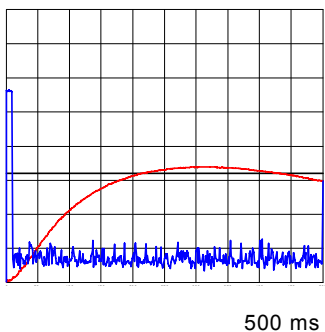
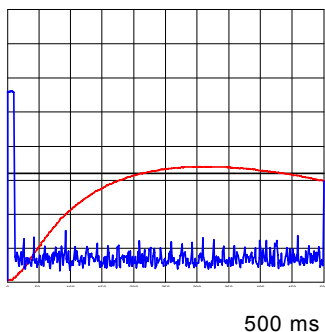
Test No.	Test signal parameters					Graphical presentation of the test signal measured in the IF output and the associated QP signal relative to the reference indication of the measurement receiver
	1	2	3	4	5	
	QP Amplitude of impulses adjusted individually relative to QP reference indication of the measurement receiver dB	Duration of impulses ^b adjusted in the intermediate frequency output of the measurement receiver ms	Separation of impulses or periodicity (IF-output) ms	Evaluation by the analyzer		
	Pulse 1	Pulse 2	Pulse 1	Pulse 2		
1	1		0,11		1 click ≤10 ms	
2	1		9,5		1 click ≤10 ms	
3	1		10,5		1 click >10 ms, ≤20 ms	

Table F.1 (continued)

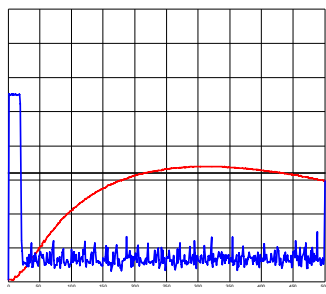
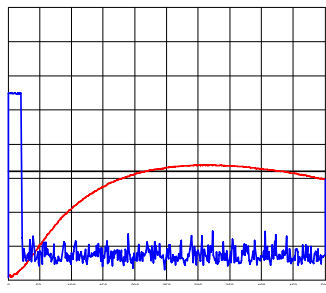
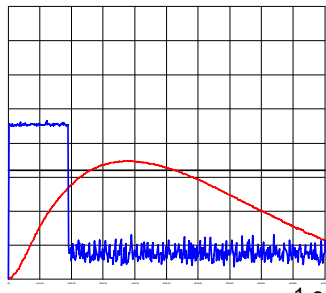
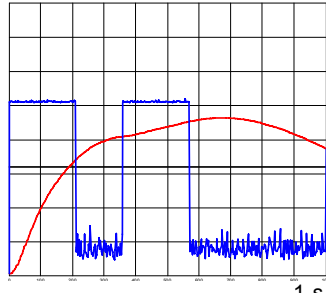
Test No.	Test signal parameters					Graphical presentation of the test signal measured in the IF output and the associated QP signal relative to the reference indication of the measurement receiver		
	1		2		3		4	5
	QP Amplitude of impulses adjusted individually relative to QP reference indication of the measurement receiver dB		Duration of impulses ^b adjusted in the intermediate frequency output of the measurement receiver ms		Separation of impulses or periodicity (IF-output) ms		Evaluation by the analyzer	
	Pulse 1	Pulse 2	Pulse 1	Pulse 2				
4	1		19			1 click >10 ms, ≤20 ms	 500 ms	
5	1		21			1 click >20 ms	 500 ms	
6	1		190			1 click >20 ms	 1 s	
7	5	5	210	210	150	IF only once per program cycle or per minimum observation time: counted as 1 click >20 ms (see NOTE 2, E2, 600 ms rule)	 1 s	
						OTHERWISE Continuous disturbance (570 ms)		

Table F.1 (continued)

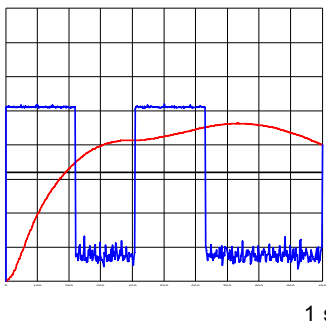
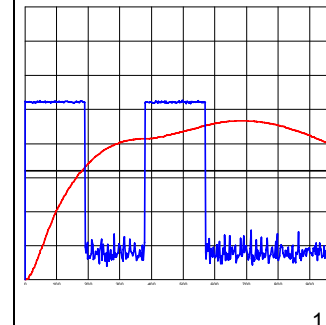
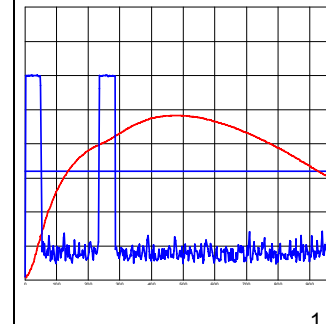
Test No.	Test signal parameters					Evaluation by the analyzer	Graphical presentation of the test signal measured in the IF output and the associated QP signal relative to the reference indication of the measurement receiver
	1		2		3		
	QP Amplitude of impulses adjusted individually relative to QP reference indication of the measurement receiver dB		Duration of impulses ^b adjusted in the intermediate frequency output of the measurement receiver ms		Separation of impulses or periodicity (IF-output) ms		
	Pulse 1	Pulse 2	Pulse 1	Pulse 2			
8	5	5	220	220	190	FAIL Continuous disturbance (See NOTE 2, E2: no exception is applicable because the total duration is 630 ms > 600 ms)	
9	5	5	190	190	190	IF the final click rate is less than 5: 2 clicks >20 ms (see NOTE 2, E4; refrigerator rule; also see NOTE 3)	
						OTHERWISE IF only once per program cycle or once during the minimum observation time: counted as 1 click >20 ms (see NOTE 2, E2) OTHERWISE Fail: continuous disturbance (570 ms)	
10	5	5	50	50	185	IF the final click rate is less than 5: 2 clicks >20 ms (see NOTE 2, E4; also see NOTE 3)	

Table F.1 (continued)

Test No.	Test signal parameters				
	1	2	3	4	5
	QP Amplitude of impulses adjusted individually relative to QP reference indication of the measurement receiver dB	Duration of impulses ^b adjusted in the intermediate frequency output of the measurement receiver ms	Separation of impulses or periodicity (IF-output) ms	Evaluation by the analyzer	Graphical presentation of the test signal measured in the IF output and the associated QP signal relative to the reference indication of the measurement receiver
	Pulse 1	Pulse 2	Pulse 1	Pulse 2	
					OTHERWISE IF not more than once per program cycle or during the minimum observation time: counted as 1 click < 600 ms (see NOTE 2, E2, 2×285 ms >20 ms) OTHERWISE fail: continuous disturbance (285 ms)
11	20	20	15	5	1 × Pulse 1 + 9 × Pulse 2, repeated until 40 clicks are registered, where the separation between each impulse is 13 s 36 clicks < 10 ms 4 clicks > 10 ms, ≤ 20 ms ≥ 90 % of the clicks < 10 ms PASS (see NOTE 2, E3; also see NOTE 4; a measurement of the click amplitudes is not required.)
12	20	20	15	5	1 × Pulse 1 + 8 × Pulse 2, repeated until 40 clicks are registered, where the separation between each impulse is 13 s 35 clicks < 10 ms 5 clicks > 10 ms, ≤ 20 ms < 90 % of the clicks < 10 ms (see NOTE 2, E3; also see NOTE 4. No exception is applicable. After application of upper quartile method the final result will be “FAIL” because the click amplitudes are too high.)
NOTE 1 CISPR 14-1:2005, 4.2.3, contains the following exceptions: - E1 – “Individual switching operations” This exception can be evaluated only by the operator, not automatically by the disturbance analyzer. It is mentioned here to avoid confusion with the numbering of the exceptions for users of both CISPR 16-1-1 and CISPR 14-1. - E2 – “Combination of clicks in a time frame less than 600 ms” (“600 ms rule”) In program-controlled appliances a combination of clicks in a time frame less than 600 ms is allowed once per selected program cycle. For other appliances such a combination of clicks is allowed once during the minimum observation time. This is also valid for thermostatically controlled three-phase switches, causing three disturbances sequentially in each of the three phases and the neutral. The combination of clicks is considered as one click.					

- E3 – “Instantaneous switching”

Appliances which fulfil the following conditions:

- the click rate is not more than 5,
- none of the caused clicks has a duration longer than 20 ms, and
- 90% of the caused clicks have a duration less than 10 ms,

shall be deemed to comply with the limits, independent of the amplitude of the clicks. If one of these conditions is not satisfied then the limits for discontinuous disturbance apply.

- E4 – “Separation of clicks less than 200 ms” (refrigerator rule)

For appliances which have a click rate less than 5, any two disturbances each having a maximum duration of 200 ms, shall be evaluated as two clicks even when the separation between the disturbances is less than 200 ms. In this case, for instance observed with refrigerators, such a configuration has to be evaluated as two clicks and not as a continuous disturbance.

NOTE 2 The analyzer has to apply exception E2 only if E4 is not applicable.

NOTE 3 The check wave forms 11 and 12 can pass the test only in case exception E3 can be applied, as the following calculation shows:

- Including the click at “0” seconds for the check wave forms 11 and 12, the required 40 clicks will be counted after $13 \text{ s} \times 39 = 507 \text{ s}$, i.e. 8,45 min. The click rate is $40 / 8,45 = 4,734$ (less than 5 as required – here all depends on whether 90 % are <10 ms or not).

NOTE 4 The relaxation of the limit for the clicks according to CISPR 14-1 is: $20 \times \log (30 / 4,734) = 16,04 \text{ [dB]}$. Therefore the check waveforms 11 and 12 (amplitude 20 dB over the limit) never can pass the upper quartile check according to CISPR 14-1:2005, which means that no more than 25 % of the clicks are allowed to exceed the click limit.

^a Test signals used for the performance check with the evaluation of the exceptions from the definition of a click according to CISPR 14-1:2005, 4.2.3.

^b The rise times of the pulses shall not be longer than 40 μs .

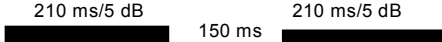
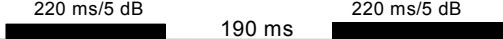
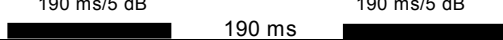
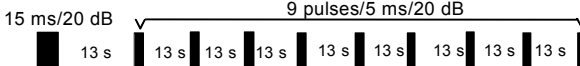
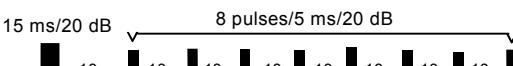
Test No	Test signal	Evaluation by the analyzer
1	 0,11 m/1 dB	1 click ≤10 ms
2	 9,5 ms/1 dB	1 click ≤10 ms
3	 10,5 ms/1 dB	1 click >10 ms, ≤20 ms
4	 19 ms/1 dB	1 click > 10 ms, ≤20 ms
5	 21 ms/1 dB	1 click >20 ms
6	 190 ms/1 dB	1 click >20 ms
7	 210 ms/5 dB 150 ms 210 ms/5 dB	1 click ≤600 ms (DUT programme-controlled)
8	 220 ms/5 dB 190 ms 220 ms/5 dB	Continuous ≥600 ms
9	 190 ms/5 dB 190 ms 190 ms/5 dB	1 click ≤600 ms (counted as 2 clicks refrigerator rule)
10	 50 ms/5 dB 185 ms 50 ms/5 dB	for N <5 - 2 clicks for N ≥5 - continuous, or 1 click ≤600 ms for programme controlled DUT
11	 15 ms/20 dB 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 9 pulses/5 ms/20 dB repeated up to 40 counted clicks	36 clicks ≤10 ms 4 clicks >10 ms, ≤20 ms
12	 15 ms/20 dB 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 8 pulses/5 ms/20 dB repeated up to 40 counted clicks	35 clicks <10 ms 5 clicks >10 ms, ≤20 ms

Figure F.1 – A graphical presentation of the test signals used for the performance check of the analyzer with the additional requirements according to Table F.1

Annex G (informative)

Rationale for the specifications of the APD measuring function

The specifications are based on the following definitions and considerations:

a) Dynamic range of the amplitude

The dynamic range of the amplitude is defined as the range necessary to obtain the APD. The upper limit of the dynamic range shall be greater than the peak level of disturbance to be measured and the lower limit shall be lower than the level of disturbance limit specified by the product committees.

According to CISPR 11, the peak limit for group 2, class B, for ISM equipment is set at 110 dB μ V/m, and the weighted limit is specified as 60 dB μ V/m. Therefore, a dynamic range of greater than 60 dB is proposed, with a 10 dB margin.

b) Sampling rate

Ideally, the APD of disturbances is measured using the equivalent bandwidth of the radio service to be protected. However, the spectrum analyzer's resolution bandwidth is specified as 1 MHz for the frequency range above 1 GHz. The sampling rate shall therefore be greater than 10 million samples per second.

c) Maximum measurable time

CISPR 11 specifies the maximum hold time as a 2 min period for peak measurements of microwave cooking appliances above 1 GHz. Therefore, the measurable time for an APD measurement shall be 2 min minimum. Because the size of the counter or memory is limited, continuous measurements may be difficult for long measurement periods. Therefore, intermittent measurements are allowed under the condition that the dead time is less than 1 % of the total measurement time.

d) Minimum measurable probability

About 100 occurrences may be necessary to obtain a meaningful result. Therefore, the minimum measurable probability is calculated as follows:

assuming 2 min for the measuring time and a 10 million samples per second sampling rate, the probability is determined as:

$$100/(120 \times 10 \times 10^6) \sim 10^{-7}$$

e) Display of APD measurement data

The amplitude resolution for the display of APD results depends on the dynamic range and the resolution of the A/D converter. For example, the resolution of the display comes to less than 0,25 dB ($\sim 60 \text{ dB}/256$) when an 8-bit A/D converter is applied to a dynamic range of 60 dB.

Figures G.1 and G.2 show block diagrams of implementations of the APD measurement function.

An example of an APD measurement result is depicted in Figure G.3.

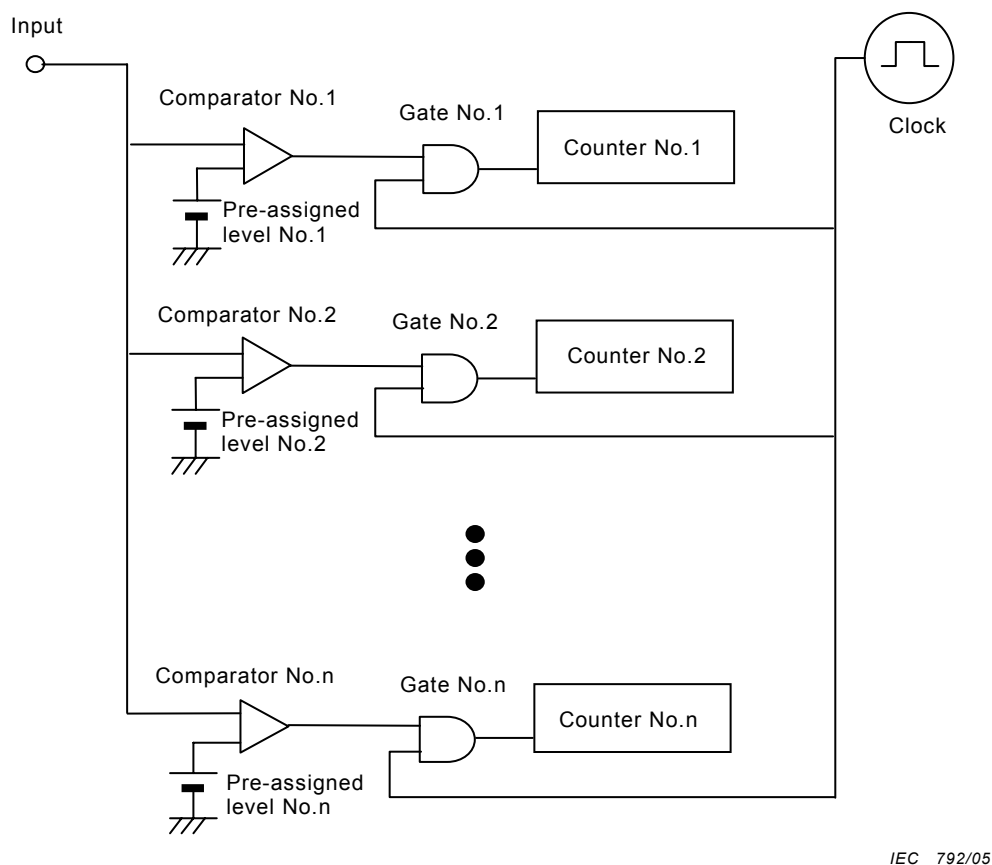


Figure G.1 – Block diagram of APD measurement circuit without A/D converter

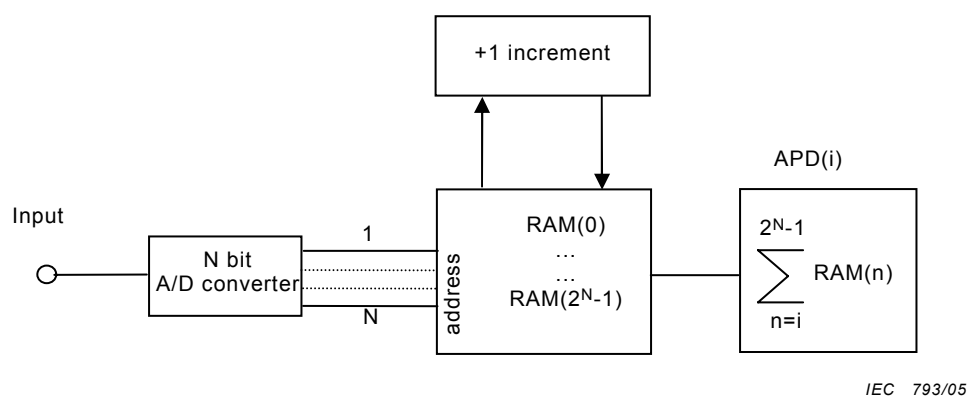


Figure G.2 – Block diagram of APD measurement circuit with A/D converter

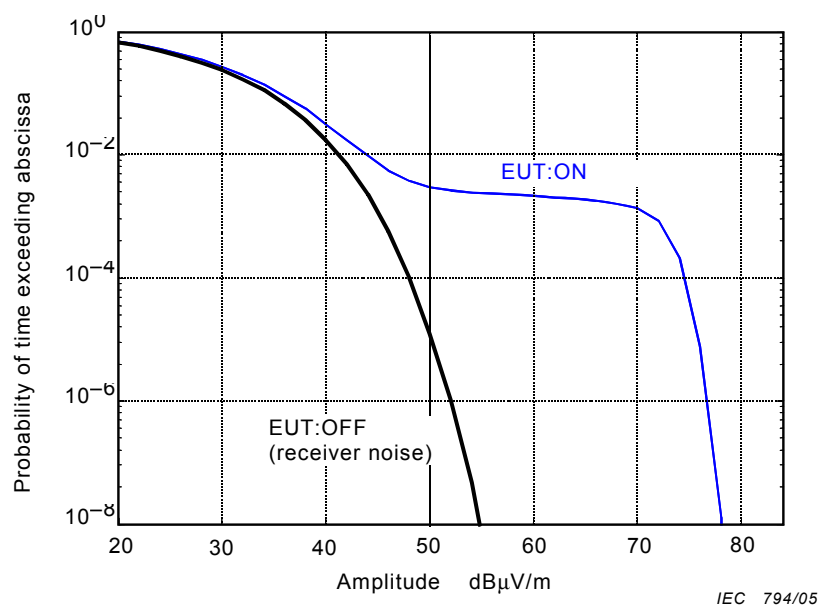


Figure G.3 – Example of display of APD measurement

Bibliography

CISPR 16-1-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Conducted disturbances*

CISPR 16-1-3:2004, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Disturbance power*

CISPR 16-1-4:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Radiated disturbances*

CISPR 16-1-5:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz*

CISPR 16-2-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*

CISPR 16-2-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity – Measurement of disturbance power*

CISPR 16-2-3:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*

CISPR 16-2-4:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-4: Methods of measurement of disturbances and immunity – Immunity measurements*

CISPR 16-4-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests*

CISPR 16-4-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainty in EMC measurements*

CISPR 16-4-3:2004, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-3: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products*

CISPR 16-4-4:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-4: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistics of complaints and a model for the calculation of limits*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	78
1 Domaine d'application	80
2 Références normatives	80
3 Termes et définitions	81
4 Récepteurs de mesure de quasi-crête pour la gamme de fréquences de 9 kHz à 1 000 MHz	84
5 Récepteurs de mesure avec détecteur de crête pour la gamme de fréquences comprises entre 9 kHz et 18 GHz	96
6 Récepteurs de mesure à détection de valeur moyenne pour la gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 18 GHz	100
7 Récepteurs de mesure avec détecteur efficace-moyen pour la gamme de fréquences de 9 kHz à 18 GHz	104
8 Récepteurs de mesure pour la gamme de fréquences 1 GHz à 18 GHz avec fonction de mesure de la distribution de probabilité des amplitudes (DPA)	109
9 Analyseurs de perturbations	110
Annexe A (normative) Détermination de la réponse aux impulsions répétées des récepteurs de mesure de quasi-crête efficaces-moyens	118
Annexe B (normative) Détermination du spectre d'un générateur d'impulsions	123
Annexe C (normative) Mesures précises à la sortie des générateurs d'impulsions de l'ordre de la nanoseconde	125
Annexe D (normative) Influence des caractéristiques du récepteur de mesure de quasi-crête sur sa réponse aux impulsions	127
Annexe E (normative) Réponse des détecteurs de valeurs moyennes et de crête	128
Annexe F (normative) Vérification des caractéristiques pour les exceptions aux définitions d'un claquement conformément au 4.2.3 de la CISPR 14-1	137
Annexe G (informative) Justifications relatives aux spécifications de la fonction de mesure DPA	144
Bibliographie	147
Figure 1 – Courbe de réponse aux impulsions	88
Figure 2 – Limites pour la sélectivité globale	92
Figure 3 – Schéma pour l'essai des effets d'intermodulation	93
Figure 4 – Schéma d'un détecteur de valeur moyenne	103
Figure 5 – Réponse du réseau de simulation de l'appareil de mesure à un signal à bande étroite intermittent	103
Figure 6 – Exemple d'un analyseur des perturbations	111
Figure 7 – Présentation graphique des signaux d'essai utilisés pour la vérification des performances de l'analyseur par rapport à la définition d'un claquement conformément au Tableau 14	112
Figure 8 – Limites pour la sélectivité globale – Bande passante (Bande E)	99
Figure E.1 – Facteur de correction d'estimation du rapport B_{imp}/B_6 dans le cas de circuits accordés d'autres types	129
Figure E.2 – Courbe de réponse des détecteurs de crête aux impulsions P	131

Figure E.3 – Exemple (spectre) de signal modulé en impulsion avec une largeur d'impulsion de 200 ns	133
Figure E.4 – Signal RF modulé en impulsion appliqué à un récepteur de mesure.....	134
Figure E.5 – Filtrage avec une B_{imp} nettement inférieure à la prf	134
Figure E.6 – Filtrage avec une B_{imp} nettement plus large que la prf	134
Figure E.7 – Calcul de la largeur de bande d'impulsion	135
Figure E.8 – Exemple de fonction de sélectivité linéaire normalisée.....	136
Figure F.1 – Présentation graphique des signaux d'essai utilisés pour la vérification des performances de l'analyseur avec exigences complémentaires conformément au Tableau F.1	143
Figure G.1 – Schéma fonctionnel du circuit de mesure RPA sans convertisseur A/N.....	145
Figure G.2 – Schéma fonctionnel du circuit de mesure RPA avec convertisseur A/N.....	145
Figure G.3 – Exemple d'affichage de mesure de DPA	146
Tableau 1 – Caractéristiques fondamentales des récepteurs de quasi-crête	84
Tableau 2 – Caractéristiques des impulsions d'essais pour les récepteurs de mesure de quasi-crête	85
Tableau 3 – Réponses aux impulsions des récepteurs de quasi-crête	89
Tableau 4 – Caractéristiques de largeur de bande pour l'essai d'intermodulation des récepteurs de mesure de quasi-crête	94
Tableau 5 – Exigences relatives au ROS pour l'impédance d'entrée des récepteurs	96
Tableau 6 – Exigences pour la largeur de bande	96
Tableau 7 – Réponses comparatives aux impulsions des récepteurs de mesure de crête et de quasi-crête pour une même largeur de bande (gamme de fréquences comprises entre 9 kHz et 1 000 MHz).....	98
Tableau 8 – Exigences pour la largeur de bande	100
Tableau 9 – Réponses comparatives aux impulsions des récepteurs de mesure de valeur moyenne et des récepteurs de quasi-crête pour une même largeur de bande (gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 1 GHz).....	101
Tableau 10 – Valeurs maximales de lecture des récepteurs de mesure de valeur moyenne pour un signal d'entrée sinusoïdal modulé en impulsion comparées à la réponse à un signal sinusoïdal non modulé de même amplitude.....	103
Tableau 14 – Essais de performance de l'analyseur de perturbation – Signaux d'essais utilisés pour la vérification conformément à la définition d'un claquement	113
Tableau 15 – Exigences VSWR de l'impédance d'entrée.....	105
Tableau 16 – Exigences de largeur de bande	105
Tableau 17 – Taux minimal de répétition d'impulsion sans surcharge	106
Tableau 18 – Réponse en impulsion relative des récepteurs de mesure efficace-moyen et quasi-crête.....	107
Tableau 19 – Réponse d'impulsion du récepteur efficace-moyen	107
Tableau 20 – Valeur maximale des récepteurs efficace-moyen pour une entrée sinusoïdale à modulation d'impulsion en comparaison avec la réponse à une onde sinusoïdale continue ayant la même amplitude	108
Tableau B.1 – Caractéristiques du générateur d'impulsions	123
Tableau E.1 – Niveau de porteuse pour un signal modulé en impulsion de 1,4 nVs.....	132
Tableau F.1 – Signaux d'essais de l'analyseur de perturbation	138

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

**SPÉCIFICATIONS DES MÉTHODES ET DES APPAREILS
DE MESURE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET
DE L'IMMUNITÉ AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –**

**Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques
et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –
Appareils de mesure**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CISPR 16-1-1 a été établie par le sous-comité A du CISPR: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

La présente version consolidée de la CISPR 16-1-1 comprend la deuxième édition (2006) [documents CISPR/A/642/FDIS et CISPR/A/651/RVD], son amendement 1 (2006) [documents CISPR/A/647/CDV et CISPR/A/686/RVC] et son amendement 2 (2007) [documents CISPR/A/737/FDIS et CISPR/A/751/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à ses amendements; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 2.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par les amendements 1 et 2.

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

La série CISPR 16, publiée sous le titre général *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques* comprend les Parties 1, 2, 3 et 4, elles-mêmes subdivisées en parties.

- les spécifications des appareils de mesure sont données dans les cinq parties de la CISPR 16-1;
- les méthodes de mesure des perturbations radioélectriques sont couvertes par les quatre parties de la CISPR 16-2;
- différents rapports avec des informations sur le contexte du CISPR et sur les perturbations radioélectriques en général sont donnés dans la CISPR 16-3;
- la CISPR 16-4 contient des informations relatives aux incertitudes, aux statistiques et à la modélisation des limites.

La CISPR 16-1 est constituée des cinq parties suivantes, sous le titre général *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*:

- Partie 1-1: Appareils de mesure,
- Partie 1-2: Matériels auxiliaires – Perturbations conduites,
- Partie 1-3: Matériels auxiliaires – Puissance perturbatrice,
- Partie 1-4: Matériels auxiliaires – Perturbations rayonnées,
- Partie 1-5: Emplacements d'essai pour l'étalonnage des antennes de 30 MHz à 1 000 MHz.

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

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

SPÉCIFICATIONS DES MÉTHODES ET DES APPAREILS DE MESURE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET DE L'IMMUNITÉ AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –

Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure

1 Domaine d'application

La présente partie de la CISPR 16 est une norme fondamentale qui spécifie les caractéristiques et les performances des appareils de mesure de tensions, courants et champs radioélectriques perturbateurs dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 18 GHz. Les exigences applicables aux appareils spécialisés de mesure de perturbations non continues sont également spécifiées. Les exigences comprennent la mesure des perturbations radioélectriques à large bande et à bande étroite.

Les récepteurs traités comprennent les types suivants:

- a) récepteur de mesure de quasi-crête,
- b) récepteur de mesure de crête,
- c) récepteur de mesure de valeur moyenne,
- d) récepteur de mesure efficace-moyen.

Les exigences de cette publication doivent être remplies à toutes les fréquences et à tous niveaux de tension, courant, puissance ou champ radioélectrique, dans les limites de la plage de lecture des appareils de mesure du CISPR.

Les méthodes de mesure sont traitées dans la Partie 2, et des informations supplémentaires sur les perturbations radioélectriques sont données dans la Partie 3 de la CISPR 16. Les incertitudes, les statistiques et la modélisation des limites sont couvertes par la Partie 4 de la CISPR 16.

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 60050(161):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*
Amendement 1 (1997)
Amendement 2 (1998)

CISPR 11:2003, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radio-électrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 14-1:2005, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électro-domestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Émission*

CISPR 16-3:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 3: Rapports techniques du CISPR*

BIPM / CEI / FICC / ISO / OIML / UICPA / UIPPA *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes sont applicables. Voir également les définitions de la CEI 60050(161), ainsi que le *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie*.

3.1

bande passante

B_n

largeur de la courbe de sélectivité globale du récepteur entre deux points situés à un niveau déterminé en dessous de la réponse en milieu de bande. La bande passante est représentée par le symbole B_n , où n est le niveau exprimé en décibels

3.2

bande passante en impulsion

B_{imp}

$$B_{\text{imp}} = A(t)_{\text{max}} / (2 G_0 \times IS)$$

où

$A(t)_{\text{max}}$ est la crête de l'enveloppe à la sortie en fréquence intermédiaire du récepteur lorsqu'une impulsion d'aire IS est appliquée à l'entrée du récepteur;

G_0 est le gain du circuit à la fréquence centrale.

En particulier, pour deux transformateurs accordés à couplage critique,

$$B_{\text{imp}} = 1,05 \times B_6 = 1,31 \times B_3$$

où

B_6 et B_3 sont respectivement les largeurs de bandes à –6 dB et –3 dB (voir Article A.2 pour plus de renseignements).

3.3

aire de l'impulsion

IS

aire englobée par la tension en fonction du temps d'une impulsion, définie par l'intégrale:

$$IS = \int_{-\infty}^{+\infty} V(t) dt \quad (IS \text{ est exprimée en } \mu\text{Vs ou dB}(\mu\text{Vs}))$$

NOTE La densité spectrale (D) est liée à l'aire de l'impulsion. Elle est exprimée en $\mu\text{V/MHz}$ ou $\text{dB}(\mu\text{V/MHz})$. Pour des impulsions rectangulaires de largeur T , aux fréquences $f \ll 1/T$, la relation $D(\mu\text{V/MHz}) = \sqrt{2} \times 10^6 IS(\mu\text{Vs})$ s'applique.

3.4

constante de temps à la charge électrique

T_C

temps nécessaire, après l'application instantanée d'une tension sinusoïdale constante à l'étage précédant immédiatement l'entrée du détecteur, pour que la tension de sortie du détecteur atteigne 63 % de sa valeur finale.

NOTE Cette constante de temps est déterminée de la façon suivante: un signal sinusoïdal, d'amplitude constante et de fréquence égale à la fréquence centrale de l'amplificateur à fréquence intermédiaire, est appliqué à l'entrée de l'étage précédant immédiatement le détecteur. On note l'indication D d'un instrument sans inertie (par exemple, un oscilloscope) branché à une borne du circuit amplificateur à courant continu de façon à ne pas affecter le comportement du détecteur. Le niveau du signal est choisi de telle façon que la réponse des étages concernés reste dans la plage de fonctionnement linéaire. On applique ensuite un train de signaux sinusoïdaux de même amplitude, dont l'enveloppe est rectangulaire et dont la durée est telle que l'indication correspondante soit de $0,63 D$. La durée de ce signal est égale au temps de charge du détecteur.

3.5

constante de temps à la décharge électrique

T_D

temps nécessaire, après la coupure instantanée d'une tension sinusoïdale constante appliquée à l'étage précédant immédiatement l'entrée du détecteur, pour que l'indication à la sortie du détecteur tombe à 37 % de sa valeur initiale.

NOTE La méthode de mesure est analogue à celle de la constante de temps à la charge, mais au lieu d'appliquer un signal pendant une durée limitée, le signal est interrompu pendant une durée définie. Le temps nécessaire pour que la déviation tombe à $0,37 D$ est la constante de temps à la décharge de l'appareil de mesure.

3.6

constante de temps mécanique d'un instrument de mesure réglé à l'amortissement critique

T_M

$$T_M = T_L / 2\pi$$

où T_L est la période d'oscillation libre de l'instrument en l'absence d'amortissement.

NOTE 1 Pour un instrument réglé à l'amortissement critique, l'équation de mouvement du système peut être écrite de la façon suivante:

$$T_M^2 (d^2\alpha / dt^2) + 2T_M (d\alpha / dt) + \alpha = ki$$

où

α est la déviation;

i est le courant traversant l'instrument;

k est une constante.

On peut déduire de cette relation que cette constante de temps est aussi égale à la durée de l'impulsion rectangulaire (d'amplitude constante) qui produit une déviation égale à 35 % de la déviation stabilisée produite par un courant continu de même amplitude que celle de l'impulsion rectangulaire.

NOTE 2 Les méthodes de mesure et de réglage sont déduites de l'une des méthodes suivantes.

- La période d'oscillation libre ayant été réglée à $2\pi T_M$, on ajoute l'amortissement de façon à ce que $\alpha T = 0,35 \alpha_{\max}$.
- Lorsque la période de l'oscillation ne peut pas être mesurée, l'amortissement est réglé de façon à être juste en dessous de la valeur critique, afin que le dépassement ne soit pas supérieur à 5 % et que le moment d'inertie du mouvement soit tel que $\alpha T = 0,35 \alpha_{\max}$.

3.7

réserve de linéarité

rapport du niveau correspondant à la plage de fonctionnement linéaire pratique d'un circuit (ou d'un groupe de circuits) et du niveau correspondant à la déviation pleine échelle de l'instrument de mesure

Le niveau maximal pour lequel la réponse stabilisée d'un circuit (ou d'un groupe de circuits) ne s'écarte pas de plus de 1 dB de la linéarité idéale définit la plage de fonctionnement linéaire pratique du circuit (ou du groupe de circuits).

3.8

tension symétrique

dans un circuit bifilaire, tel qu'une alimentation monophasée, la tension symétrique est la tension de perturbation radioélectrique apparaissant entre les deux fils. Cette tension est quelquefois appelée tension de mode différentiel. Si V_a est la tension vectorielle entre une des bornes d'alimentation et la terre et V_b la tension vectorielle entre l'autre borne d'alimentation et la terre, la tension symétrique est la différence vectorielle ($V_a - V_b$).

3.9

plage de lecture du CISPR

plage spécifiée par le fabricant, donnant les indications maximale et minimale de l'appareil de mesure, dans laquelle le récepteur satisfait aux exigences de la présente partie de la CISPR 16

3.10

pondération (d'une perturbation par impulsion par exemple)

conversion (la plupart du temps réduction) qui dépend de la fréquence de répétition d'impulsions (pulse-repetition-frequency – PRF) d'un niveau de tension d'impulsion détecté en crête en une indication qui correspond à l'effet d'interférence sur la réception radio

- Pour le récepteur analogique, la gêne psychophysique de l'interférence est une quantité subjective (sonore ou visuelle, généralement pas un certain nombre d'incompréhensions d'un texte parlé).
- Pour le récepteur numérique, l'effet d'interférence est une grandeur objective qui peut être définie soit par le taux critique d'erreur sur les bits (bit error ratio – BER) (ou probabilité d'erreur sur les bits (bit error probability – BEP)) pour laquelle une correction d'erreur parfaite peut encore apparaître soit par un autre paramètre objectif et reproductible.

3.10.1

caractéristique de pondération

le niveau de tension de crête en fonction de la PRF pour un effet constant sur un système de radiocommunication spécifique, c'est-à-dire que la perturbation est pondérée par le système de radiocommunication lui-même

3.10.2

fonction ou courbe de pondération

la relation entre le niveau de tension d'entrée et la PRF pour l'indication de niveau constant d'un récepteur de mesure avec un détecteur de pondération, c'est-à-dire la courbe de réponse d'un récepteur de mesure à des impulsions répétées

3.10.3

facteur de pondération

la valeur en dB de la fonction de pondération par rapport à une PRF de référence ou par rapport à la valeur de crête

3.10.4

détecteur de pondération

détecteur qui offre une fonction de pondération acceptée

3.10.5

mesure de perturbation pondérée

mesure de perturbation utilisant un détecteur de pondération

4 Récepteurs de mesure de quasi-crête pour la gamme de fréquences de 9 kHz à 1 000 MHz

Les spécifications du récepteur dépendent de la fréquence d'utilisation. Il existe une spécification de récepteur couvrant la gamme de fréquences de 9 kHz à 150 kHz (bande A), une couvrant la gamme de 150 kHz à 30 MHz (bande B), une couvrant la gamme de 30 MHz à 300 MHz (bande C), et une couvrant la gamme de 300 MHz à 1 000 MHz (bande D).

4.1 Impédance d'entrée

Le circuit d'entrée des récepteurs de mesure doit être asymétrique. Lorsque les réglages des commandes du récepteur sont dans la plage de lecture du CISPR, l'impédance d'entrée nominale doit être de 50 Ω avec un ROS inférieur ou égal à 2,0 lorsque l'affaiblissement RF est nul et 1,2 lorsque l'affaiblissement RF est de 10 dB ou plus.

Impédance d'entrée symétrique dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz: pour permettre des mesures symétriques, on utilise un transformateur d'entrée symétrique. L'impédance d'entrée préférentielle est de 600 Ω dans la gamme de 9 kHz à 150 kHz. Cette impédance d'entrée symétrique peut être incorporée soit dans le réseau fictif symétrique nécessaire au couplage avec le récepteur, soit dans le récepteur de mesure.

4.2 Caractéristiques fondamentales

Les réponses aux impulsions, telles que spécifiées en 4.4, sont calculées sur la base de récepteurs de mesure ayant les caractéristiques fondamentales données au Tableau 1.

Tableau 1 – Caractéristiques fondamentales des récepteurs de quasi-crête

Caractéristiques	Bande de fréquences		
	Bande A de 9 kHz à 150 kHz	Bande B de 0,15 MHz à 30 MHz	Bandes C et D de 30 MHz à 1 000 MHz
Bande passante aux points –6 dB, B_6 en kHz	0,20	9	120
Constante de temps à la charge électrique du détecteur, en ms	45	1	1
Constante de temps à la décharge électrique du détecteur, en ms	500	160	550
Constante de temps mécanique de l'instrument de mesure réglé à l'amortissement critique, en ms	160	160	100
Réserve de linéarité des circuits précédant le détecteur, en dB	24	30	43,5
Réserve de linéarité de l'amplificateur à courant continu entre le détecteur et l'appareil de mesure, en dB	6	12	6
NOTE 1 La définition de la constante de temps mécanique (voir 3.6) part du principe que l'appareil de mesure est linéaire, c'est-à-dire que des incréments de courant égaux produisent des incréments de déviation égaux. Un appareil de mesure ayant une relation courant/déviations différente peut être utilisé à condition que l'instrument satisfasse aux exigences du présent paragraphe. Dans un appareil de mesure électronique, la constante de temps mécanique peut être simulée par un circuit.			
NOTE 2 Aucune tolérance n'est donnée pour les constantes de temps électrique et mécanique. Les valeurs réelles utilisées dans un récepteur particulier sont déterminées à la conception, afin de satisfaire aux exigences de 4.4.			

4.3 Précision en tension sinusoïdale

La précision des mesures en tension sinusoïdale doit être meilleure que ± 2 dB lorsque l'on utilise un signal d'entrée sinusoïdal avec une impédance de source résistive de 50 Ω .

4.4 Réponses aux impulsions

NOTE Les Annexes B et C décrivent les méthodes de détermination des caractéristiques de sortie d'un générateur d'impulsions destiné à être utilisé pour le contrôle des exigences du présent paragraphe.

4.4.1 Réponse en amplitude (étalonnage absolu)

La réponse du récepteur de mesure à des impulsions ayant une aire en circuit ouvert a) μVs (microvolt-seconde) f.é.m. sous une impédance de source de 50 Ω , ayant un spectre uniforme jusqu'à au moins b) MHz, répétées à une fréquence de c) Hz doit être, à toutes les fréquences d'accord, égale à la réponse à un signal sinusoïdal non modulé, à la fréquence d'accord et ayant une f.é.m. de 2 mV en valeur efficace (66 dB(μV)). Les impédances de source du générateur d'impulsions et du générateur de signaux doivent être identiques. Une tolérance de $\pm 1,5$ dB est autorisée sur le niveau de la tension sinusoïdale.

Tableau 2 – Caractéristiques des impulsions d'essais pour les récepteurs de mesure de quasi-crête

Gamme de fréquence	a) μVs	b) MHz	c) Hz
9 kHz à 150 kHz	13,5	0,15	25
0,15 MHz à 30 MHz	0,316	30	100
30 MHz à 300 MHz	0,044	300	100
300 MHz à 1 000 MHz	0,044	1 000	100

4.4.2 Variations en fonction de la fréquence de répétition (étalonnage relatif)

La réponse du récepteur de mesure à des impulsions répétées doit être telle que pour une indication constante du récepteur de mesure, la relation entre l'amplitude et la fréquence de répétition soit conforme aux Figures 1a, 1b ou 1c.

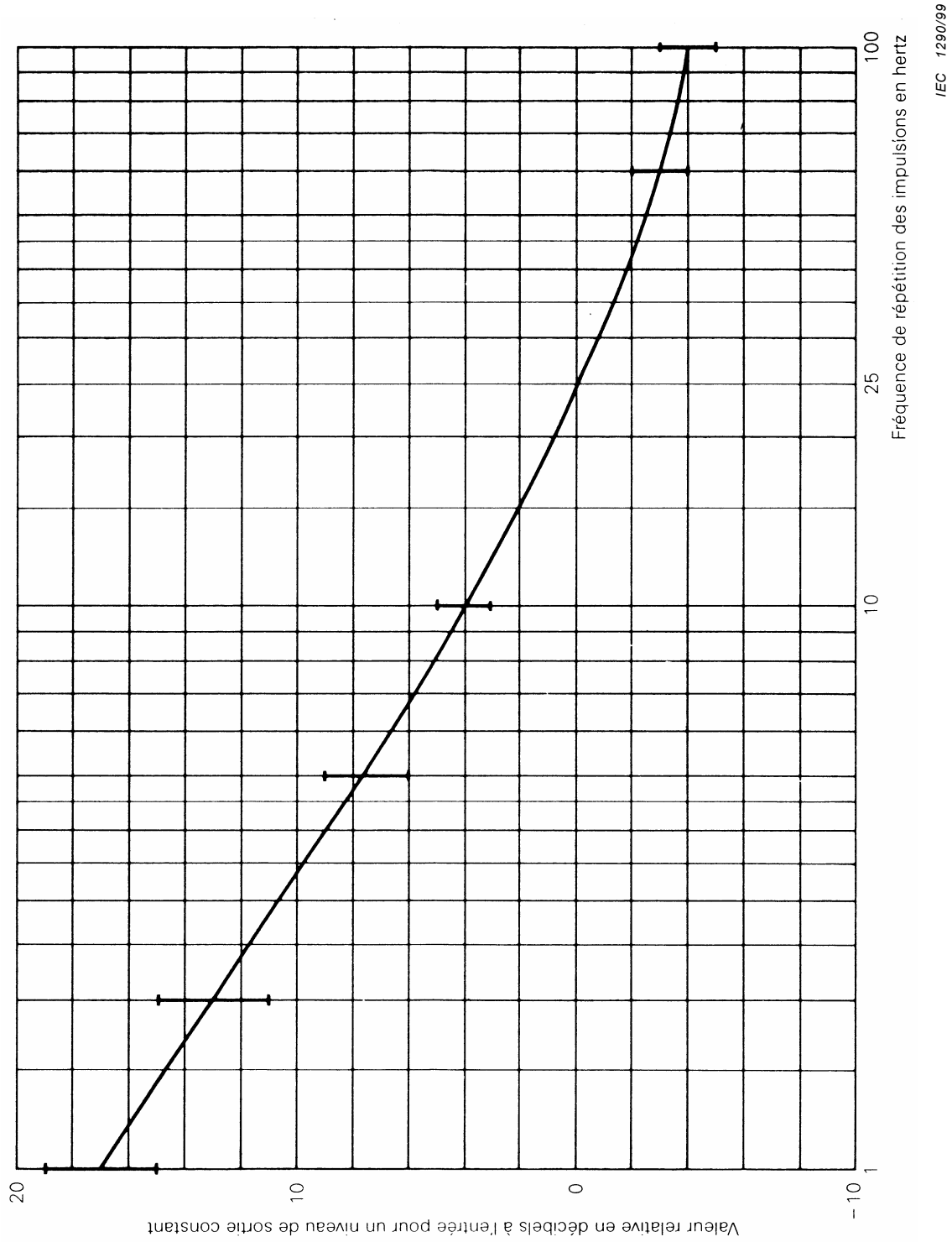


Figure 1a – Courbe de réponse aux impulsions (Bande A)

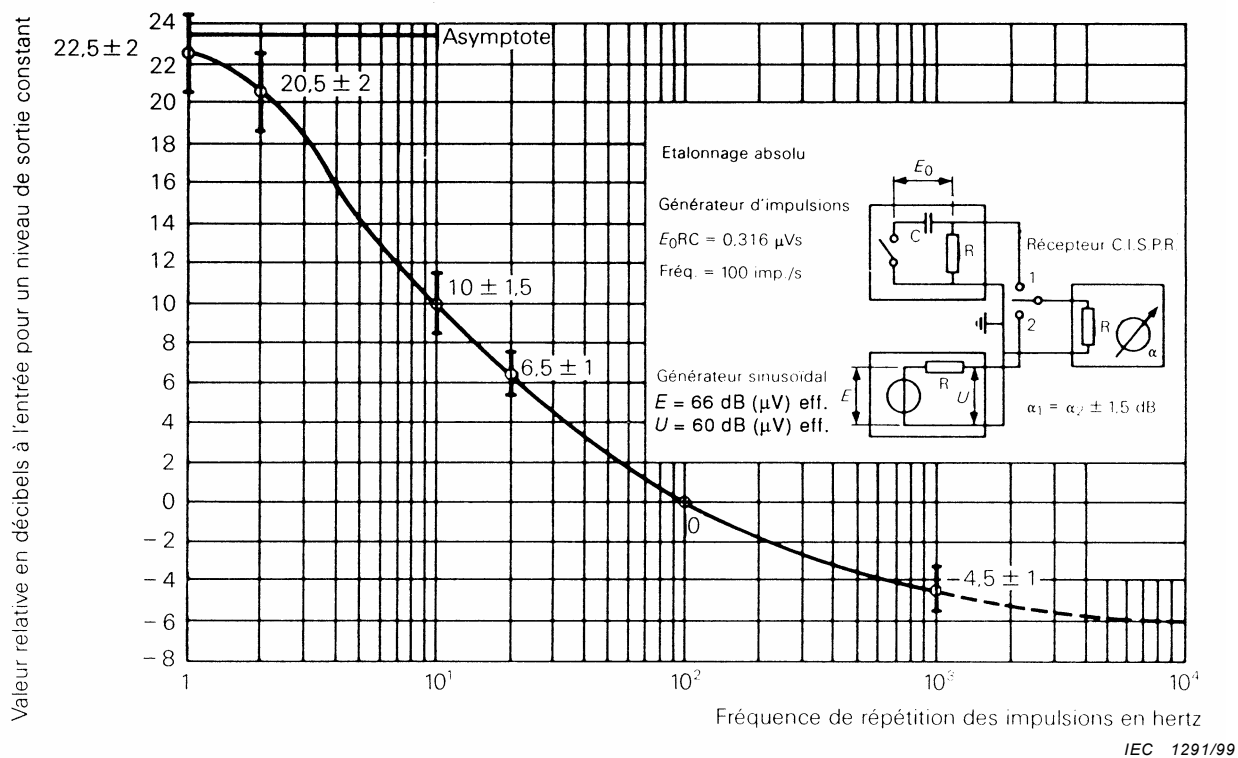


Figure 1b – Courbe de réponse aux impulsions (Bande B)

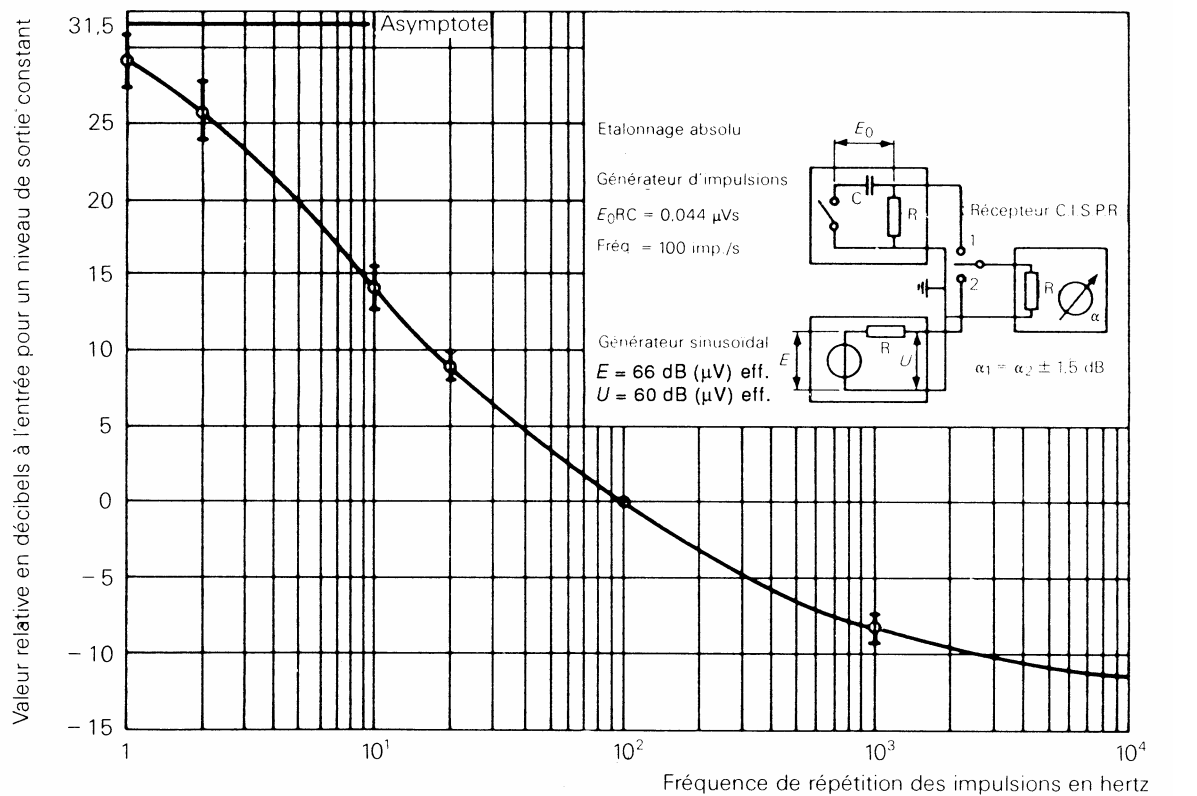


Figure 1c – Courbe de réponse aux impulsions (Bandes C et D)

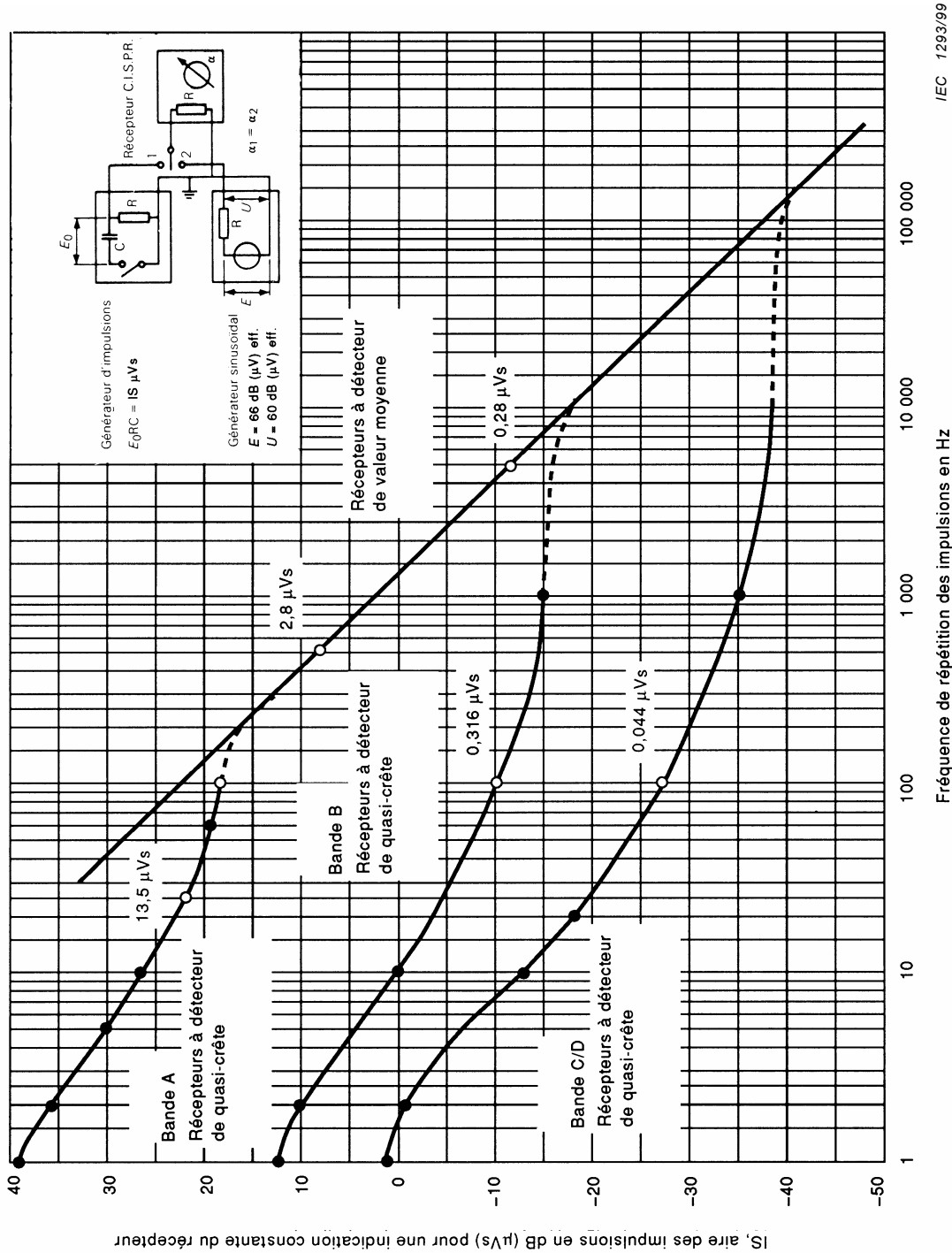


Figure 1d – Courbe de réponse théorique aux impulsions de récepteurs munis de détecteurs de quasi-crête ou de valeur moyenne (voir 6.4.2)

Figure 1 – Courbe de réponse aux impulsions

La courbe de réponse d'un récepteur de mesure particulier doit être comprise dans les limites définies dans la figure appropriée et quantifiée au Tableau 3.

Tableau 3 – Réponses aux impulsions des récepteurs de quasi-crête

Fréquence de répétition Hz	Niveau relatif équivalent en dB de l'impulsion pour une bande de fréquences données			
	Bande A de 9 kHz à 150 kHz	Bande B de 0,15 MHz à 30 MHz	Bande C de 30 MHz à 300 MHz	Bande D de 300 MHz à 1 000 MHz
1 000	Note 4	$-4,5 \pm 1,0$	$-8,0 \pm 1,0$	$-8,0 \pm 1,0$
100	$-4,0 \pm 1,0$	0 (ref.)	0 (ref.)	0 (ref.)
60	$-3,0 \pm 1,0$	–	–	–
25	0 (ref.)	–	–	–
20	–	$+6,5 \pm 1,0$	$+9,0 \pm 1,0$	$+9,0 \pm 1,0$
10	$+4,0 \pm 1,0$	$+10,0 \pm 1,5$	$+14,0 \pm 1,5$	$+14,0 \pm 1,5$
5	$+7,5 \pm 1,0$	–	–	–
2	$+13,0 \pm 2,0$	$+20,5 \pm 2,0$	$+26,0 \pm 2,0$	$+26,0 \pm 2,0^*$
1	$+17,0 \pm 2,0$	$+22,5 \pm 2,0$	$+28,5 \pm 2,0$	$+28,5 \pm 2,0^*$
Impulsion isolée	$+19,0 \pm 2,0$	$+23,5 \pm 2,0$	$+31,5 \pm 2,0$	$+31,5 \pm 2,0^*$
NOTE 1 L'influence des caractéristiques du récepteur sur sa réponse aux impulsions est traitée à l'Annexe D. NOTE 2 Les relations entre les réponses aux impulsions d'un récepteur de quasi-crête et celles de récepteurs équipés d'autres types de détecteur sont données en 5.4, 6.4.1 et 7.4.1. NOTE 3 Les courbes de réponse théorique aux impulsions des récepteurs à détecteur de quasi-crête et de valeur moyenne combinées sur une échelle absolue sont données en Figure 1d. L'ordonnée de la Figure 1d indique l'aire de l'impulsion en circuit ouvert, en dB(μVs) correspondant à une f.é.m. sinusoïdale de valeur efficace 66 dB(μV). Lorsque la largeur de bande de mesure est inférieure à la fréquence de répétition des impulsions, les courbes de la Figure 1d sont valables lorsque le récepteur est accordé sur une raie du spectre. NOTE 4 On ne peut pas spécifier de réponse au-dessus de 100 Hz dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 150 kHz en raison du chevauchement des impulsions dans l'amplificateur à fréquence intermédiaire. NOTE 5 L'Annexe A traite de la détermination de la courbe de réponse aux impulsions répétitives. NOTE 6 La réponse aux impulsions est limitée, pour des raisons de linéarité à l'entrée du récepteur, aux fréquences supérieures à 300 MHz. Les valeurs marquées d'un astérisque (*) dans le tableau sont optionnelles et non essentielles.				

4.5 Sélectivité

4.5.1 Sélectivité globale (bande passante)

La courbe représentant la sélectivité globale du récepteur de mesure doit être dans les limites indiquées aux Figures 2a, 2b ou 2c.

La sélectivité doit être décrite par la variation, en fonction de la fréquence, de l'amplitude de la tension sinusoïdale d'entrée qui produit une indication constante sur le récepteur de mesure.

NOTE Pour la mesure des appareils nécessitant une plus grande sélectivité à la transition entre 130 kHz et 150 kHz (par exemple pour les appareils pour la transmission de signaux sur le réseau électrique basse tension comme définis dans l'EN 50065-1/A2), un filtre passe-haut peut être ajouté avant le récepteur de mesure pour obtenir la sélectivité combinée suivante du récepteur de mesure CISPR et du filtre passe-haut:

Fréquence kHz	Atténuation relative dB
150	≤ 1
146	≤ 6
145	≥ 6
140	≥ 34
130	≥ 81

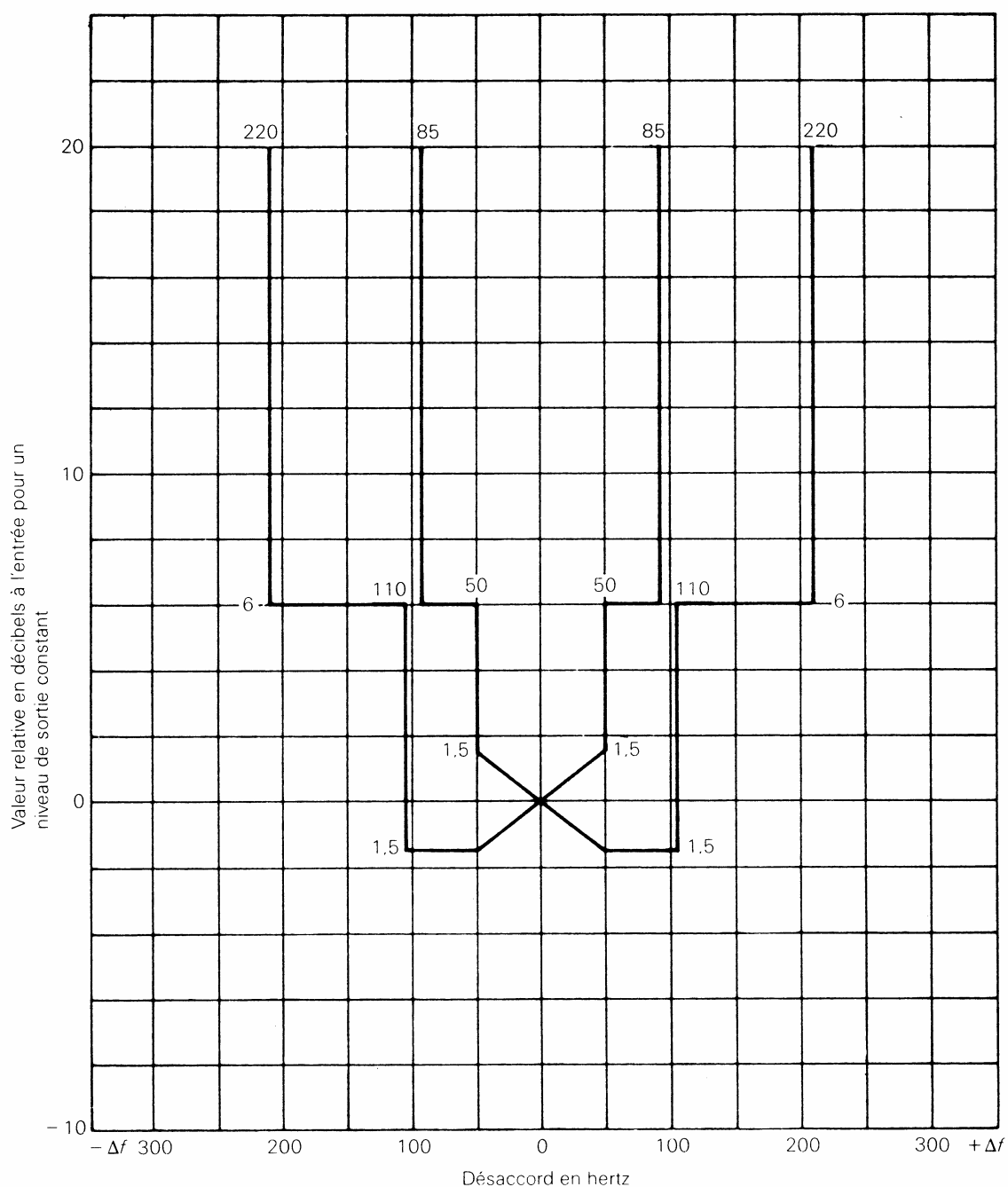
Il convient que le récepteur de mesure avec le filtre passe-haut remplisse les exigences de cette norme.

4.5.2 Taux de réjection à la fréquence intermédiaire

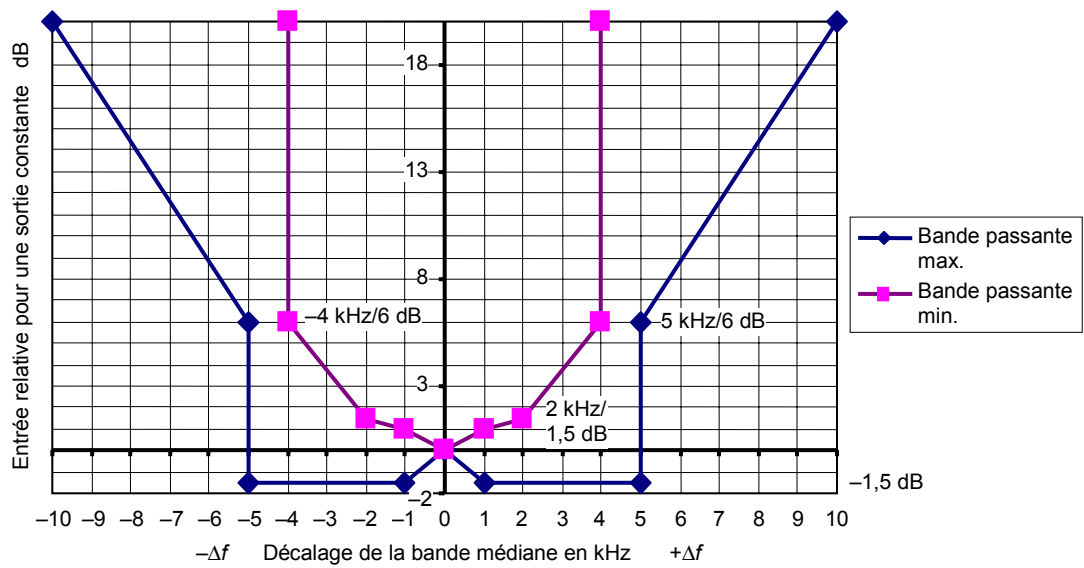
Le rapport entre la tension sinusoïdale d'entrée à la fréquence intermédiaire et la tension sinusoïdale d'entrée à la fréquence d'accord qui produit la même indication sur le récepteur de mesure ne doit pas être inférieur à 40 dB. Lorsque l'on utilise plus d'une fréquence intermédiaire, cette exigence doit être satisfaite pour chaque fréquence intermédiaire.

4.5.3 Taux de réjection à la fréquence conjuguée

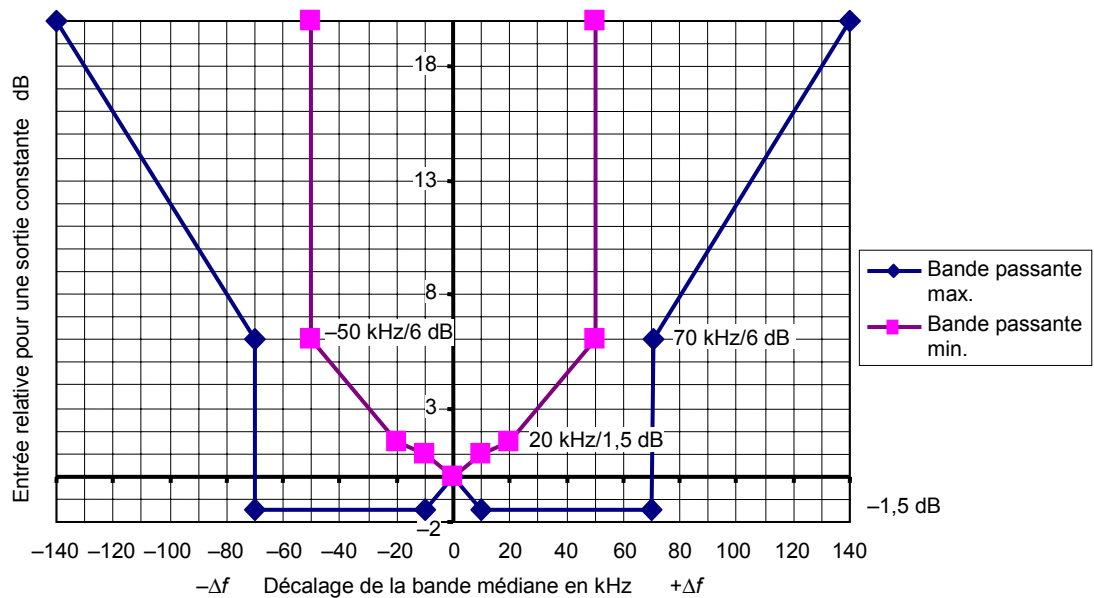
Le rapport entre la tension sinusoïdale d'entrée à la fréquence conjuguée et la tension sinusoïdale d'entrée à la fréquence d'accord qui produit la même indication sur le récepteur de mesure ne doit pas être inférieur à 40 dB. Lorsque l'on utilise plus d'une fréquence intermédiaire, cette exigence doit être satisfaite aux fréquences conjuguées correspondant à chaque fréquence intermédiaire.



**Figure 2a – Limites pour la sélectivité globale – bande passante
(voir 4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5) (Bande A)**



**Figure 2b – Limites de la sélectivité globale –
Bande passante (voir 4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5) (Bande B)**



**Figure 2c – Limites de la sélectivité globale –
Bande passante (voir 4.5.1, 5.5, 6.5, 7.5) (Bandes C et D)**

Figure 2 – Limites pour la sélectivité globale

4.5.4 Autres réponses parasites

Le rapport entre la tension sinusoïdale d'entrée à des fréquences autres que celles spécifiées en 4.5.2 et 4.5.3 et la tension sinusoïdale d'entrée à la fréquence d'accord qui produit la même indication sur le récepteur de mesure ne doit pas être inférieur à 40 dB. Des exemples des fréquences auxquelles de telles réponses parasites peuvent se produire sont donnés ci-dessous:

$$(1/m) (nf_L \pm f_i) \text{ et } (1/k) (f_o)$$

où

m, n, k sont des nombres entiers;

f_L est la fréquence de l'oscillateur local;

f_i est la fréquence intermédiaire;

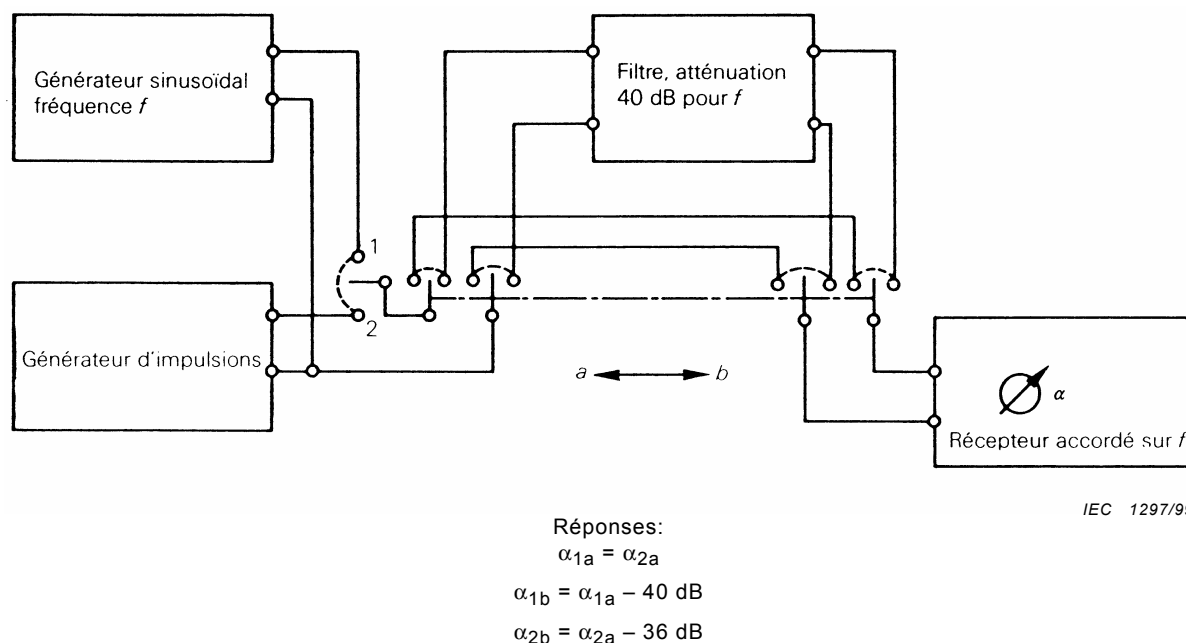
f_o est la fréquence d'accord.

NOTE Lorsque l'on utilise plus d'une fréquence intermédiaire, les fréquences f_L et f_i peuvent correspondre à chacune des fréquences de l'oscillateur local et des fréquences intermédiaires utilisées. De plus, des réponses parasites peuvent se produire lorsqu'aucun signal d'entrée n'est appliqué au récepteur de mesure; par exemple, quand les harmoniques des oscillateurs locaux présentent un écart de fréquence égal à l'une des fréquences intermédiaires. Les exigences du présent paragraphe ne peuvent donc pas s'appliquer dans ces derniers cas. Les effets de ces réponses parasites sont traités en 4.7.2.

4.6 Limitation des effets d'intermodulation

La réponse du récepteur de mesure ne doit pas être affectée par les effets d'intermodulation lorsque l'on procède à l'essai suivant:

Installer l'appareil comme indiqué à la Figure 3. Le générateur d'impulsions a un spectre essentiellement uniforme jusqu'à la fréquence 3), mais inférieur d'au moins 10 dB à la fréquence 4) des fréquences données dans le Tableau 4. Le filtre coupe-bande a un affaiblissement à la fréquence d'essai d'au moins 40 dB. Sa largeur de bande, B_6 , par rapport à l'affaiblissement maximal du filtre doit être comprise entre les fréquences 1) et 2) données dans le Tableau 4.



IEC 1297/99

Figure 3 – Schéma pour l'essai des effets d'intermodulation

Tableau 4 – Caractéristiques de largeur de bande pour l'essai d'intermodulation des récepteurs de mesure de quasi-crête

Gamme de fréquences	1) kHz	2) kHz	3) MHz	4) MHz
9 kHz à 150 kHz (bande A)	0,4	4	0,15	0,3
0,15 MHz à 30 MHz (bande B)	20	200	30	60
30 MHz à 300 MHz (bande C)	500	2 000	300	600
300 MHz à 1 000 MHz (bande D)	500	6 000	1 000	2 000

Brancher la sortie du générateur d'onde sinusoïdale directement à l'entrée du récepteur de mesure et le régler pour obtenir une indication convenable. Remplacer le générateur d'onde sinusoïdale par le générateur d'impulsions et le régler pour obtenir la même indication. La fréquence de répétition des impulsions doit être de 100 Hz pour la bande A et de 1 000 Hz pour les autres bandes.

Le générateur d'impulsions étant branché comme indiqué ci-dessus, la mise en circuit du filtre doit introduire un affaiblissement au moins égal à 36 dB.

4.7 Limitation du bruit du récepteur et des signaux parasites internes

4.7.1 Bruit aléatoire

Le bruit de fond ne doit pas introduire d'erreur supérieure à 1 dB.

NOTE Le point auquel le bruit de fond produit une erreur de 1 dB peut être déterminé par l'application d'un signal S de telle sorte que l'indication de l'appareil de mesure soit largement supérieure au niveau de bruit N (par exemple 40 dB). En réduisant le niveau du signal S , l'appareil de mesure va atteindre un point S_1 tel que $(S_1 + N)$ dévie de 1 dB par rapport à la caractéristique linéaire.

4.7.2 Onde continue

Lorsqu'on utilise plus d'une fréquence intermédiaire, l'existence de réponses parasites telles que celles décrites dans la note de 4.5.4 ne doit pas introduire d'erreur de mesure supérieure à 1 dB pour tout signal injecté au récepteur de mesure. Pour un récepteur de mesure comportant un atténuateur dans l'amplificateur en fréquence intermédiaire, on considère que cette condition est remplie si le récepteur satisfait à 4.7.1 lorsqu'on le soumet à l'essai décrit en 4.7.1, mais l'affaiblissement doit être introduit dans les étages intermédiaires après le dernier étage mélangeur.

4.8 Efficacité d'écran

L'efficacité d'écran est une mesure de l'aptitude d'un récepteur de mesure à fonctionner dans un champ électromagnétique sans dégradation. L'exigence s'applique aux récepteurs fonctionnant dans «la plage de lecture du CISPR» spécifiée par le fabricant telle que décrite en 3.9.

Le blindage du récepteur doit être tel que, lorsque ce dernier se trouve dans un champ électromagnétique ambiant de 3 V/m, non modulé, à n'importe quelle fréquence comprise entre 9 kHz et 1 000 MHz, l'erreur entraînée ne doit pas dépasser 1 dB, au maximum et au minimum de «la plage de lecture du CISPR» spécifiée par le fabricant du récepteur. Dans les cas où le récepteur de mesure ne satisfait pas à la condition des 3 V/m, la valeur du champ et la fréquence auxquelles l'erreur dépasse 1 dB, doivent être indiquées par le fabricant. L'essai doit être effectué comme décrit ci-dessous.

Le récepteur est placé à l'intérieur d'une enceinte blindée. Un signal d'entrée est appliqué au récepteur par l'intermédiaire d'un câble de 2 m bien blindé (par exemple câble semi-rigide) à travers un connecteur de traversée monté sur la paroi de l'enveloppe et raccordé à un générateur de signaux placé à l'extérieur de l'enveloppe. Le niveau du signal d'entrée doit être réglé au maximum puis au minimum de la plage de lecture du CISPR, spécifiée par le fabricant du récepteur. Toutes les autres prises coaxiales du récepteur doivent être chargées par leur impédance caractéristique.

Seuls les câbles essentiels (par exemple câbles d'alimentation et câbles d'entrée) nécessaires à l'utilisation du récepteur de mesure dans sa configuration minimale (à l'exclusion des options telles que casques d'écoute) doivent être connectés pendant l'essai. Les câbles doivent avoir la longueur et la disposition correspondant à l'utilisation habituelle.

La valeur du champ ambiant au voisinage du récepteur de mesure doit être mesurée par un mesureur de champ.

L'indication de l'appareil de mesure du récepteur en présence du champ électromagnétique ambiant ne doit pas différer de plus de 1 dB de celle donnée par l'appareil de mesure en l'absence du champ.

4.8.1 Limitation des émissions radioélectriques produites par le récepteur de mesure

4.8.1.1 Emissions conduites

La tension perturbatrice RF à tout point de connexion pour une ligne extérieure (pas uniquement aux bornes d'alimentation) ne doit pas dépasser les limites des appareils de classe B, spécifiées en 5.1 de la CISPR 11. La mesure de la tension perturbatrice n'est toutefois pas exigée pour les conducteurs intérieurs des connexions blindées destinées aux appareils blindés. La puissance injectée par l'oscillateur local mesurée à l'entrée du récepteur de mesure, fermée sur son impédance caractéristique, ne doit pas dépasser 34 dB(pW) ce qui est équivalent à 50 μ V dans 50 Ω .

4.8.1.2 Emissions rayonnées

Le champ RF rayonné par le récepteur de mesure ne doit pas dépasser les limites des appareils de classe B, spécifiées en 5.2 de la CISPR 11 pour la bande de fréquences de 9 kHz à 1 000 MHz. Les limites s'appliquent également aux bandes de fréquences indiquées au Tableau 1 (fréquences ISM) de la CISPR 11. Dans la bande de fréquences de 1 GHz à 18 GHz, la limite applicable est de 45 dB(pW).

Avant d'effectuer des mesures d'émission conduite ou rayonnée, il est essentiel de vérifier que la contribution de bruit des appareils de mesure (par exemple ordinateur de commande) n'affecte pas les résultats de mesure.

4.9 Moyens de branchement à un analyseur de perturbations discontinues

Pour toutes les bandes, le récepteur de mesure de perturbations doit avoir une sortie à fréquence intermédiaire et une sortie du détecteur de quasi-crête pour la mesure des perturbations discontinues. La charge de ces sorties ne doit pas affecter le dispositif d'affichage des mesures.

5 Récepteurs de mesure avec détecteur de crête pour la gamme de fréquences comprises entre 9 kHz et 18 GHz

Le présent article définit les exigences applicables aux récepteurs de mesure utilisant un détecteur de crête lorsqu'ils sont utilisés pour la mesure des perturbations de type impulsif ou modulées en impulsion.

Les analyseurs de spectre qui satisfont aux exigences du présent article peuvent être utilisés pour les mesures de conformité.

5.1 Impédance d'entrée

L'accès d'entrée des récepteurs de mesure doit être asymétrique. Pour les réglages du récepteur se situant dans la plage indiquée par le CISPR, l'impédance d'entrée nominale doit être de 50 Ω avec un ROS inférieur ou égal aux valeurs du Tableau 5.

Tableau 5 – Exigences relatives au ROS pour l'impédance d'entrée des récepteurs

Gamme de fréquences	Affaiblissement RF dB	ROS
9 kHz à 1 GHz	0	2,0 à 1
9 kHz à 1 GHz	≥ 10	1,2 à 1
1 GHz à 18 GHz	0	3,0 à 1
1 GHz à 18 GHz	≥ 10	2,0 à 1

Impédance d'entrée symétrique dans la gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 30 MHz: un transformateur d'entrée symétrique doit être utilisé pour les mesures symétriques (c'est-à-dire non raccordées à la terre). (L'impédance d'entrée préférentielle est de 600 Ω dans la gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 150 kHz.) L'impédance d'entrée symétrique peut être incorporée soit dans le réseau fictif symétrique nécessaire au couplage avec le récepteur, soit dans le récepteur de mesure lui-même.

5.2 Caractéristiques fondamentales

5.2.1 Largeur de bande

Pour tout type de perturbations à large bande, la valeur réelle de la largeur de bande doit être donnée lorsque le niveau de perturbation est mentionné et que la largeur de bande est comprise dans les limites du Tableau 6.

Tableau 6 – Exigences pour la largeur de bande

Gamme de fréquences	Largeur de bande B_6	Largeur de bande de référence
9 kHz à 150 kHz (Bande A)	100 Hz à 300 Hz ^a	200 Hz (B_6)
0,15 MHz à 30 MHz (Bande B)	8 kHz à 10 kHz ^a	9 kHz (B_6)
30 MHz à 1 000 MHz (Bandes C et D)	100 kHz à 500 kHz ^a	120 kHz (B_6)
1 GHz à 18 GHz (Bande E)	300 kHz à 2 MHz ^a	1 MHz ^b (B_{imp})

^a Comme la réponse d'un récepteur de mesure à détection de crête aux impulsions non chevauchantes est proportionnelle à sa largeur de bande en impulsions, on peut soit mentionner la largeur de bande réelle dans le résultat, soit y mentionner le niveau comme étant situé «dans une largeur de bande de 1 MHz», calculée en divisant la valeur mesurée par la largeur de bande en impulsions exprimée en MHz (voir 3.2). Pour d'autres types de perturbations à large bande, cette procédure peut introduire une erreur. En cas de litige, les données mesurées avec la largeur de bande de référence doivent prévaloir.

^b La largeur de bande sélectionnée doit être définie comme la largeur de bande en impulsions du récepteur de mesure avec une tolérance de ± 10 %.

5.2.2 Rapport des constantes de temps de charge et de décharge

Afin d'obtenir sur l'indicateur de mesure une lecture à 10 % près de la valeur vraie de la crête à une cadence de répétition de 1 Hz, le rapport entre la constante de temps de décharge et la constante de temps de charge doit être supérieur ou égal aux valeurs suivantes:

- a) $1,89 \times 10^4$ dans la gamme de fréquences comprises entre 9 kHz et 150 kHz;
- b) $1,25 \times 10^6$ dans la gamme de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz;
- c) $1,67 \times 10^7$ dans la gamme de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 000 MHz;
- d) $1,34 \times 10^8$ dans la gamme de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz.

Si le récepteur d'essai est équipé d'un dispositif de maintien de la valeur crête, on doit pouvoir régler le temps de maintien à des valeurs comprises entre 30 ms et 3 s.

NOTE Pour les récepteurs qui utilisent les techniques de maintien de crête (et une décharge forcée après le temps de maintien) ou de détection numérique de crête, l'exigence relative au rapport des constantes de temps à la charge et à la décharge n'est pas pertinente. Une fonction de maintien de maximum de l'affichage peut être utilisée pour les signaux avec des amplitudes variables dans le temps.

Si un analyseur de spectre est utilisé pour les mesures de crête, la bande vidéo ($B_{\text{vidéo}}$) doit être réglée sur une valeur supérieure ou égale à la bande de résolution ($B_{\text{résol}}$). Pour les mesures de crête, le résultat peut être lu sur l'afficheur de l'analyseur de spectre, avec le détecteur fonctionnant soit dans le mode linéaire, soit dans le mode logarithmique.

5.2.3 Facteur de surcharge

Pour les récepteurs de mesure de crête, le facteur de surcharge n'a pas à être aussi élevé que pour d'autres types de récepteurs de mesure. Pour la plupart des détecteurs à lecture directe, le facteur de surcharge ne doit être que légèrement supérieur à l'unité. Le facteur de surcharge doit être adapté aux constantes de temps utilisées (voir 5.2.2).

5.3 Précision en tension sinusoïdale

La précision des mesures de tension sinusoïdale doit être meilleure que ± 2 dB ($\pm 2,5$ dB au-dessus de 1 GHz) lorsque l'on utilise un signal d'entrée sinusoïdal avec une impédance de source résistive de 50 Ω .

5.4 Réponse aux impulsions

Jusqu'à 1 000 MHz, la réponse du récepteur de mesure à une aire d'impulsion de $1,4/B_{\text{imp}}$ mVs (où B_{imp} est en hertz) f.é.m. sous une impédance de source de 50 Ω , doit être égale à la réponse à un signal sinusoïdal non modulé à la fréquence d'accord ayant une f.é.m. de 2 mV en valeur efficace [66 dB(μ V)]. Les impédances de source du générateur d'impulsions et du générateur de signaux doivent être identiques. Les impulsions doivent avoir un spectre uniforme conformément au Tableau 2. Une tolérance de $\pm 1,5$ dB est autorisée pour le niveau de tension sinusoïdale et cette exigence s'applique à toutes les fréquences de répétition d'impulsion pour lesquelles aucune impulsion de chevauchement ne se produit à la sortie de l'amplificateur en fréquence intermédiaire.

NOTE 1 Les Annexes B et C décrivent les méthodes de détermination des caractéristiques de sortie des générateurs d'impulsions destinés à être utilisés pour le contrôle des exigences du présent paragraphe.

NOTE 2 A une cadence de répétition de 25 Hz pour la Bande A et de 100 Hz pour les autres bandes, les relations entre l'indication d'un récepteur de mesure de crête et celle d'un récepteur de mesure de quasi-crête avec la largeur de bande préférentielle sont données au Tableau 7.

Tableau 7 – Réponses comparatives aux impulsions des récepteurs de mesure de crête et de quasi-crête pour une même largeur de bande (gamme de fréquences comprises entre 9 kHz et 1 000 MHz)

Fréquence	I_S mVs	B_{imp} Hz	Rapport crête/quasi-crête (dB) pour une cadence de répétition d'impulsion de	
			25 Hz	100 Hz
Bande A	$6,67 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^3$	6,1	–
Bande B	$0,148 \times 10^{-3}$	$9,45 \times 10^3$	–	6,6
Bandes C et D	$0,011 \times 10^{-3}$	$126,0 \times 10^3$	–	12,0
NOTE La réponse aux impulsions est basée sur l'utilisation de la largeur de bande de référence uniquement (voir Tableau 6).				

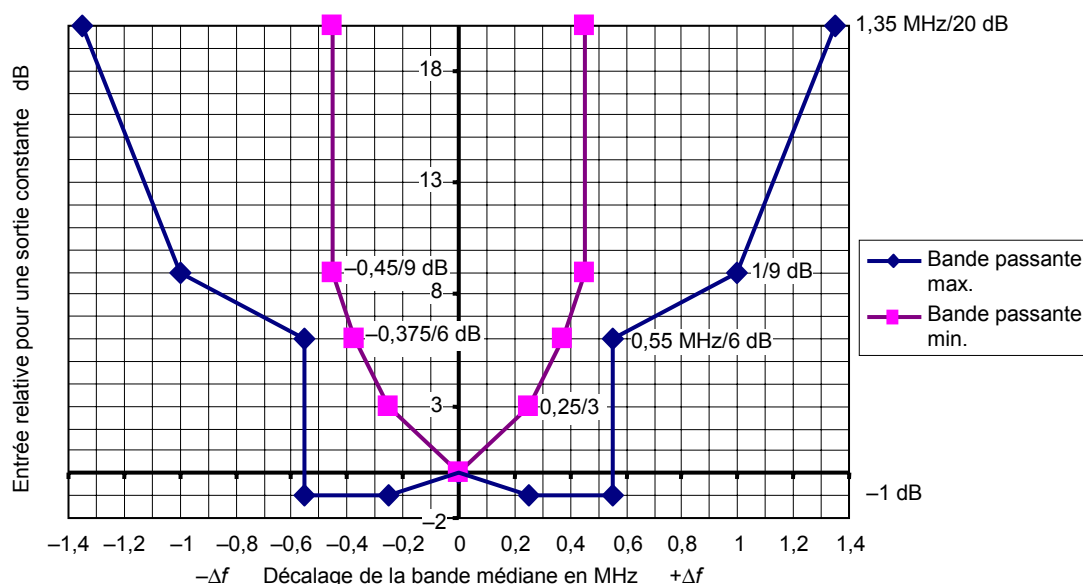
Au-dessus de 1 GHz, l'intensité de l'impulsion requise est définie à l'aide d'une porteuse modulée en impulsion à la fréquence d'essai, étant donné que les générateurs d'impulsions ayant un spectre uniforme jusqu'à 18 GHz ne sont pas réalisables. (Voir Article E.6).

5.5 Sélectivité

Comme les exigences de largeur de bande décrites en 5.2.1 permettent de s'écarter des largeurs de bande données aux Figures 2a, 2b et 2c, les courbes de sélectivité s'appliquent aux récepteurs de mesure de crête en termes de forme seulement, et l'axe des fréquences doit être mis à l'échelle en conséquence. Par exemple, $B_6/2$ correspond à 100 Hz dans la Figure 2a.

Les exigences des paragraphes 4.5.2, 4.5.3 et 4.5.4 sont applicables.

La courbe représentant la sélectivité globale de la largeur de bande de référence du récepteur de mesure pour la bande E doit se situer dans les limites de la Figure 8.



NOTE 1 Les limites pour la largeur de bande d'impulsion ne peuvent pas être représentées sur le diagramme car l'atténuation de filtre correspondante dépend du type du filtre. En conséquence, les limites pour les largeurs de bande à 6 dB et à 9 dB ont été données pour illustration

NOTE 2 Les limites pour la sélectivité globale ont été déduites de celles de l'équipement utilisé au moment de l'introduction de l'exigence sur la sélectivité.

Figure 8 – Limites pour la sélectivité globale – Bande passante (Bande E)

5.6 Effets d'intermodulation, bruit du récepteur et efficacité d'écran

Pour la gamme de fréquences en dessous de 1 GHz, les exigences décrites en 4.6, 4.7 et 4.8 s'appliquent. Les paragraphes 4.7 et 4.8.1 s'appliquent également pour la Bande E.

De plus, ce qui suit s'applique pour la Bande E:

- Des exigences sont à l'étude concernant les effets d'intermodulation.
- Filtre de présélection pour la Bande E: lors de la mesure des signaux parasites de niveau faible en présence d'un signal fondamental fort pour certains appareils en essai, insérer un filtre au niveau de l'entrée du récepteur de mesure (à l'intérieur ou à l'extérieur) qui donne un affaiblissement adéquat à la fréquence fondamentale pour éviter de surcharger et d'endommager les circuits d'entrée du récepteur et de produire des harmoniques ou des signaux d'intermodulation.

NOTE 1 Un affaiblissement par un filtre de 30 dB à la fréquence fondamentale de l'appareil en essai est en général suffisant.

NOTE 2 Plusieurs filtres peuvent être nécessaires lorsqu'il existe plusieurs fréquences fondamentales.

Les exigences pour l'efficacité d'écran, c'est-à-dire l'immunité aux perturbations rayonnées ambiantes élevées, sont à l'étude.

6 Récepteurs de mesure à détection de valeur moyenne pour la gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 18 GHz

Les récepteurs de mesure de valeur moyenne ne sont généralement pas utilisés pour la mesure des perturbations de type impulsif. Ce type de récepteur a un détecteur conçu pour indiquer la valeur moyenne de l'enveloppe du signal traversant les étages en amont du détecteur. Le détecteur de valeur moyenne est utilisé pour la mesure de signaux à bande étroite afin de s'affranchir des problèmes associés soit à la modulation, soit à la présence de bruit à large bande.

Les analyseurs de spectre qui satisfont aux exigences du présent article peuvent être utilisés pour les mesures de conformité.

6.1 Impédance d'entrée

L'accès d'entrée du récepteur de mesure doit être asymétrique. Pour les réglages du récepteur se situant dans la plage indiquée par le CISPR, l'impédance d'entrée nominale doit être de 50 Ω avec un ROS inférieur ou égal aux valeurs indiquées au Tableau 5.

Impédance d'entrée symétrique (équilibrée) dans la gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 150 kHz: utiliser un transformateur d'entrée symétrique pour les mesures symétriques (c'est-à-dire non raccordées à la terre). (L'impédance d'entrée préférentielle est de 600 Ω dans la gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 150 kHz.) L'impédance d'entrée symétrique peut être incorporée, soit dans le réseau fictif symétrique nécessaire au couplage avec le récepteur, soit dans le récepteur de mesure lui-même.

6.2 Caractéristiques fondamentales

6.2.1 Largeur de bande

Les largeurs de bande doivent être comprises dans les valeurs du Tableau 8.

Tableau 8 – Exigences pour la largeur de bande

Gamme de fréquences	Largeur de bande B_6	Largeur de bande de référence
9 kHz à 150 kHz (Bande A)	100 Hz à 300 Hz ^a	200 Hz (B_6)
150 kHz à 30 MHz (Bande B)	8 kHz à 10 kHz ^a	9 kHz (B_6)
30 MHz à 1 000 MHz (Bandes C et D)	100 kHz à 500 kHz ^a	120 kHz (B_6)
1 GHz à 18 GHz (Bande E)	300 kHz à 2 MHz ^a	1 MHz ^b (B_{imp})
^a La largeur de bande est traitée dans l'Article E.1. Si une largeur de bande autre que la largeur de bande de référence est utilisée, cela doit être mentionné là où le niveau de perturbation est indiqué.		
^b La largeur de bande sélectionnée doit être définie comme au Tableau 6.		

6.2.2 Facteur de surcharge

Pour les récepteurs dotés de détecteurs de valeur moyenne, le facteur de surcharge des circuits précédant le détecteur, pour une cadence de répétition d'impulsion de n Hz, doit être B_{imp}/n , B_{imp} étant exprimé en Hz.

Le récepteur ne doit pas être en surcharge pour des cadences d'impulsions supérieures ou égales à 25 Hz pour la Bande A, 500 Hz pour la Bande B et 5 000 Hz pour les Bandes C et D.

NOTE Avec ce type de récepteur, il n'est pas possible, en général, de fournir un facteur de surcharge suffisant pour empêcher un fonctionnement non linéaire du récepteur à des cadences d'impulsions très basses (la réponse à une impulsion unique n'est pas définie).

6.3 Précision en tension sinusoïdale

La précision des mesures de tension sinusoïdale doit être meilleure que ± 2 dB ($\pm 2,5$ dB au-dessus de 1 GHz) lorsque le récepteur est alimenté par un signal d'entrée sinusoïdal avec une impédance de source résistive de 50 Ω .

6.4 Réponses aux impulsions

NOTE Les Annexes B et C décrivent les méthodes de détermination des caractéristiques de sortie des générateurs d'impulsions destinés à être utilisés pour le contrôle des exigences du présent article dans la gamme de fréquences en dessous de 1 GHz.

6.4.1 Réponse en amplitude

Jusqu'à 1 000 MHz, le détecteur de valeur moyenne est défini de la façon suivante (moyenne linéaire): la réponse du récepteur de mesure à des impulsions de fréquence de répétition n Hz, d'aire d'impulsion égale à $1,4/n$ mVs f.é.m. sous une impédance de source de 50 Ω , doit être égale à la réponse à un signal sinusoïdal non modulé à la fréquence d'accord ayant une f.é.m. de 2 mV en valeur efficace [66 dB(μ V)]. Les impédances de source du générateur d'impulsions et du générateur de signaux doivent être identiques. Les impulsions doivent avoir un spectre uniforme conformément au Tableau 2. La valeur de n doit être de 25 pour la Bande A, 500 pour la Bande B et 5 000 pour les Bandes C et D. Une tolérance de 2,5 dB à $-0,5$ dB est autorisée sur le niveau de tension sinusoïdale.

NOTE Aux fréquences de répétition de 25 Hz, 100 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz et 5 000 Hz, la relation entre les indications d'un récepteur de mesure de valeur moyenne et celle d'un récepteur de mesure de quasi-crête de même largeur de bande, en supposant des facteurs de surcharge adéquats et un niveau de sortie constant, est donnée au Tableau 9.

Tableau 9 – Réponses comparatives aux impulsions des récepteurs de mesure de valeur moyenne et des récepteurs de quasi-crête pour une même largeur de bande (gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 1 GHz)

Gamme de fréquences du récepteur de mesure	Rapport des lectures quasi-crête/valeur moyenne (dB) à une cadence de répétition d'impulsion de				
	25 Hz	100 Hz	500 Hz	1 000 Hz	5 000 Hz
9 kHz à 150 kHz (Bande A)	12,4				
0,15 MHz à 30 MHz (Bande B)		(32,9)	22,9	(17,4)	
30 MHz à 1 000 MHz (Bandes C et D)				(38,1)	26,3
NOTE 1 La réponse aux impulsions est basée sur l'utilisation de la largeur de bande de référence uniquement (voir Tableau 8).					
NOTE 2 Les valeurs entre parenthèses sont données pour information uniquement.					

Au-dessus de 1 GHz (Bande E), deux modes du détecteur de valeur moyenne (pondéré) sont définis: linéaire et logarithmique.

Pour le détecteur de valeur moyenne linéaire, la réponse du récepteur de mesure à des impulsions de fréquence de répétition n Hz, d'aire d'impulsion égale à $1,4/n$ mVs f.é.m. sous une impédance de source de 50 Ω , doit être égale à la réponse à un signal sinusoïdal non modulé à la fréquence d'accord ayant une f.é.m. de 2 mV en valeur efficace [66 dB(μ V)]. L'impulsion doit être définie comme une porteuse modulée en impulsion. La valeur de n doit être de 50 000. Une tolérance de $\pm 1,5$ dB est autorisée sur le niveau de tension sinusoïdale.

Pour le détecteur de valeur moyenne logarithmique, la réponse du récepteur de mesure à des impulsions de fréquence de répétition 333 kHz (inverse de la période de 3 μ s), d'aire d'impulsion égale à 6,7 nVs f.é.m. sous une impédance de source de 50 Ω , doit être égale à la réponse à un signal sinusoïdal non modulé à la fréquence d'accord ayant une f.é.m. de

2 mV en valeur efficace [66 dB(μV)]. Une tolérance de ±4 dB est autorisée sur le niveau de tension sinusoïdale (la tolérance de 10 % de la largeur de bande provoque une variation possible d'environ ±2,5 dB).

Pour davantage de précisions, voir l'Article E.6.

NOTE 1 La détection moyenne peut être obtenue avec des analyseurs de spectre configurés avec une bande vidéo $B_{\text{vidéo}} \ll B_{\text{résol}}$ afin d'obtenir un calcul de moyenne adéquat basé sur la fréquence de répétition du signal mesuré. Pour les mesures basées sur une réduction de la bande vidéo, s'assurer que le temps de balayage est suffisamment long pour permettre au filtre de la bande vidéo de répondre de façon correcte.

NOTE 2 Pour les mesures moyennes (pondérées) dans le mode linéaire, le résultat correspondra au niveau moyen du signal mesuré. Si un affichage logarithmique est utilisé, le résultat correspondra à la moyenne des valeurs logarithmiques du signal mesuré. En conséquence, pour un signal d'onde carrée de valeurs successives de 20 dB(μV) et 60 dB(μV), le niveau obtenu en mode logarithmique est de 40 dB(μV), alors qu'il est de 54,1 dB(μV) en mode linéaire. Ce niveau représente la valeur moyenne réelle du signal.

6.4.2 Variations en fonction de la fréquence de répétition

La réponse d'un récepteur de mesure équipé d'un détecteur de valeur moyenne linéaire à des impulsions répétées doit être telle que, pour une indication constante sur le récepteur de mesure, la relation entre l'amplitude et la fréquence de répétition soit conforme à la règle suivante:

Amplitude proportionnelle à la (fréquence de répétition)⁻¹

Une tolérance de +3 dB à -1 dB est autorisée dans la gamme de fréquences comprise entre la plus faible fréquence de répétition utilisable et une fréquence égale à $B_3/2$, tel que déterminé à partir des considérations de surcharge.

NOTE Les courbes de réponse théorique aux impulsions des récepteurs à détecteurs de valeur quasi-crête et de valeur moyenne, combinées sur une échelle absolue, sont données à la Figure 1d. La réponse du récepteur de mesure équipé d'un détecteur de valeur moyenne logarithmique à des impulsions répétées (au-dessus de 1 GHz) est influencée par le niveau de bruit entre les impulsions. Avec les valeurs suivantes:

L_{logAv} est le niveau indiqué par le détecteur de valeur moyenne logarithmique;

T_P est la durée de l'impulsion;

L_P est le niveau d'impulsion en dB(μV);

T_N est la durée du niveau de bruit;

L_N est le niveau de bruit en dB(μV).

la relation approximative suivante s'applique alors:

$$L_{\text{logAv}} = \left(\frac{T_P L_P + T_N L_N}{T_P + T_N} \right)$$

Exemple: si le niveau d'impulsion L_P est de 85 dB(μV) et le niveau de bruit L_N est de 8 dB(μV), $T_P = 1/B_{\text{imp}} = 1 \mu\text{s}$, la cadence d'impulsion n est de 100 000, alors $T_N \approx 9 \mu\text{s}$. A partir de cette équation, $L_{\text{logAv}} = 15,7 \text{ dB}(\mu\text{V})$. En réalité, L_{logAv} est plus élevé, puisque T_P est plus élevée, parce que le signal d'impulsion à la sortie f.i. ne descend pas au niveau du bruit immédiatement après 1 μs.

Une tolérance est à l'étude.

6.4.3 Réponse aux perturbations à bande étroite intermittentes, instables et glissantes

La réponse aux perturbations à bande étroite intermittentes, instables et glissantes doit être telle que le résultat de la mesure soit équivalent à la lecture crête d'un appareil de mesure ayant une constante de temps de 160 ms pour les bandes A et B et de 100 ms pour les bandes C et D, comme représenté à la Figure 5. La constante de temps est telle qu'elle est définie en A.3.1. Cela peut être obtenu par un réseau de simulation de l'appareil de mesure à la suite du détecteur d'enveloppe du récepteur. La lecture crête peut être prise, par exemple, par une surveillance permanente de la sortie de l'appareil de mesure en utilisant un convertisseur analogique/numérique (A/D) et un microprocesseur comme ceux représentés à la Figure 4.

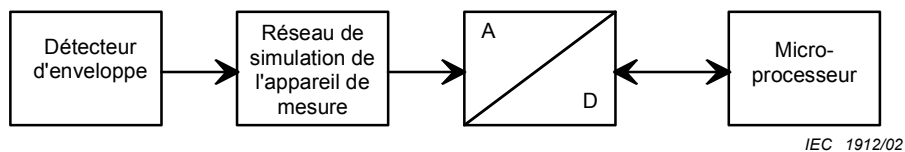


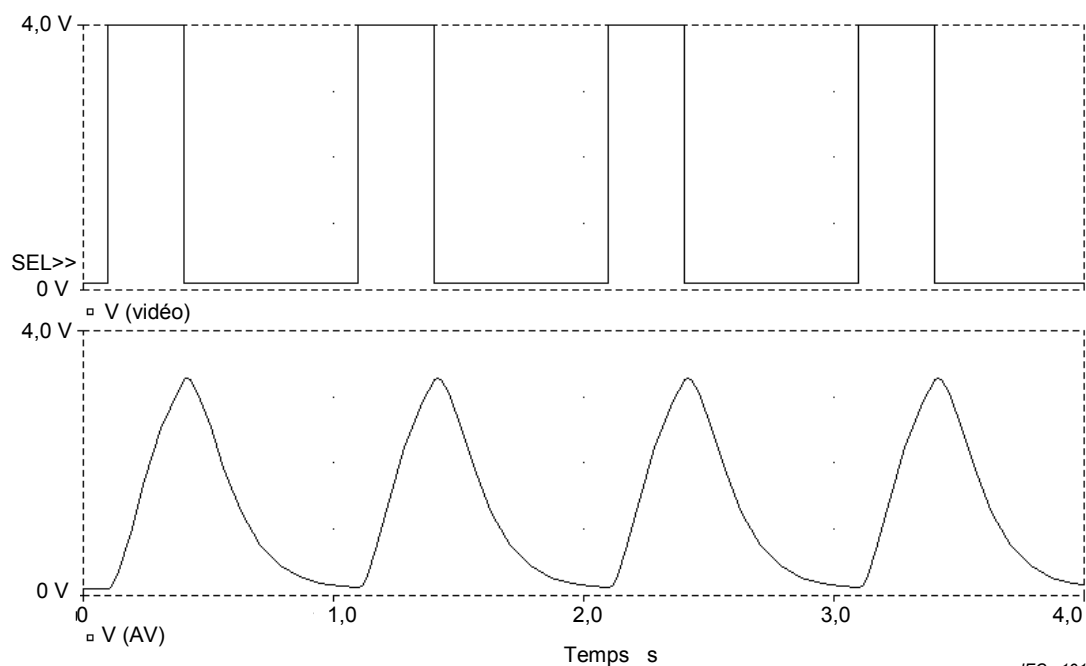
Figure 4 – Schéma d'un détecteur de valeur moyenne

Pour les récepteurs de Bande E, la constante de temps du dispositif de mesure est de 100 ms. Pour le détecteur de valeur moyenne logarithmique, les exigences sont à l'étude.

Il se déduit de l'exigence ci-dessus qu'un récepteur de mesure de valeur moyenne doit donner les valeurs maximales de lecture du Tableau 10 pour un signal d'entrée sinusoïdal RF modulé par des impulsions rectangulaires de la durée et de la période indiquées dans le tableau. Une tolérance de $\pm 1,0$ dB est permise pour cette exigence.

Tableau 10 – Valeurs maximales de lecture des récepteurs de mesure de valeur moyenne pour un signal d'entrée sinusoïdal modulé en impulsion comparées à la réponse à un signal sinusoïdal non modulé de même amplitude

Impulsion rectangulaire périodique pour la modulation	Récepteur bandes A/B $T_M = 0,16$ s	Récepteur bandes C/D $T_M = 0,1$ s
Durée = T_M Période = 1,6 s	0,353 (= -9,0 dB)	0,353 (= -9,0 dB)



NOTE 1 La réponse aux perturbations à bande étroite intermittentes peut être définie pour le détecteur de valeur moyenne logarithmique fonctionnant avec une certaine bande vidéo, par exemple, 10 Hz, et la fonction de maintien du maximum de l'affichage du spectre.

NOTE 2 La réponse représentée est donnée par un signal intermittent à bande étroite d'une durée de 0,3 s et de 1 Hz de fréquence de répétition, lorsqu'on utilise une constante de temps de 100 ms. Si la constante de temps est de 160 ms, les crêtes à la sortie du réseau de simulation de l'appareil de mesure seront plus faibles.

Figure 5 – Réponse du réseau de simulation de l'appareil de mesure à un signal à bande étroite intermittent

6.5 Sélectivité

Pour les récepteurs configurés avec une bande de résolution de 200 Hz (pour la gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 150 kHz) ou une bande de 9 kHz (pour la gamme de fréquences comprise entre 0,15 MHz et 30 MHz), la sélectivité globale doit être comprise dans les limites données aux Figures 2a et 2b, respectivement. Pour les récepteurs configurés avec une bande de résolution de 120 kHz (pour la gamme de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 000 MHz), la sélectivité globale doit être comprise dans les limites données à la Figure 2c. Pour les récepteurs ayant d'autres bandes de résolution, les Figures 2a, 2b et 2c ne décrivent que la forme, et l'axe de fréquence doit être mis à l'échelle en conséquence. La courbe représentant la sélectivité globale de la largeur de bande de référence du récepteur de mesure pour la bande E doit se situer dans les limites de la Figure 8.

Les exigences des paragraphes 4.5.2, 4.5.3 et 4.5.4 sont applicables.

NOTE Pour la mesure des appareils nécessitant une plus grande sélectivité à la transition entre 130 kHz et 150 kHz (par exemple pour les appareils pour la transmission de signaux sur le réseau électrique basse tension comme définis dans l'EN 50065-1¹⁾), un filtre passe-haut peut être ajouté avant le récepteur de mesure pour obtenir la sélectivité combinée suivante du récepteur de mesure CISPR et du filtre passe-haut:

Fréquence kHz	Atténuation relative dB
150	≤ 1
146	≤ 6
145	≥ 6
140	≥ 34
130	≥ 81

Il convient que le récepteur de mesure avec le filtre passe-haut remplisse les exigences de la présente norme.

6.6 Effets d'intermodulation, bruit du récepteur et efficacité d'écran

Les exigences décrites en 5.6 s'appliquent.

7 Récepteurs de mesure avec détecteur efficace-moyen pour la gamme de fréquences de 9 kHz à 18 GHz

7.1 Généralités

Les récepteurs de pondération efficace-moyen utilisent un détecteur de pondération qui est une combinaison d'un détecteur quadratique (pour les fréquences de répétition d'impulsions supérieures à la fréquence de cassure f_c) et d'un détecteur moyen (pour les fréquences de répétition d'impulsions inférieures à la fréquence de cassure f_c), ce qui permet d'obtenir une courbe de réponse d'impulsion avec les caractéristiques suivantes: 10 dB/décade au-delà de la fréquence de cassure et 20 dB/décade en dessous de la fréquence de cassure.

Les analyseurs de spectre qui satisfont aux exigences du présent article peuvent être utilisés pour les mesures de conformité.

¹⁾ EN 50065-1:2001, *Transmission de signaux sur les réseaux électriques basse tension dans la bande de fréquences de 3 kHz à 148,5 kHz; Première partie: Règles générales, bandes de fréquences et perturbations électromagnétiques.*

7.2 Impédance d'entrée

Le circuit d'entrée des récepteurs de mesure doit être asymétrique. Pour les réglages de commande du récepteur dans la plage d'indication CISPR du récepteur, l'impédance d'entrée doit avoir une valeur nominale de 50 Ω avec un VSWR ne devant pas dépasser les valeurs du Tableau 15.

Tableau 15 – Exigences VSWR de l'impédance d'entrée

Gamme de fréquences	Affaiblissement RF dB	VSWR
9 kHz à 1 GHz	0	2,0 à 1
9 kHz à 1 GHz	10	1,2 à 1
1 GHz à 18 GHz	0	3,0 à 1
1 GHz à 18 GHz	10	2,0 à 1

Impédance d'entrée symétrique dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz: pour permettre des mesures symétriques, un transformateur d'entrée symétrique est utilisé. L'impédance d'entrée préférentielle pour la gamme de fréquences de 9 kHz à 150 kHz est de 600 Ω . Cette impédance d'entrée symétrique peut être incorporée soit dans le réseau artificiel symétrique approprié nécessaire pour coupler au récepteur ou éventuellement dans le récepteur de mesure.

7.3 Caractéristiques fondamentales

7.3.1 Largeur de bande

Les largeurs de bande doivent se situer dans les limites des valeurs du Tableau 16.

Tableau 16 – Exigences de largeur de bande

Gamme de fréquences	Largeur de bande
9 kHz à 150 kHz (bande A)	200 Hz (B_6)
150 kHz à 30 MHz (bande B)	9 kHz (B_6)
30 MHz à 1 000 MHz (bandes C et D)	120 kHz (B_6)
1 GHz à 18 GHz (bande E)	1 MHz (B_{imp})
NOTE La valeur choisie dans la bande E est définie comme la largeur de bande d'impulsion du récepteur de mesure avec une tolérance de ± 10 %.	

7.3.2 Facteur de surcharge

Au-delà de la fréquence de cassure f_c spécifiée ci-dessous, le facteur de surcharge des circuits précédant le détecteur, pour une cadence de répétition d'impulsion de n Hz, doit être de $1,27(B_3/n)^{1/2}$, B_3 étant exprimé en Hz. En dessous de la fréquence de cassure, le facteur de surcharge pour une cadence de répétition d'impulsion de n Hz doit être supérieur à $1,27(B_3/f_c)^{1/2}(f_c/n)$.

NOTE 1 La "fréquence de cassure" est la fréquence de répétition d'impulsion au-delà de laquelle le détecteur efficace-moyen se comporte comme un détecteur quadratique et en dessous de laquelle le détecteur efficace-moyen présente une pente de détecteur de valeur moyenne linéaire.

Le taux minimal de répétition d'impulsion sans surcharge doit être conforme aux valeurs indiquées dans le Tableau 17.

Tableau 17 – Taux minimal de répétition d'impulsion sans surcharge

Gamme de fréquences du récepteur de mesure	Fréquence de cassure f_c kHz	Taux minimal de répétition d'impulsion Hz	Indications de rapport valeur de crête/ efficace-moyenne dB
9 kHz à 150 kHz (bande A)	0,01	5	19
0,15 MHz à 30 MHz (bande B)	0,01	5	35,5
30 MHz à 1 000 MHz (bandes C et D)	0,1	31,6	40,6
1 GHz à 18 GHz (bande E)	1	316	40

NOTE 2 Avec ce type de détecteur, il ne sera en général pas possible de fournir un facteur de surcharge suffisant pour empêcher un fonctionnement non linéaire de l'instrument à des taux de répétition d'impulsions très faibles pour les impulsions courtes dans les bandes C/D et E (la réponse à une impulsion unique de courte durée est seulement théoriquement définie dans ces bandes).

NOTE 3 L'Annexe A décrit le calcul du facteur de surcharge pour le détecteur quadratique. L'Annexe B décrit la détermination du spectre du générateur d'impulsions. L'Annexe C décrit la mesure précise des niveaux de sortie des générateurs d'impulsions de l'ordre de la nanoseconde.

NOTE 4 Pour la bande E, l'essai peut être réalisé avec un signal sinusoïdal à modulation d'impulsion sinusoïdale, avec une largeur de bande occupée de par exemple 2 MHz. L'Article E.6 fournit la spécification d'un signal d'essai applicable.

7.4 Précision de la tension sinusoïdale

La précision de mesure des tensions sinusoïdales doit être supérieure à ± 2 dB ($\pm 2,5$ dB au-delà de 1 GHz) avec un signal sinusoïdal à une impédance de source résistive de 50 Ω .

7.5 Réponses aux impulsions

7.5.1 Détails de construction

La fonction de détecteur peut être représentée par un détecteur quadratique qui détermine de manière continue les valeurs efficaces au cours de périodes égales à la réciproque de la fréquence de cassure f_c . Ces valeurs efficaces passent ensuite par un filtre passe-bas d'ordre deux qui correspond à l'indication amortie de manière critique qui est spécifiée pour le détecteur de quasi-crête, dont la constante de temps est définie jusqu'à 1 GHz. Pour la bande E, la constante de temps est de 100 ms. En cas de variation dans le temps, la sortie maximale du filtre passe-bas est le résultat de la mesure.

NOTE Les Annexes B, C et E (actuellement dans la CISPR 16-1-1) décrivent des méthodes pour déterminer les caractéristiques de sortie des générateurs d'impulsions utilisés pour les essais des exigences de cet article.

7.5.2 Relation d'amplitude

La réponse du récepteur de mesure pour la bande A aux impulsions de la zone d'impulsions $[278 (B_3)^{-1/2}] \mu\text{Vs f.é.m.}$ à une impédance source de 50 Ω qui ont un spectre uniforme jusqu'à au moins la fréquence accordable la plus élevée de la bande A, et répétée à une fréquence de 25 Hz, doit pour toutes les fréquences d'accord, être égale à la réponse à un signal sinusoïdal non modulé à la fréquence accordée ayant une f.é.m. de 2 mV (66 dB(μV)) valeur efficace. Pour les récepteurs de mesure en bandes B, C, D et E, les valeurs correspondantes sont $[44 (B_3)^{-1/2}] \mu\text{Vs}$ et 1 000 Hz. Les impédances de source du générateur d'impulsions et du générateur de signaux doivent être identiques. Une tolérance de $\pm 1,5$ dB est permise dans les niveaux de tension sinusoïdale prescrits plus haut.

NOTE L'Annexe A décrit le calcul du facteur de la réponse d'impulsion du détecteur quadratique. A une fréquence de répétition de 25 Hz et 100 Hz (c'est-à-dire la fréquence de répétition d'impulsion de référence de détecteur de quasi-crête), respectivement, la relation entre les indications d'un récepteur de mesure de valeur efficace-moyenne et un récepteur de mesure de valeur de quasi-crête de la même largeur de bande est donnée au Tableau 18.

Tableau 18 – Réponse en impulsion relative des récepteurs de mesure efficace-moyen et quasi-crête

Gamme de fréquences du récepteur de mesure	Taux de répétition d'impulsion Hz	Indications de rapport valeur de quasi-crête/ efficace-moyenne dB
9 kHz à 150 kHz (bande A)	25	4,2
0,15 MHz à 30 MHz (bande B)	100	14,3
30 MHz à 1 000 MHz (bandes C et D)	100	20,1

7.5.3 Variation avec fréquence de répétition

La réponse du récepteur de mesure aux impulsions répétées doit être telle que, pour une indication constante sur le récepteur de mesure, la relation entre l'amplitude et la fréquence de répétition au-delà de la fréquence de cassure f_c doit être conforme à la règle suivante:

- amplitude proportionnelle à (fréquence de répétition)^{-1/2}.

En dessous de la fréquence de cassure f_c la relation doit être conforme à la règle suivante:

- amplitude proportionnelle à (fréquence de répétition)⁻¹.

La courbe de réponse pour un récepteur particulier doit être entre les limites du Tableau 19.

Tableau 19 – Réponse d'impulsion du récepteur efficace-moyen

Fréquence de répétition Hz	Niveau équivalent relatif d'impulsion en dB			
	Bande A	Bande B	Bandes C et D	Bande E
100 000	-	-	(-20 ± 2,0)	-20 ± 2,0
10 000	-	-	-10 ± 1,0	-10 ± 1,0
1 000	-	0 (réf.)	0 (réf.)	0 (réf.)
316	-	+5 ± 0,5	+5 ± 0,5	+10 ± 1,0
100	-6 ± 0,6	+10 ± 1,0	+10 ± 1,0	(+20 ± 2,0)
31,6	-	+15 ± 1,5	+20 ± 2,0	
25	0 (réf.)	+16 ± 1,6		
10	+4 ± 0,4	+20 ± 2,0		
5	+9 ± 0,7	+25 ± 2,3		
1	-	-		

NOTE 1 Les valeurs entre parenthèses sont données uniquement pour information.

NOTE 2 Les valeurs à 5 Hz pour les bandes A et B prennent en compte l'effet de la constante de temps de l'appareil de mesure.

7.5.4 Réponse aux perturbations à bande étroite intermittentes, instables et dérivantes

La réponse aux perturbations à bande étroite intermittentes, instables et dérivantes doit être telle que le résultat de mesure soit équivalent à la valeur de crête lue d'un appareil de mesure avec une constante de temps de 160 ms pour les bandes A et B et de 100 ms pour les bandes C, D et E. Cela peut être réalisé par le réseau simulant l'appareil de mesure (analogique ou numérique) auquel les valeurs efficaces décrites en 7.5.1 sont utilisées comme entrée.

Il est déduit de l'exigence ci-dessus qu'un récepteur de mesure efficace-moyen doit donner la valeur lue maximale indiquée au Tableau 9 pour un signal d'entrée sinusoïdal à radiofréquence avec des impulsions rectangulaires répétées ayant la durée et la période indiquées dans le Tableau 20. Une tolérance de $\pm 1,0$ dB est autorisée pour cette exigence.

Tableau 20 – Valeur maximale des récepteurs efficace-moyen pour une entrée sinusoïdale à modulation d'impulsion en comparaison avec la réponse à une onde sinusoïdale continue ayant la même amplitude

Impulsions rectangulaires répétées pour modulation	Récepteur bandes A/B $T_M = 0,16$ s	Récepteur bandes C/D/E $T_M = 0,1$ s
Durée = T_M Période = 1,6 s	0,398 (= -7,9 dB)	0,353 (= -9,0 dB)
NOTE La valeur pour le récepteur de bandes A/B peut varier d'environ $\pm 0,5$ dB en raison d'un chevauchement qui varie de la durée d'impulsion de 160 ms avec la durée d'intégration de 100 ms en valeur efficace.		

7.6 Sélectivité

Les courbes de sélectivité pour le récepteur de pondération efficace-moyen doivent être égales à celle des Figures 2a, 2b et 2c, pour les bandes A, B, C et D. Pour le récepteur de la bande E, la courbe de sélectivité est donnée à la Figure 8.

Les exigences de 4.5.2, 4.5.3 et 4.5.4 s'appliquent. Pour les récepteurs de la bande E, les exigences sont à l'étude.

7.7 Effets d'intermodulation, bruit du récepteur et blindage

Pour la gamme de fréquences en dessous de 1 GHz, les exigences de 4.6, 4.7 et 4.8 s'appliquent. Les Paragraphes 4.7 et 4.8.1 s'appliquent également à la bande E.

Pour la bande E, ce qui suit s'applique.

- Les exigences pour les effets d'intermodulation sont à l'étude.
- Filtre de pré-sélection pour la bande E: Lorsqu'on mesure des signaux parasites de faible valeur en présence d'un signal fondamental fort provenant de certains appareils en essai, un filtre doit être prévu à l'entrée du récepteur de mesure pour assurer un affaiblissement approprié à la fréquence fondamentale pour protéger les circuits d'entrée du récepteur de la surcharge et des dommages et pour empêcher de générer des signaux harmoniques et d'intermodulation.

NOTE 1 Un filtre d'affaiblissement de 30 dB à la fréquence fondamentale de l'appareil en essai est normalement approprié.

NOTE 2 Un certain nombre de filtres comme celui-ci peuvent être exigés pour traiter plus d'une fréquence fondamentale.

Les exigences d'efficacité de blindage, c'est-à-dire l'immunité aux perturbations rayonnées ambiantes de valeur élevée, sont à l'étude.

8 Récepteurs de mesure pour la gamme de fréquences 1 GHz à 18 GHz avec fonction de mesure de la distribution de probabilité des amplitudes (DPA)

La DPA d'une perturbation est définie comme une distribution cumulative de la "probabilité de la durée nécessaire à l'amplitude d'une perturbation pour dépasser un niveau spécifié".

La DPA peut être mesurée à la sortie du détecteur d'enveloppe ou à la suite des circuits d'un récepteur de mesure RF ou d'un analyseur de spectre. Il convient que l'amplitude de la perturbation soit exprimée par rapport à la valeur du champ ou à la tension à l'entrée du récepteur. Généralement, une mesure DPA s'effectue à une fréquence fixe.

La fonction de mesure DPA est une fonction supplémentaire des appareils de mesure, et peut être soit rattachée à, soit incorporée dans les appareils de mesure.

La fonction de mesure DPA peut être mise en œuvre en utilisant les méthodes suivantes. Une approche utilise des comparateurs et des compteurs (Figure G.1). L'appareillage détermine les probabilités de dépasser un ensemble de niveaux d'amplitude pré-assignés (par exemple en tension). Le nombre de niveaux est identique au nombre de comparateurs. Une autre méthode possible implique l'utilisation d'un convertisseur analogique-numérique, d'un circuit logique et d'une mémoire (Figure G.2). L'appareillage peut aussi fournir le schéma de la DPA pour un ensemble de niveaux d'amplitude pré-assignés. Le nombre de niveaux dépend de la résolution du convertisseur analogique-numérique (par exemple 256 niveaux pour un convertisseur 8 bits).

Les mesures DPA qui utilisent la fonction mentionnée ci-dessus sont applicables aux produits ou familles de produits si leur potentiel à engendrer des perturbations aux systèmes de communications numériques doit être déterminé (voir CISPR 16-3, Amendement 1, Article 4.7, pour les éléments de contexte général pour les spécifications de distribution de probabilité d'amplitude (DPA)).

Les spécifications suivantes s'appliquent à la fonction de mesure de la DPA. La justification de ces spécifications est donnée à l'Annexe G.

• Spécifications

- a) La plage dynamique de l'amplitude doit être supérieure à 60 dB.
- b) La précision de l'amplitude, y compris le réglage du décalage par rapport au niveau de seuil, doit être supérieure à $\pm 2,7$ dB.
- c) La durée maximale mesurable d'une perturbation doit être supérieure ou égale à 2 min. La mesure intermittente peut être utilisée si la durée du temps mort est inférieure à 1 % de la durée totale de la mesure.
- d) La probabilité minimale mesurable doit être de 10^{-7} .
- e) La fonction de mesure de DPA doit être capable d'assigner au moins deux niveaux d'amplitude. Les probabilités correspondant à tous les niveaux pré-assignés doivent être mesurées simultanément. La résolution des niveaux d'amplitude pré-assignés doit être au minimum 0,25 dB ou mieux.
- f) Le taux d'échantillonnage doit être supérieur ou égal à 10 millions d'échantillons par seconde en utilisant une largeur de bande de résolution de 1 MHz.

• Spécification recommandée

- g) Il convient que la résolution de l'amplitude de l'affichage de la DPA soit inférieure à 0,25 dB pour un appareil de mesure de DPA ayant un convertisseur A/N.

NOTE Les mesures de DPA peuvent aussi s'appliquer aux gammes de fréquences inférieures à 1 GHz.

9 Analyseurs de perturbations

Les analyseurs de perturbations sont utilisés pour l'évaluation automatique de l'amplitude, du taux de répétition et de la durée des perturbations discontinues (claquements).

Un « claquement » possède les caractéristiques suivantes:

- a) l'amplitude quasi-crête dépasse la limite quasi-crête d'une perturbation continue,
- b) la durée est inférieure ou égale à 200 ms,
- c) et l'espacement entre une perturbation et la perturbation suivante ou la perturbation précédente est supérieur ou égal à 200 ms.

Une série d'impulsions courtes doit être traitée comme un claquement lorsque sa durée, mesurée entre le début de la première impulsion et la fin de la dernière impulsion, est inférieure ou égale à 200 ms et les conditions énumérées en a) et c) sont remplies.

Les paramètres de temps sont déterminés à partir du signal qui dépasse le niveau de référence f.i. du récepteur de mesure.

NOTE 1 La définition et l'évaluation des claquements sont conformes à la CISPR 14-1:2005.

NOTE 2 Les analyseurs actuels sont conçus pour être utilisés avec un récepteur quasi-crête qui fonctionne avec un niveau de signal interne limité. En conséquence, de tels analyseurs peuvent ne pas être reliés correctement à tous les récepteurs.

9.1 Caractéristiques fondamentales

- a) L'analyseur doit être équipé d'une voie pour mesurer la durée et l'espacement des perturbations discontinues; l'entrée de cette voie doit être connectée à la sortie f.i. du récepteur de mesure. Pour ces mesures, on ne doit considérer que la partie de la perturbation qui dépasse le niveau de référence f.i. du récepteur. La précision des mesures de durées doit être meilleure que $\pm 5 \%$.

NOTE 1 Le niveau de référence f.i. est la valeur correspondante à la sortie f.i. du récepteur de mesure à un signal sinusoïdal non modulé, qui donne une indication quasi-crête égale à la limite pour des perturbations continues.

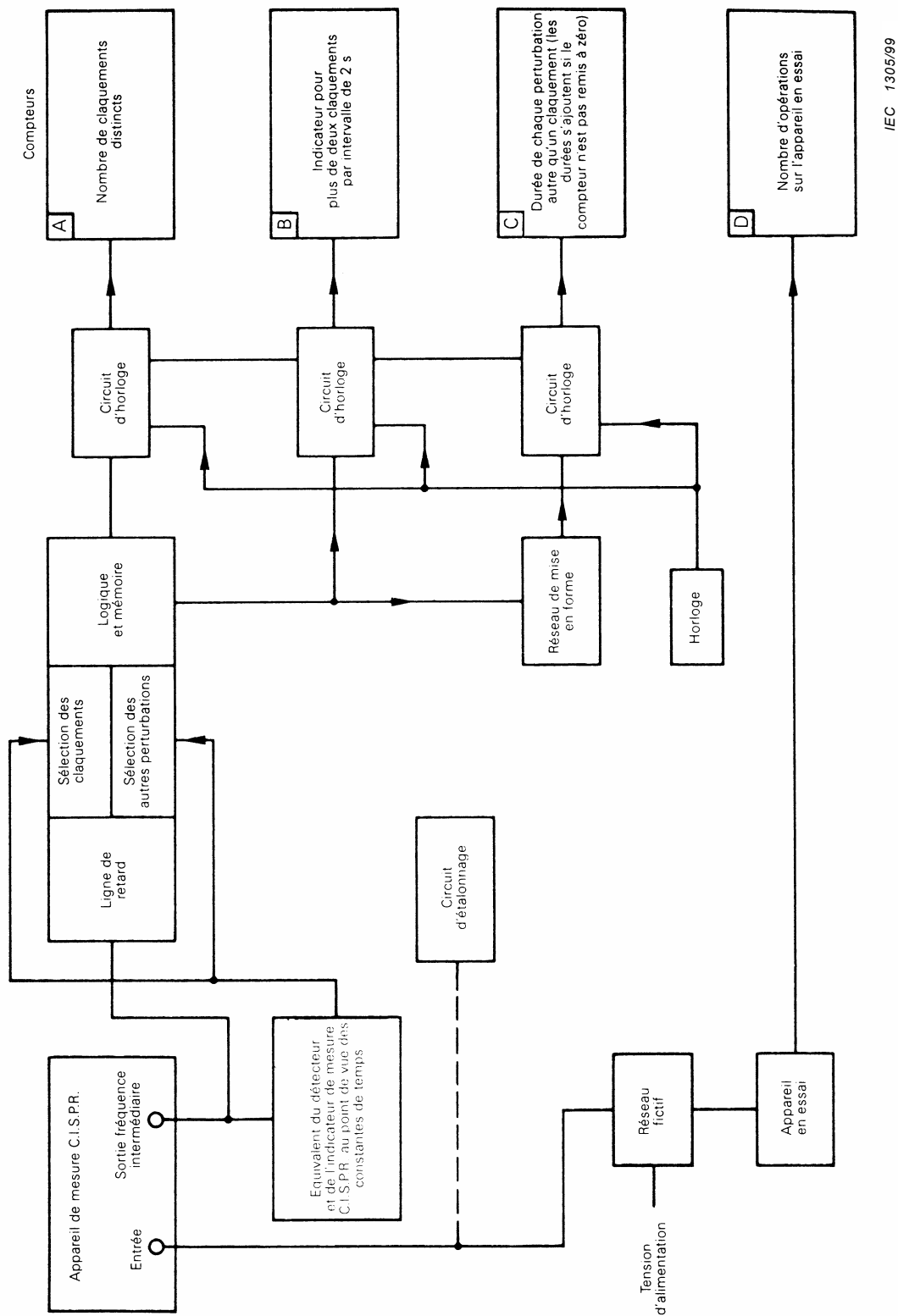
- b) L'analyseur doit être équipé d'une voie pour évaluer l'amplitude quasi-crête d'une perturbation.
- c) L'amplitude de la voie quasi-crête doit être mesurée 250 ms après le dernier flan descendant de la voie f.i.
- d) La combinaison des voies entre elles doit être conforme à toutes les exigences du paragraphe 4.1.
- e) L'analyseur doit être capable d'indiquer les informations suivantes:
 - le nombre de claquements de durée inférieure ou égale à 200 ms;
 - la durée de l'essai en minutes;
 - le taux de répétition des claquements;
 - la présence des perturbations autres que les claquements qui dépassent la limite quasi-crête des perturbations continues.

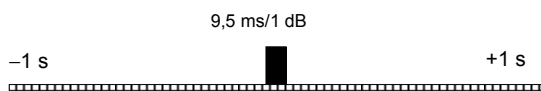
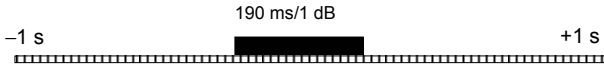
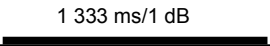
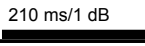
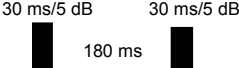
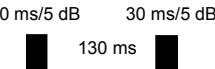
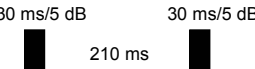
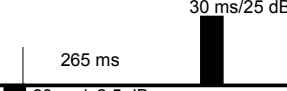
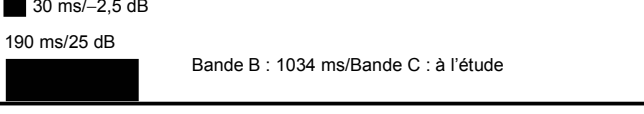
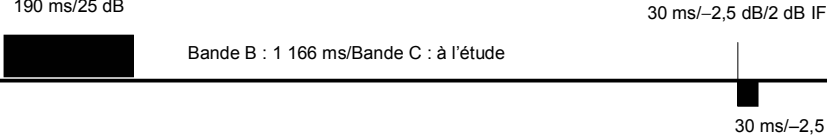
NOTE 2 Un exemple d'analyseur de perturbation est représenté sous la forme d'un schéma fonctionnel à la Figure 6.

- f) Pour la validation des caractéristiques fondamentales l'analyseur doit satisfaire aux vérifications des caractéristiques avec toutes les formes d'onde (impulsions d'essai) du Tableau 14.

La Figure 7 représente sous forme graphique les formes d'onde énumérées dans le Tableau 14.

La Figure F.1 représente sous forme graphique toutes les formes d'onde énumérées dans le Tableau F.1 pour la vérification des caractéristiques pour les exceptions aux définitions d'un claquement conformément au paragraphe 4.2.3 de la CISPR 14-1.



Essai No.	Signal d'essai	Évaluation effectuée par l'analyseur
1	 0,11ms/1 dB	1 claquement
2	 9,5 ms/1 dB -1 s +1 s	1 claquement
3	Plancher : bruit ou impulsion CISPR, 200 Hz : -2,5 dB (quasi-crête)  190 ms/1 dB -1 s +1 s	1 claquement
4	Plancher : bruit ou impulsion CISPR, 200 Hz : -2,5 dB (quasi-crête)  1 333 ms/1 dB	Autre qu'un claquement
5	 210 ms/1 dB	Autre qu'un claquement
6	 30 ms/5 dB 180 ms 30 ms/5 dB	Autre qu'un claquement
7	 30 ms/5 dB 130 ms 30 ms/5 dB	1 claquement
8	 30 ms/5 dB 210 ms 30 ms/5 dB	2 claquements
9	 Min. 21 impulsions/0,11 ms/périodicité 10 ms/1 dB	Autre qu'un claquement
10	 30 ms/25 dB 265 ms	1 claquement
11	 30 ms/-2,5 dB 190 ms/25 dB Bande B : 1034 ms/Bande C : à l'étude	2 claquements
12	 190 ms/25 dB 30 ms/-2,5 dB/2 dB IF Bande B : 1 166 ms/Bande C : à l'étude	1 claquement

IEC 1115/03

Figure 7 – Présentation graphique des signaux d'essai utilisés pour la vérification des performances de l'analyseur par rapport à la définition d'un claquement conformément au Tableau 14

Tableau 14 – Essais de performance de l'analyseur de perturbation – Signaux d'essais utilisés pour la vérification conformément à la définition d'un claquement

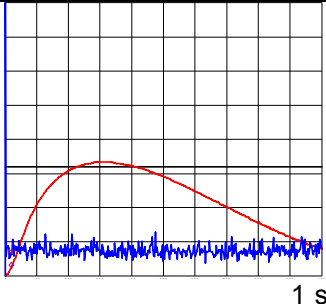
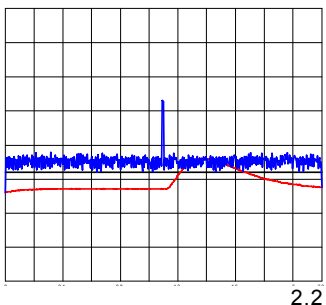
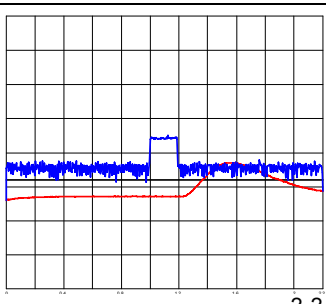
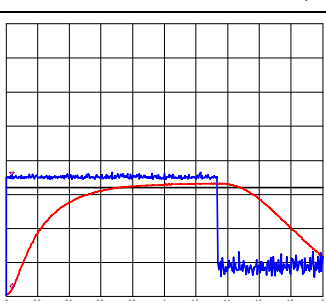
Essai No.	Paramètres du signal d'essai					Évaluation effectuée par l'analyseur	Présentation graphique du signal d'essais mesuré à la sortie f.i. et signal quasi-crête associé par rapport à l'indication de référence du récepteur de mesure
	1		2		3		
	Amplitude quasi-crête des impulsions ajustées individuellement par rapport à l'indication de référence quasi-crête du récepteur de mesure dB		Durée des impulsions f ajustées à la sortie en fréquence intermédiaire du récepteur de mesure ms		Séparation des impulsions ou périodicités (sortie f.i.) ms		
	Impulsion 1	Impulsion 2	Impulsion 1	Impulsion 2			
1	1		0,11			1 claquement	 1 s
2 ^a	1		9,5			1 claquement	 2,2 s
3 ^a	1		190			1 claquement	 2,2 s
4	1		1 333 ^b			Autre qu'un claquement	 2 s

Tableau 14 (suite)

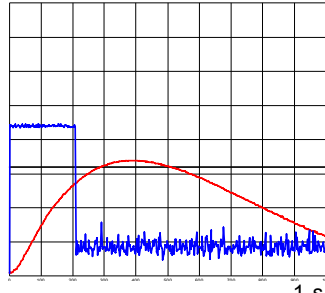
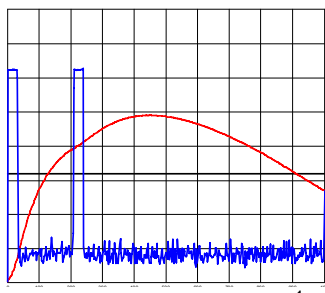
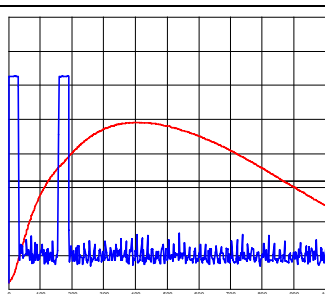
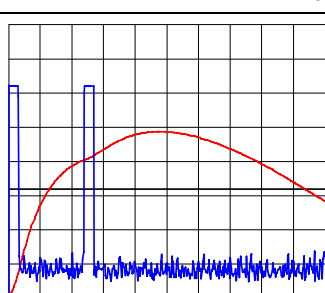
Essai No.	Paramètres du signal d'essai						Présentation graphique du signal d'essais mesuré à la sortie f.i. et signal quasi-crête associé par rapport à l'indication de référence du récepteur de mesure
	1		2		3	4	
	Amplitude quasi-crête des impulsions ajustées individuellement par rapport à l'indication de référence quasi-crête du récepteur de mesure		Durée des impulsions f ajustées à la sortie en fréquence intermédiaire du récepteur de mesure		Séparation des impulsions ou périodicités (sortie f.i.)	Évaluation effectuée par l'analyseur	
	dB		ms		ms		
	Impulsion 1	Impulsion 2	Impulsion 1	Impulsion 2			
5	1		210			Autre qu'un claquement (210 ms)	
6	5	5	30	30	180	Autre qu'un claquement (240 ms)	
7	5	5	30	30	130	1 claquement	
8	5	5	30	30	210	2 claquements	

Tableau 14 (suite)

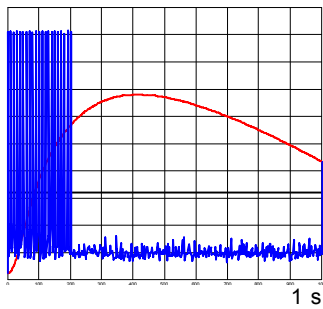
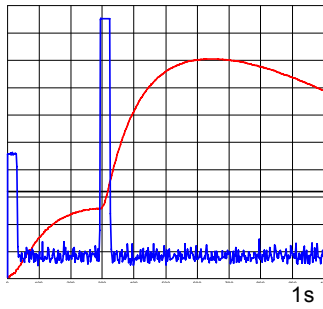
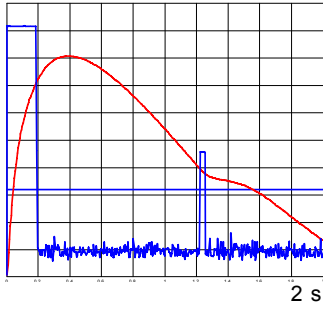
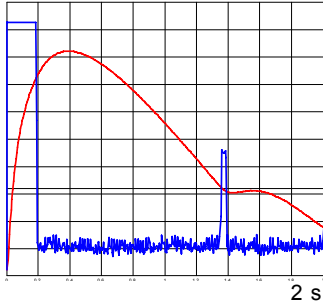
Essai No.	Paramètres du signal d'essai					Évaluation effectuée par l'analyseur	Présentation graphique du signal d'essais mesuré à la sortie f.i. et signal quasi-crête associé par rapport à l'indication de référence du récepteur de mesure
	1		2		3		
	Amplitude quasi-crête des impulsions ajustées individuellement par rapport à l'indication de référence quasi-crête du récepteur de mesure		Durée des impulsions f ajustées à la sortie en fréquence intermédiaire du récepteur de mesure		Séparation des impulsions ou périodicités (sortie f.i.)		
	dB		ms		ms		
	Impulsion 1	Impulsion 2	Impulsion 1	Impulsion 2			
9	1		0,11		Périodicité 10 min, 21 impulsions	Autre qu'un claquement	
10	-2,5	25	30	30	265	1 claquement	
11	25	-2,5 °	190	30	1 034 e	2 claquements	
12	25	-2,5 °	190	30	1 166 e	1 claquement	

Tableau 14 (suite)

^a	Doivent être effectuées avec un bruit de fond composé d'impulsions CISPR à 200 Hz d'un niveau de 2,5 dB en dessous du niveau de seuil quasi-crête. Il convient que ces impulsions soient présentes et commencent au moins 1 s avant l'impulsion d'essai et durent jusqu'au moins 1 s après l'impulsion d'essai. Observations: 1) La représentation graphique est réalisée avec des mesures crêtes d'un très court temps de maintien (<1 ms) du récepteur d'essai qui montre l'impulsion à 200 Hz. Lorsque l'onde sinusoïdale modulée en impulsion arrive, l'impulsion à 200 Hz n'est plus visible (comme on le voit sur le graphe pour l'essai 3) mais est toujours présente pendant l'évènement de claquement perturbateur 2) Les réponses très étroites à l'origine des graphes sont dues à une imperfection du logiciel.
^b	L'impulsion de 1,333 s impulse vérifie le seuil de l'analyseur pour des impulsions qui sont seulement de 1 dB au-dessus du niveau de seuil quasi-crête.
^c	Ces niveaux plus faibles doivent être réglés afin de dépasser le seuil en fréquence intermédiaire mais de ne pas dépasser le seuil quasi-crête.
^d	Si ces deux impulsions avaient été mesurées comme des perturbations séparées, on aurait enregistré seulement un claquement.
^e	Les valeurs correspondantes pour la gamme de fréquences au-dessus de 30 MHz sont à l'étude et seront révisées après des examens complémentaires.
^f	Le temps de montée des impulsions ne doit pas dépasser 40 µs.

9.2 Méthode d'essai pour la validation de la vérification des caractéristiques de l'analyseur de claquement

9.2.1 Exigences fondamentales

L'analyseur de perturbations est connecté au récepteur de mesure quasi-crête et accordé sur une fréquence appropriée.

Un signal non modulé (onde entretenue) et un signal modulé en impulsion, accordé sur la fréquence du récepteur, sont nécessaires. Un signal produit par un générateur d'impulsions CISPR, comme défini dans l'Annexe B, ayant une fréquence de répétition des impulsions de 200 Hz couvrant la largeur de bande du récepteur à la fréquence accordé est aussi nécessaire pour les essais 2 et 3.

La source du signal modulé en impulsion doit fournir deux impulsions variables indépendamment. Le temps de montée des impulsions doit être inférieur ou égal à 40 µs. La durée de l'impulsion doit être variable entre 110 µs et 1,3 s et les amplitudes doivent être variables dans une gamme de 44 dB. Tous les bruits de fond de la source du signal modulé en impulsion doivent être d'au moins 20 dB en dessous du niveau de référence utilisé à l'étape a) de l'essai, mesuré avec le récepteur quasi-crête.

La procédure d'essai est la suivante:

- Le signal non modulé (onde entretenue) est connecté à l'entrée du récepteur de mesure utilisé conjointement avec l'analyseur de perturbations. L'amplitude du signal est réglée pour amener l'indication au point de référence (zéro) sur l'échelle du récepteur de mesure, égale à la valeur de la limite quasi-crête pour une perturbation continue. La commande de la sensibilité RF (atténuateur) du récepteur est réglée à un niveau au-dessus du bruit du récepteur mais en dessous de la limite pour les perturbations continues utilisée comme seuil dans la voie en fréquence intermédiaire. Le niveau correspondant du signal non modulé à la sortie en fréquence intermédiaire du récepteur constitue le niveau de référence en fréquence intermédiaire.

- b) Le signal modulé en impulsion est connecté à l'entrée du récepteur de mesure. Pour les essais 2 et 3 le signal du générateur d'impulsion CISPR est ajouté au signal modulé en impulsion. Les paramètres du signal sont donnés au Tableau 14. Les amplitudes données en colonne 1 du Tableau 14 sont réglées individuellement par rapport à l'indication (quasi-crête) pour les perturbations continues utilisée comme seuil dans la voie en fréquence intermédiaire. Les niveaux doivent correspondre aux niveaux de référence RF et en fréquence intermédiaire respectifs établis dans l'alinéa précédent.

9.2.2 Exigences supplémentaires

La méthode d'essai est identique à celle décrite en 9.2.1a).

Les paramètres du signal sont donnés au Tableau F.1.

Annexe A (normative)

Détermination de la réponse aux impulsions répétées des récepteurs de mesure de quasi-crête efficaces-moyens (Paragraphe 3.2, 4.4.2, 7.3.2 et 7.5.2)

A.1 Généralités

Cette annexe est destinée à rappeler les données du calcul numérique ainsi que la marche à suivre lors de l'établissement de la courbe de réponse aux impulsions répétées, tout en précisant les hypothèses inhérentes à la méthode. Le calcul se subdivise en trois étapes successives.

NOTE Le texte sur le détecteur quadratique de cette annexe traite du récepteur de mesure quadratique en théorie et s'applique au récepteur de mesure efficace-moyen au-delà de la fréquence de cassure f_c comme défini à l'Article 7.

A.2 Réponse des étages précédant le détecteur

La réponse impulsionnelle de ces étages est pratiquement déterminée par les seuls étages à fréquence intermédiaire qui définissent la sélectivité globale du récepteur.

Il est d'usage courant de considérer que cette sélectivité peut être obtenue par un groupement de deux transformateurs accordés à couplage critique et placés en cascade de manière à réaliser la bande passante à –6 dB désirée. Tout autre schéma équivalent peut être ramené au cas précédent pour le calcul. La symétrie pratique de cette bande passante permet d'utiliser le filtre passe-bas équivalent pour le calcul de l'enveloppe de la réponse impulsionnelle. L'erreur qui résulte de cette approximation est négligeable.

L'enveloppe de la réponse impulsionnelle s'écrit:

$$A(t) = 4 \omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cos \omega_0 t) \quad (\text{A.1a})$$

où

G est le gain global à la fréquence d'accord;

ω_0 est la pulsation de valeur $(\pi/\sqrt{2}) B_6$.

L'enveloppe de la réponse de deux transformateurs accordés à couplage critique à une impulsion d'aire $\nu\tau$ est, d'après l'équation précédente:

$$A(t) = (\nu\tau) 4 \omega_0 G e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cos \omega_0 t) \quad (\text{A.1b})$$

La courbe de sélectivité correspondante du filtre passe-bas équivalent peut être écrite, pour $\tau \ll 1/\omega_0$:

$$F(f) = G \left[\left(2\omega_0^2 \right) / \left(\omega_0 + j\omega \right)^2 + \omega_0^2 \right]^2 \quad (\text{A.2})$$

où $\omega = 2\pi f$.

Les bandes passantes B_3 et B_6 sont:

$$B_3 = \left[\sqrt{2} \times \sqrt[4]{(\sqrt{2}-1)} \right] \omega_0 / \pi = 0,361 \omega_0 \quad (\text{A.3a})$$

$$B_6 = \sqrt{2} \times \omega_0 / \pi = 0,450 \omega_0 \quad (\text{A.3b})$$

La bande passante effective d'un récepteur, comprenant un filtre rectangulaire idéalisé donnant la même valeur efficace de réponse qu'un récepteur réel, est égale à la bande passante quadratique Δf , définie comme:

$$\Delta f = (1/F_0^2) \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad (\text{A.4})$$

où

$F(f)$ est la courbe de sélectivité;

F_0 est la valeur maximale de $F(f)$, (supposant une courbe de sélectivité à une seule crête).

La bande passante quadratique pour $F_0 = 1$

$$\Delta f = \int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \quad (\text{A.5})$$

En prenant $F(f)$ de l'équation (A.2) et en prenant $G = 1$, nous avons:

$$\Delta f = \int_0^{+\infty} 2 \left[2\omega_0^2 / (\omega_0 + j\omega)^2 + \omega_0^2 \right]^4 df \quad (\text{A.6})$$

cela nous conduit à:

$$\Delta f = 0,265 \sqrt{2} \times \omega_0 = 0,375 \omega_0 \quad (\text{A.7})$$

ainsi:

$$B_3 = 0,963 \Delta f \quad (\text{A.8})$$

A.3 Réponse du détecteur du voltmètre de quasi-crête aux signaux en sortie de l'étage précédent

Le calcul est effectué dans l'hypothèse où le raccordement des circuits de détection à la sortie du dernier étage en fréquence intermédiaire n'affecte ni l'amplitude, ni la forme du signal émanant de ce dernier. Autrement dit, l'impédance de sortie de cet étage est considérée comme négligeable vis-à-vis de l'impédance d'entrée du détecteur.

Tout détecteur peut se ramener au schéma (réel ou équivalent) d'un élément non linéaire (diode par exemple) associé à une résistance (résistance directe totale S), et suivi d'un circuit comprenant un condensateur C en parallèle sur une résistance de décharge R .

La constante de temps à la charge électrique T_C est liée au produit SC tandis que la constante de temps à la décharge électrique T_D est fournie par le produit RC .

La relation entre T_C et le produit SC est fixée pour obtenir, en un temps $t = T_C$, une tension détectée de 0,63 fois la valeur en régime permanent lors de l'application brusque d'un signal RF d'amplitude constante.

La tension U aux bornes du condensateur est liée à l'amplitude A du signal RF appliqué au détecteur, par la relation:

$$dU/dt + U/(RC) = A (\sin \theta - \theta \cos \theta)/(\pi \times SC) \quad (A.9)$$

où θ est l'angle de passage de l'onde ($U = A \cos \theta$).

Cette équation n'est pas directement intégrable. Par des méthodes de résolution approchée, on recherche une valeur du produit SC qui, pour les constantes de temps choisies, satisfait aux conditions ci-dessus, par exemple:

dans la bande A:	T_C	=	45 ms
	T_D	=	500 ms
	$2,81SC$	=	1 ms
dans la bande B:	T_C	=	1 ms
	T_D	=	160 ms
	$3,95SC$	=	1 ms
dans les bandes C et D:	T_C	=	1 ms
	T_D	=	550 ms
	$4,07SC$	=	1 ms

Portant la valeur ainsi obtenue dans l'équation (A.9), on résout celle-ci (toujours par des méthodes de résolution approchée), en introduisant à la place de l'amplitude constante A , la fonction $A(t)$ fournie par l'équation (A.1) de l'Article A.2, soit pour une impulsion isolée, soit pour des impulsions répétées.

Le cas des impulsions répétées ne peut pratiquement se résoudre qu'en fixant arbitrairement certains niveaux de la tension détectée à l'origine de chaque impulsion, en déterminant les accroissements ΔU de cette tension occasionnés par l'impulsion et ensuite en recherchant l'espacement nécessaire entre deux impulsions successives pour retrouver les conditions initiales choisies.

A.3.1 Réponse de l'appareil indicateur au signal issu du détecteur

La seule hypothèse simplificatrice, mais parfaitement légitime, consiste à assimiler les phases de croissance de la tension détectée à des fronts raides.

On est alors amené à résoudre l'équation caractéristique suivante:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{2}{T_M} \frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{T_M^2} \alpha = \frac{1}{T_M^2} \exp\left(\frac{-t}{T_D}\right) \quad (A.10)$$

où

$\alpha(t)$ est la déviation de l'appareil;

T_D est la constante de temps électrique à la décharge du voltmètre de quasi-crête;

T_M est la constante de temps mécanique de l'appareil indicateur réglé à l'amortissement critique.

La solution du problème est relativement simple aux deux extrémités de la courbe de réponse; d'une part pour les impulsions suffisamment espacées pour que le point de départ soit 0 et donc connu, d'autre part pour les fréquences de répétition suffisamment élevées, de telle sorte que l'inertie de l'appareil l'empêche de suivre les fluctuations du signal. Pour les cas intermédiaires, le calcul se complique notablement. Au début de chaque impulsion, la déviation de l'instrument est en cours et il est nécessaire de trouver une solution qui prenne en compte la position initiale et la vitesse.

A.4 Réponse d'un détecteur quadratique à la tension de sortie des étages précédents

Par définition, la tension de sortie du détecteur quadratique est donnée par:

$$U_{\text{rms}} = \left[n \int_0^{+\infty} (A^2(t) / 2) dt \right]^{1/2} \quad (\text{A.11})$$

où n est la fréquence de répétition d'impulsion en hertz.

Elle peut également être déduite de la courbe de réponse en fréquence, soit:

$$U_{\text{rms}} = \left[n \int_{-\infty}^{+\infty} (2v\tau \times F^2(f) / 2) df \right]^{1/2} \quad (\text{A.12})$$

où $v\tau$ est l'aire de l'impulsion ayant un spectre de fréquence uniforme.

Cette définition donne:

$$U_{\text{rms}} = \sqrt{2} \times v\tau \times \sqrt{n} \left[\int_{-\infty}^{+\infty} F^2(f) df \right]^{1/2} \quad (\text{A.13})$$

Soit, en tenant compte de la relation (A.5):

$$U_{\text{eff}} = \sqrt{2} \times v\tau \times \sqrt{n} \sqrt{\Delta f} \quad (\text{A.14})$$

La réponse en amplitude se déduit de la relation (A.14) en prenant:

$$U_{\text{eff}} = 2 \text{ mV pour } n = 100 \text{ Hz}$$

soit:

$$v\tau = (100 \sqrt{2}) / \sqrt{\Delta f} \quad (\mu\text{Vs}) \quad (\text{A.15})$$

ou, en tenant compte de la relation (A.8)

$$v\tau = 139 / \sqrt{B_3} \quad (\mu\text{Vs}) \quad (\text{A.16})$$

A.4.1 Calcul de la réserve de linéarité

La réserve de linéarité correspondant à une fréquence de répétition de n Hz est calculée comme suit:

En partant de la relation (A.14):

$$U_{\text{eff}} = (v\tau) \times (2n \Delta f)^{1/2}$$

et de la relation (A.1), et pour $G = 1$:

$$A(t)_{\text{crête}} = 0,944 \, v\tau \times \omega_0$$

on obtient pour la réserve de linéarité:

$$A(t)_{\text{crête}} / \sqrt{2} \times U_{\text{eff}} = 1,28 (B_3/n)^{1/2} \quad (\text{A.17})$$

A.5 Correspondance entre les indications d'un indicateur quadratique et celles d'un indicateur de quasi-crête

La réponse en amplitude de l'indicateur quadratique donnant l'aire de l'impulsion $(v\tau)_{\text{eff}}$ dans le cas de 100 Hz, équivalente à un signal sinusoïdal de 2 mV, est, à partir de la relation (A.16):

$$(v\tau)_{\text{eff}} = 139 / \sqrt{B_3} \quad (\mu\text{Vs})$$

Pour la courbe de sélectivité représentée par la relation (A.2), ce résultat correspond à:

$$(v\tau)_{\text{eff}} = 155 / \sqrt{B_6} \quad (\mu\text{Vs})$$

lorsqu'on se réfère à la bande passante à 6 dB.

Pour le récepteur de quasi-crête, l'aire de l'impulsion $(v\tau)_{\text{qc}}$ équivalente à un signal sinusoïdal de 2 mV est la suivante:

pour la gamme de fréquences de 0,15 MHz à 30 MHz:

$$(v\tau)_{\text{qc}} = 0,316 \, \mu\text{Vs}$$

pour la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz:

$$(v\tau)_{\text{qc}} = 0,044 \, \mu\text{Vs}$$

En conséquence, pour un appareil de mesure ayant une courbe de sélectivité conforme à la relation (A.2), et une bande passante à 6 dB égale à la bande passante nominale prescrite aux Articles 4, 5, 6 et 7, on trouve pour le rapport $(v\tau)_{\text{eff}}/(v\tau)_{\text{qc}}$ les valeurs suivantes:

pour la gamme de fréquences de 0,15 MHz à 30 MHz:

$$(v\tau)_{\text{eff}}/(v\tau)_{\text{qc}} = 14,3 \, \text{dB}$$

pour la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz:

$$(v\tau)_{\text{eff}}/(v\tau)_{\text{qc}} = 20,1 \, \text{dB}$$

Ces correspondances sont valables pour une fréquence de répétition de 100 Hz. A d'autres fréquences, il faut tenir compte des courbes de réponse aux impulsions.

Annexe B (normative)

Détermination du spectre d'un générateur d'impulsions (paragraphe 4.4, 5.4, 6.4, 7.4)

B.1 Générateur d'impulsions

Pour vérifier la conformité aux exigences de la présente norme, un générateur d'impulsions est nécessaire. La conformité aux exigences de 4.4, 4.6, 5.4, 6.4 et 7.4 peut être contrôlée par la technique du générateur d'impulsions.

Pour chaque bande de fréquences du récepteur de mesure en essai, le générateur utilisé doit être capable de produire des impulsions de l'aire spécifiée dans la gamme de fréquences de répétition donnée au Tableau B.1. L'aire d'impulsion doit être connue à $\pm 0,5$ dB près et la fréquence de répétition à 1 % près.

Tableau B.1 – Caractéristiques du générateur d'impulsions

Bande de fréquences du récepteur en essai	Aire de l'impulsion μVs	Fréquence de répétition Hz
0,09 à 0,15 MHz	13,5	1, 2, 5, 10, 25, 60, 100
0,15 à 30 MHz	0,316	1, 2, 10, 20, 100, 1 000
30 à 300 MHz	0,044	1, 2, 10, 20, 100, 1 000
300 à 1 000 MHz	(voir note)	1, 2, 10, 20, 100, 1 000
NOTE Il est nécessaire que le générateur puisse produire des impulsions d'aire adéquate, avec un spectre uniforme jusqu'à 1 000 MHz si possible.		

B.1.1 Spectre des impulsions générées

Le spectre est défini par une courbe qui représente, en fonction de la fréquence d'accord du récepteur en essai, la loi de variation de la tension équivalente à l'entrée d'un appareil de mesure ayant une bande passante constante.

Il convient que le spectre soit pratiquement constant jusqu'à la limite supérieure de la bande de fréquence du récepteur en essai. Le spectre peut être considéré suffisamment uniforme si, dans la bande, la variation d'amplitude du spectre n'est pas supérieure à 2 dB par rapport à sa valeur aux fréquences les plus basses de la bande. L'aire d'impulsion à la fréquence de mesure doit être connue à $\pm 0,5$ dB près.

Pour vérifier la conformité aux exigences de 4.6, le spectre au-delà de la limite supérieure de la bande de fréquences doit être limité (10 dB d'affaiblissement à deux fois la fréquence supérieure). Cela est nécessaire pour normaliser la sévérité de l'essai du fait que les produits d'intermodulation de toutes les composantes du spectre contribuent à la réponse.

B.2 Méthode de mesure générale

Les méthodes de détermination précise de la valeur absolue de l'amplitude du spectre des impulsions sont données à l'annexe C.

Pour la mesure de la variation de l'amplitude du spectre en fonction de la fréquence, la méthode suivante peut être utilisée.

Le générateur d'impulsions est connecté à l'entrée d'un récepteur RF, suivi d'un oscilloscope connecté de façon à visualiser l'impulsion RF à la sortie du récepteur.

A chaque fréquence d'accord du récepteur, on mesure les valeurs suivantes:

- a) la bande passante B_6 en Hz, du récepteur aux points -6 dB,
- b) la valeur efficace E_0 de la sortie d'un générateur de signal standard ayant la même impédance que le générateur d'impulsions et accordé sur la fréquence centrale du récepteur et produisant sur l'oscilloscope une déviation égale en amplitude à la crête des impulsions RF.

L'amplitude relative du spectre à chaque fréquence est:

$$S_{\tau}(f) = E_0/B_6$$

La mesure est répétée à diverses fréquences d'essai de la bande considérée.

Le spectre du générateur d'impulsions est donné par la courbe liant $S_{\tau}(f)$ à la fréquence de mesure.

Le récepteur utilisé doit être linéaire pour les niveaux de crête des signaux utilisés.

La suppression des réponses parasites, en particulier la fréquence conjuguée et les réponses à la fréquence intermédiaire, doit être d'au moins 40 dB.

Les mesures peuvent être effectuées avec un récepteur conforme à la présente spécification, en utilisant l'indicateur de quasi-crête à la place de l'oscilloscope, à condition que la fréquence de répétition des impulsions soit maintenue constante pendant toute la série de mesures.

Annexe C (normative)

Mesures précises à la sortie des générateurs d'impulsions de l'ordre de la nanoseconde (paragraphe 4.4, 5.4, 6.4, 7.4)

C.1 Mesure de l'aire de l'impulsion (IS)

C.1.1 Généralités

Les recherches théoriques et pratiques ont montré que, lorsqu'elles sont appliquées avec un soin raisonnable, les méthodes de mesure précises comprennent les méthodes citées de C.1.2 à C.1.5.

C.1.2 Méthode des aires

Les impulsions à mesurer sont introduites à l'entrée d'un filtre à bande étroite dont la bande passante est centrée sur la fréquence f , ayant une caractéristique d'amplitude symétrique et une caractéristique de phase asymétrique; on peut utiliser un amplificateur associé au filtre pourvu qu'il travaille dans une partie linéaire de sa caractéristique.

La surface totale incluse dans l'enveloppe $A(t, f)$ du signal à la sortie du filtre de bande (compte tenu du signe de ses différentes parties) est mesurée de façon à évaluer l'intégrale de l'équation.

$$2(IS) = S(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} A(t, f) dt$$

où $S(f)$ est l'intensité spectrale et $A(t, f)$ est la grandeur de l'enveloppe due à une impulsion isolée (exprimée en valeur de la tension sinusoïdale équivalente à l'entrée).

Pour appliquer cette formule, on utilise l'amplificateur à fréquence intermédiaire d'un récepteur pour fréquences basses ou un récepteur de mesure des perturbations conjointement avec une série de convertisseurs de fréquence pour parcourir le spectre de l'impulsion. La sortie du dernier amplificateur en fréquence intermédiaire attaque directement un oscilloscope pour la mesure de la surface.

En variante à cette méthode, on peut noter que, pour des impulsions dont la durée est notablement inférieure à la période correspondant à la fréquence f , l'aire de l'impulsion peut être mesurée directement comme aire intégrée au moyen d'un oscilloscope adapté (par exemple, pour des impulsions de l'ordre de la nanoseconde, un oscilloscope à échantillonnage), cette aire peut être mesurée directement en tenant compte du signe des différentes parties qui la composent.

C.1.3 Méthode de la ligne de transmission

Une ligne de transmission de longueur correspondant à un temps de propagation τ , et chargée sous une tension V_0 est déchargée dans une résistance égale à l'impédance caractéristique de cette ligne. On considère ici comme ligne de transmission aussi bien la ligne réelle que le tronçon de ligne chargée incorporé dans le commutateur. On a trouvé que l'intensité spectrale $S(f)$ a pour valeur $2V_0\tau$ dans la région des fréquences basses du spectre de l'impulsion résultante où l'amplitude est constante à toutes les fréquences; cette amplitude est en outre indépendante de certaines impédances parasites entre la ligne et sa résistance de charge (inductance ou résistance) ou de la durée non nulle de la commutation.

C.1.4 Mesure des harmoniques

Cette méthode peut être utilisée pour des générateurs d'impulsions produisant des impulsions avec une fréquence de répétition suffisamment élevée et stable.

Lorsque la fréquence de répétition F est supérieure à la bande passante du récepteur de mesure, ce dernier peut alors sélectionner une seule raie du spectre des impulsions. Dans ce cas, l'aire de l'impulsion peut être déterminée comme suit:

$$IS = V_k / 2F = V \sqrt{2} / 2F$$

où $V_k = V \sqrt{2}$ est la valeur de crête de l'harmonique de rang k .

Le générateur d'impulsions peut ensuite être utilisé pour étalonner la caractéristique de réponse aux impulsions d'un récepteur de mesure dans lequel la bande passante est suffisamment large pour englober de nombreux harmoniques (approximativement 10 ou davantage dans la bande à 6 dB).

C.1.5 Méthode énergétique

Dans une autre méthode on compare la puissance produite par une source thermique (résistance) à celle produite par le générateur d'impulsions. Toutefois, la précision obtenue par cette méthode est quelque peu inférieure à celle des trois méthodes mentionnées ci-dessus. Cette méthode peut être utilisable aux fréquences de l'ordre de 1 000 MHz.

C.2 Spectre du générateur d'impulsions

C.2.1 Pour déterminer la conformité aux 4.4.1, 5.4, 6.4.1 et 7.4.1, l'aire de l'impulsion doit être connue avec une erreur ne dépassant pas $\pm 0,5$ dB.

C.2.2 La fréquence de répétition des impulsions doit être connue avec une erreur ne dépassant pas 1 %.

C.2.3 Pour déterminer la conformité aux 4.4.2, 5.4, 6.4.2 et 7.4.2, l'aire de l'impulsion ne doit pas dépendre de la fréquence de répétition.

C.2.4 Pour déterminer la conformité aux 4.4, 5.4, 6.4 et 7.4, le spectre de fréquence du générateur doit être uniforme dans toute la bande passante du récepteur de mesure. Cette exigence est considérée comme satisfaite dans les cas suivants:

- a) si la variation du spectre est sensiblement linéaire en fonction de la fréquence dans toute la bande passante du récepteur et si les irrégularités de ce spectre ne dépassent pas 0,5 dB dans la bande du récepteur mesurée à -6 dB;
- b) si le spectre décroît régulièrement des deux côtés de la fréquence d'accord du récepteur, et si la largeur du spectre à -6 dB est au moins cinq fois plus grande que la bande passante du récepteur à ce niveau.

Dans les deux cas, on admet que l'aire d'impulsion est égale à sa valeur à la fréquence d'accord.

Annexe D (normative)

Influence des caractéristiques du récepteur de mesure de quasi-crête sur sa réponse aux impulsions (paragraphe 4.4.2)

Le niveau de la courbe de réponse aux impulsions pour des fréquences de répétition élevées dépend essentiellement de la valeur de la bande passante. D'autre part, aux fréquences de répétition basses, les constantes de temps jouent un rôle plus important. Aucune tolérance n'a été précisée pour ces constantes de temps, mais, pour information, une valeur de 20 % est considérée raisonnable.

C'est également aux très basses fréquences de répétition que les effets du manque de réserve de linéarité peuvent être les plus visibles. Les valeurs requises pour la réserve de linéarité sont les valeurs nécessaires à une mesure précise d'une impulsion isolée en utilisant la bande passante et les constantes de temps prescrites.

L'examen de la courbe de réponse aux impulsions aux deux extrémités de la gamme de l'instrument de mesure permet de vérifier l'absence de comportements non linéaires éventuels du détecteur. Les fréquences de répétition les plus critiques à cet égard sont le plus probablement aux alentours de 20 Hz à 100 Hz.

Annexe E (normative)

Réponse des détecteurs de valeurs moyennes et de crête (paragraphe 6.2.1)

E.1 Réponse des étages précédant le détecteur

Il a été établi* que l'aire de la courbe enveloppe de la réponse aux impulsions d'un circuit, ayant une courbe de sélectivité symétrique et une faible bande passante, est indépendante de la bande passante et donnée par:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} A(t) dt = 2 v \tau G_0 \quad (E.1)$$

où v et τ sont respectivement l'amplitude et la durée d'une impulsion rectangulaire telle que $B_{imp} \tau \ll 1$, et G_0 le gain du circuit pour la fréquence centrale.

Ce théorème n'est valable que dans le cas où l'enveloppe ne comporte aucune oscillation. Les oscillations de l'enveloppe sont caractéristiques d'un système de deux circuits accordés couplés et, à moins d'utiliser un détecteur sensible à la phase, il peut être nécessaire de compenser par un étalonnage l'erreur introduite par les oscillations de la réponse. Dans le cas du couplage critique, la seconde crête de l'enveloppe est de l'ordre de 8,3 % de la première.

NOTE La réponse des étages précédant le détecteur, comme définie en A.2 est de nature oscillatoire. En conséquence, il convient de compenser l'erreur d'étalonnage introduite par la réponse oscillatoire par la valeur de la tolérance non centrée de +2,5 dB/–0,5 dB de 6.4.1.

Dans la limite où les impulsions ne se chevauchent pas à la sortie de l'amplificateur en fréquence intermédiaire, la valeur moyenne est proportionnelle à la fréquence de répétition, n .

En conséquence, la tension moyenne a pour valeur: $2v\tau G_0 n$.

Au vu de l'Equation (E.1), il apparaît sans intérêt de définir une bande passante effective dans le cas d'un détecteur de valeur moyenne.

E.2 Réserve de linéarité

Pour le calcul de la réserve de linéarité et pour son emploi avec les récepteurs de mesure de crête, on est conduit à définir la quantité suivante, appelée bande passante effective en impulsions des circuits précédant le détecteur:

$$B_{imp} = A(t)_{max} / 2G_0 \quad (E.2)$$

où $A(t)_{max}$ est la crête de l'enveloppe du signal à la sortie des étages à fréquence intermédiaire lorsqu'on applique à l'entrée une impulsion unité.

* «Response of ideal ratio noise meter to continuous sine-wave, recurrent impulses, and random noise» par David B. Geselowitz, IRE Trans. RFI, Vol. RFI-3, N° 1, pp 2-11, mai 1961. Voir aussi: «Impulse excitation of a cascade of series tuned circuits» par S. Sabaroff, Proc. IRE, Vol. 32, pp 758-760, Décembre 1944.

En tenant compte du raisonnement qui a conduit à la relation (A.17) (Annexe A), on a :

$$B_{\text{imp}} = (0,944/2) \omega_0 = 1,05 B_6 \text{ ou } 1,31 B_3 \quad (\text{E.3})$$

où B_6 et B_3 sont définis en 3.2.

Dans le cas de circuits accordés d'autres types, on peut estimer la valeur du rapport de B_{imp} à B_6 à l'aide de la Figure E.1, à condition de connaître le rapport de B_{20} à B_3 où B_{20} est la largeur de bande à 20 dB.

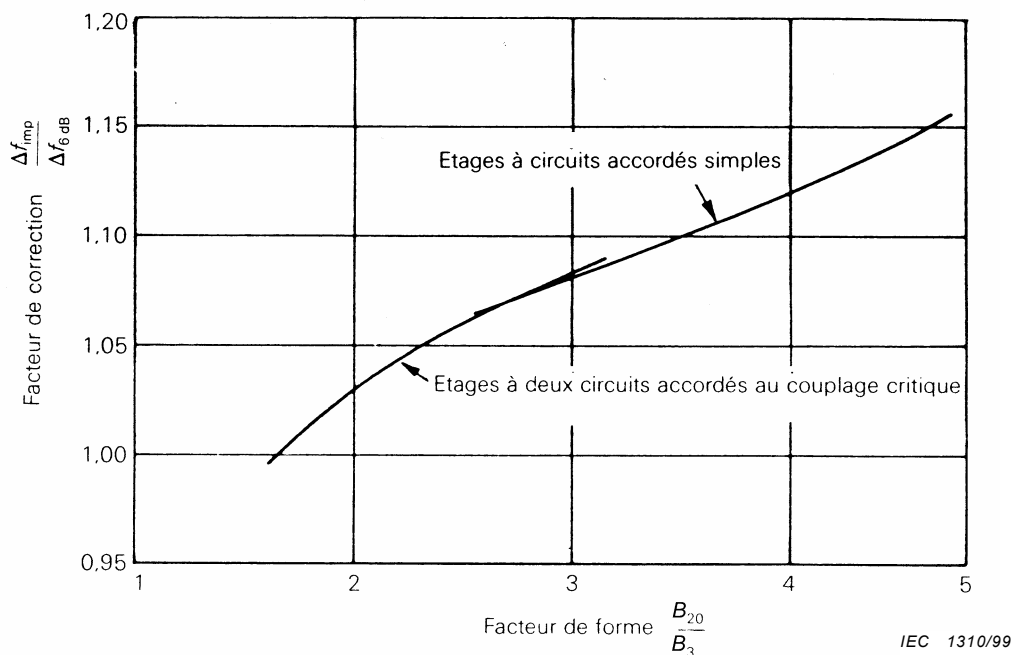


Figure E.1 – Facteur de correction d'estimation du rapport B_{imp}/B_6 dans le cas de circuits accordés d'autres types

E.3 Correspondance entre les indications d'un récepteur de mesure de valeur moyenne et d'un récepteur de mesure quasi-crête

Dans le cas d'un récepteur de mesure de valeur moyenne, pour une fréquence de répétition de n Hz, l'aire de l'impulsion nécessaire pour obtenir une réponse égale à la réponse à un signal sinusoïdal non modulé, à la fréquence d'accord et de valeur efficace 2 mV, produit par un générateur de même impédance de sortie que le générateur d'impulsions, a pour expression :

$$v\tau = 1,4/n \text{ (mVs)}$$

Pour une fréquence de répétition de 100 Hz, cette relation conduit à 14 μ Vs.

En conséquence, à partir de l'Article A.5, le rapport de $(v\tau)_{\text{moy}}$ à $(v\tau)_{\text{qc}}$ produisant la même déviation de l'indicateur de sortie, a les valeurs suivantes :

pour la gamme de fréquences de 0,15 MHz à 30 MHz :

$$(v\tau)_{\text{moy}}/(v\tau)_{\text{qc}} = 32,9 \text{ dB}$$

pour la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz:

$$(\nu\tau)_{\text{moy}}/(\nu\tau)_{\text{qc}} = 50,1 \text{ dB}$$

Ces résultats supposent une réserve de linéarité appropriée à la fréquence de répétition utilisée et que les bandes passantes utilisées correspondent à celles de l'Article 4. A la fréquence de répétition de 1 000 Hz, les rapports correspondants sont respectivement 17,4 dB et 38,1 dB.

E.4 Récepteur de mesure de crête

Lorsqu'on utilise un indicateur à lecture directe dans le récepteur, les exigences relatives aux constantes de temps peuvent être déterminées à l'aide de la courbe de la Figure E.2; celle-ci exprime le rapport (en %) de la lecture à la valeur de la crête en fonction d'un paramètre qui tient compte du rapport des constantes de temps, de la bande passante B_6 et de la fréquence de répétition des impulsions. Pour utiliser cette courbe, il convient de noter la relation:

$$R_C/R_D = (1/4) (T_C/T_D) \quad (\text{E.4})$$

où T_C et T_D représentent respectivement les constantes de temps à la charge et à la décharge.

Par exemple, si l'on veut obtenir une lecture à mieux que 90 % de la crête réelle, avec une fréquence de répétition de 1 Hz, il est nécessaire d'avoir un rapport des constantes de temps à la charge et à la décharge de:

$1,25 \times 10^6$ dans la gamme de fréquences de 0,15 MHz à 30 MHz,

$1,67 \times 10^7$ dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz.

E.5 Correspondance entre les indications d'un récepteur de mesure de crête et d'un récepteur de mesure de quasi-crête

La valeur de l'aire de l'impulsion, IS , nécessaire pour obtenir une réponse du récepteur de mesure de crête équivalente à la réponse à un signal sinusoïdal non modulé, à la fréquence d'accord et de valeur efficace 2 mV est:

$$1,4/B_{\text{imp}} \text{ (mVs)} \text{ (} B_{\text{imp}} \text{ est exprimé en Hz)} \quad (\text{E.5})$$

Pour les bandes passantes à 6 dB spécifiées dans le Tableau 1, les valeurs de B_{imp} obtenues sont égales à $1,05B_6$ (Article E.2). Ces valeurs et les valeurs de l'aire de l'impulsion nécessaire pour un mesureur de crête sont:

Fréquence	IS crête (mVs)	B_{imp} (Hz)
Bande A	$6,67 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^3$
Bande B	$0,148 \times 10^{-3}$	$9,45 \times 10^3$
Bandes C et D	$0,011 \times 10^{-3}$	126×10^3

En conséquence, en utilisant les valeurs données en a) du Tableau 2 pour IS quasi-crête, le rapport entre IS quasi-crête et IS crête produisant la même indication est la suivante:

Pour la bande A 6,1 dB (à une fréquence de répétition de 25 Hz).
Pour la bande B 6,6 dB (à une fréquence de répétition de 100 Hz).
Pour les bandes C et D 12,0 dB (à une fréquence de répétition de 1 000 Hz).

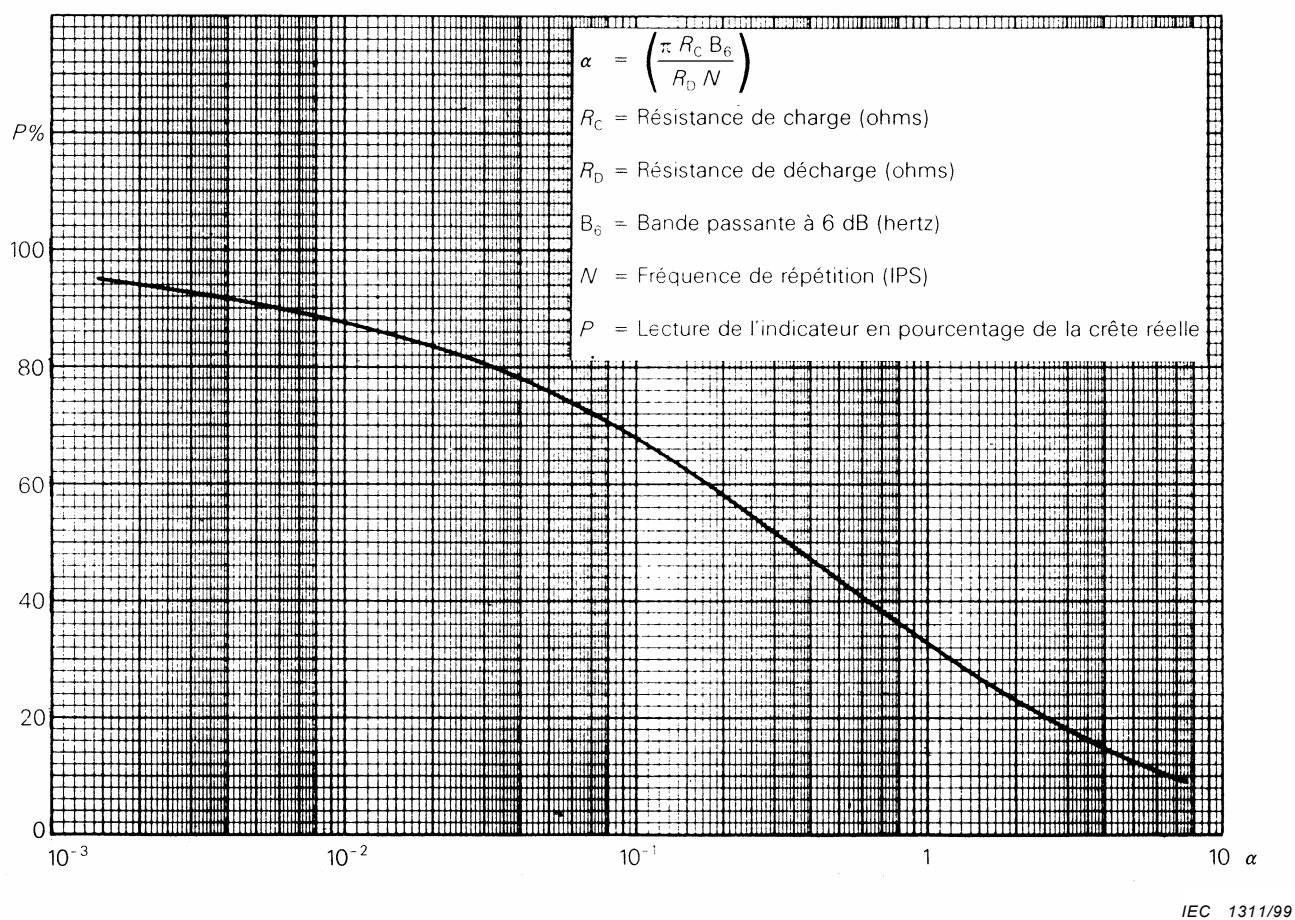


Figure E.2 – Courbe de réponse des détecteurs de crête aux impulsions P

E.6 Essai de réponse aux impulsions du récepteur de mesure au-dessus de 1 GHz

Les générateurs d'impulsions ayant un spectre uniforme jusqu'à 18 GHz ne sont pas réalisables. Pour tester la réponse des récepteurs de mesure au-dessus de 1 GHz aux impulsions et pour vérifier la réponse en amplitude des différents types de récepteurs de mesure, il est possible en pratique d'utiliser une porteuse modulée en impulsion accordée sur la fréquence de réception. La largeur d'impulsion doit être inférieure ou égale à $(1/3 B_{\text{imp}})$. La précision de la largeur d'impulsion est importante pour la production précise d'une certaine aire d'impulsion, comme exigé dans le paragraphe correspondant. En plus d'une mesure de la durée de l'impulsion à l'aide d'un oscilloscope, la durée de l'impulsion d'une impulsion rectangulaire peut être vérifiée par la distance entre les minima sur l'affichage du spectre. (Voir la Figure E.3 pour un exemple de forme d'onde).

Pour le récepteur de mesure doté d'un détecteur de crête avec une bande de résolution B_{imp} de 1 MHz, une aire d'impulsion (f.é.m.) de $1,4/B_{\text{imp}}$ mVs est nécessaire, c'est-à-dire 1,4 nVs pour une réponse égale à celle d'un signal sinusoïdal non modulé accordé sur la fréquence de réception ayant une f.é.m. avec une valeur efficace de 2 mV [66 dB(μV)]. Une porteuse modulée en impulsion ayant l'aire d'impulsion requise peut être générée avec les diverses largeurs d'impulsions représentées au Tableau E.1.

Tableau E.1 – Niveau de porteuse pour un signal modulé en impulsion de 1,4 nVs

Largeur d'impulsion w_p/ns	Niveau de porteuse (f.é.m.) $L_{\text{carrier}}/\text{dB}(\mu\text{V})$
100	86
200	80

Pour un récepteur de mesure doté d'un détecteur de valeur moyenne linéaire, l'aire d'impulsion (f.é.m.) égale à un signal sinusoïdal non modulé à la fréquence de réception ayant une f.é.m. avec une valeur efficace de 2 mV [66 dB(μV)] doit être de $1,4/n$ mVs (n étant la cadence de répétition d'impulsion). Pour $n = 50\,000$, l'aire d'impulsion est de 28 nVs, ce qui signifie 26 dB de plus que pour le récepteur de mesure de crête avec une B_{imp} de 1 MHz.

Pour un récepteur de mesure doté d'un détecteur de valeur efficace, l'aire d'impulsion (f.é.m.) égale à un signal sinusoïdal non modulé à la fréquence de réception ayant une f.é.m. avec une valeur efficace de 2 mV [66 dB(μV)] doit être de $44(B_3^{-1/2})$ μVs pour une cadence de répétition d'impulsion de 1 kHz. Pour une largeur de bande en impulsions B_{imp} de 1 MHz, la valeur correspondante de B_3 est de 700 kHz. Par conséquent, l'aire d'impulsion requise est de 52,6 nVs, ce qui signifie 31,5 dB de plus que pour le récepteur de mesure de crête avec une B_{imp} de 1 MHz.

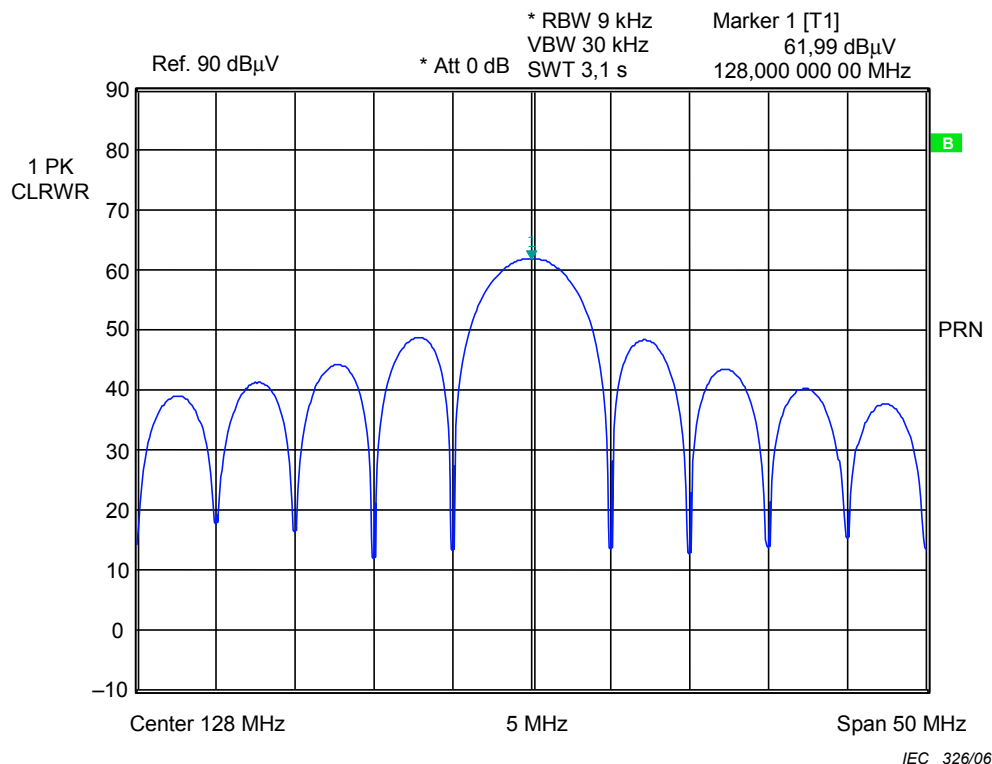


Figure E.3 – Exemple (spectre) de signal modulé en impulsion avec une largeur d'impulsion de 200 ns

E.7 Mesure de la largeur de bande en impulsions d'un récepteur de mesure

La largeur de bande d'impulsion B_{imp} d'un récepteur de mesure est définie comme étant la valeur de crête U_p (mesurée par le récepteur) divisée par la densité spectrale d'impulsion D de l'impulsion d'essai.

$$B_{imp} = U_p / D \quad (E.6)$$

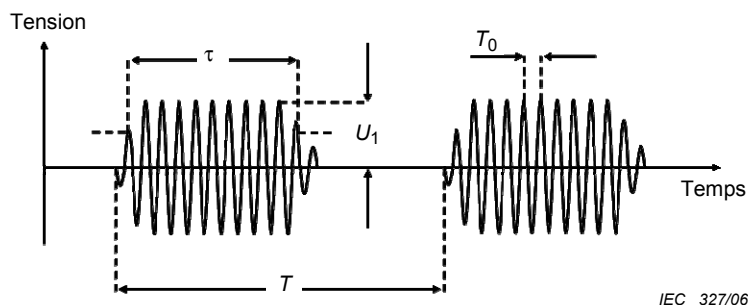
Si U_p est mesuré en μV et D est exprimée en $\mu V/MHz$, alors le résultat B_{imp} sera exprimé en MHz. Les deux grandeurs U_p et D sont supposées être étalonnées en valeurs efficaces d'un signal sinusoïdal non modulé, ce qui est le cas pour les récepteurs de mesure CISPR.

Il ne sera pas fréquemment possible de disposer de la densité spectrale d'impulsion D comme grandeur de référence précise. Afin de diminuer l'incertitude de la mesure de la largeur de bande d'impulsion, les méthodes 1 et 2 mettent en œuvre deux mesures. Dans certaines circonstances, la courbe de sélectivité du récepteur de mesure peut aussi être utilisée pour calculer B_{imp} (comme décrit dans la méthode 3), puisque B_{imp} est la "largeur de bande en tension" du récepteur de mesure (à ne pas confondre avec la largeur de bande en puissance ou largeur de bande de bruit équivalente, qui détermine la valeur efficace du bruit Gaussien lorsqu'on utilise le détecteur de valeur efficace du récepteur de mesure). B_{imp} est déterminée par la courbe de sélectivité du filtre F.I., la réponse en phase (potentiellement non linéaire) du filtre et la largeur de bande vidéo du récepteur. B_{imp} est plus large que B_6 , mais il n'y a pas de facteur général de relation entre B_{imp} et B_6 ou B_3 du récepteur.

Méthode 1: Mesure par comparaison des réponses de B_{imp} à deux impulsions d'amplitude et de largeur identiques, mais avec des fréquences de répétition d'impulsion (prf) basse et élevée.

Cette méthode applique un signal RF modulé en impulsion, avec une courte durée d'impulsion ainsi que décrit) à la Figure E.4 et deux valeurs différentes de prf. Avec la valeur de prf élevée ($f_p \gg B_{imp}$), le récepteur peut être syntonisé sur la fréquence porteuse ainsi que décrit

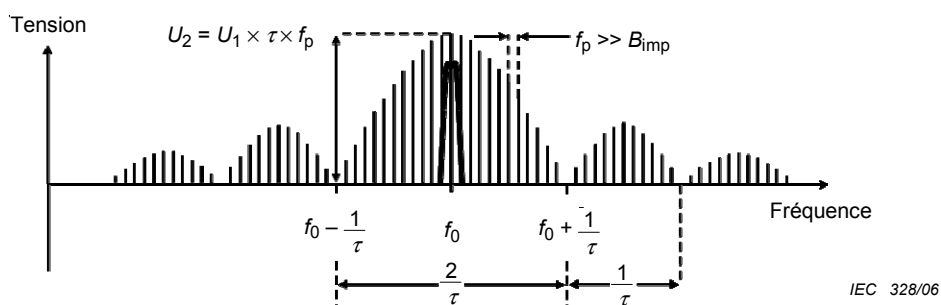
à la Figure E.5, et avec la valeur de prf basse f_p ($f_p \ll B_{imp}$), le spectre apparaîtra comme un signal en bande large comme décrit à la Figure E.6 avec une densité spectrale d'impulsion de $D = U_1 \cdot \tau$. La forme d'impulsion (amplitude U_1 et durée τ) doit être indépendante de la prf. Pour $B_{imp} = 1$ MHz, f_{p1} peut être sélectionnée à 30 MHz et f_{p2} peut être de 30 kHz.



IEC 327/06

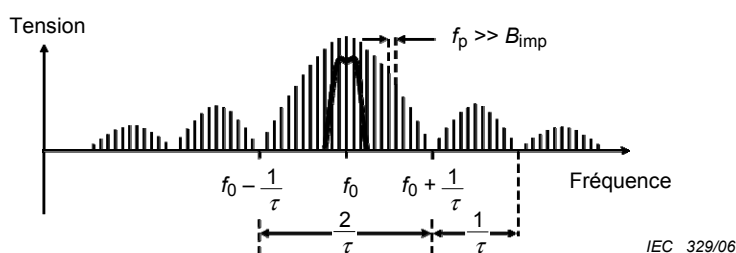
- τ Largeur de l'impulsion (aux points à 50 %)
- $f_p = \frac{1}{T}$ Fréquence de répétition des impulsions (PRF)
- $f_0 = \frac{1}{T_0}$ Fréquence de la porteuse

Figure E.4 – Signal RF modulé en impulsion appliqué à un récepteur de mesure

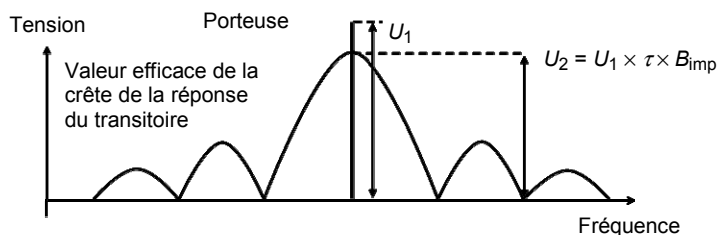


IEC 328/06

Figure E.5 – Filtrage avec une B_{imp} nettement inférieure à la prf



IEC 329/06



IEC 330/06

Figure E.6 – Filtrage avec une B_{imp} nettement plus large que la prf

Avec la première mesure, l'amplitude en valeur efficace U_2 peut être calculée comme $U_2 = U_1 \cdot \tau \cdot f_{p1}$. Il est possible d'obtenir une incertitude de mesure faible grâce à un rapport signal sur bruit élevé. Mais des précautions doivent être prises pour éviter la surcharge. Avec la seconde mesure, la réponse maximale de la valeur efficace de la crête au transitoire peut être calculée comme $U_p = U_1 \cdot \tau \cdot B_{imp}$. Si le produit est parfaitement égal dans les deux mesures, alors B_{imp} peut être calculée à partir des deux résultats de mesure comme décrit à la Figure E.7 en utilisant l'Equation (E.2):

$$B_{imp} = f_{p1} \frac{U_p}{U_2} \quad (E.7)$$

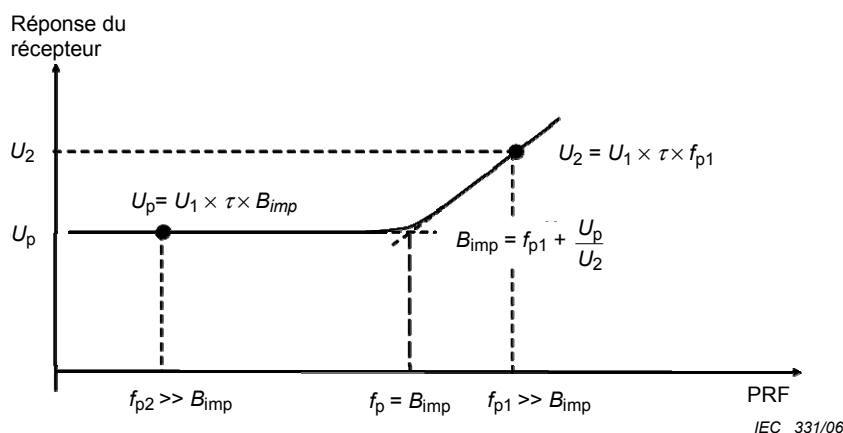


Figure E.7 – Calcul de la largeur de bande d'impulsion

Méthode 2: Mesure par comparaison de la réponse à une impulsion de B_{imp} avec la réponse en bande étroite au même signal.

S'il n'est pas possible de disposer d'un générateur d'impulsion capable de conserver une amplitude constante, indépendamment de la prf sélectionnée, alors la méthode 2 peut être appliquée avec une prf relativement basse. Cette méthode est basée sur le même principe que la méthode 1. Cependant, au lieu d'utiliser un signal avec une prf élevée, la deuxième mesure est effectuée avec un filtre beaucoup plus étroit que la prf. Cette méthode est aussi décrite au paragraphe C.1.5.

Cette méthode détermine la densité spectrale d'impulsion D en utilisant l'équation $D = U_k / f_p$, où U_k est la tension mesurée sur l'une des raies spectrales (par exemple la fréquence porteuse, si le signal est une porteuse modulée en impulsion, ou la raie centrale à la fréquence de réception, pour laquelle B_{imp} doit être mesurée), et f_p est la prf. Il est rappelé que f_p doit être très supérieure à la résolution en bande étroite et très inférieure à la B_{imp} à mesurer, c'est-à-dire $B_{narrow} \ll f_p \ll B_{imp}$. Un exemple de réglages peut être: $B_{narrow} = 9$ kHz, $f_p = 100$ kHz pour $B_{imp} = 1$ MHz. la méthode nécessite une comparaison des réponses du filtre en bande étroite et celle du filtre à mesurer en appliquant un signal sinusoïdal non modulé aux deux filtres et en en dérivant un facteur de correction c pour le calcul de D ($c = U_2 / U_1$, avec U_2 étant la valeur pour le filtre bande large et U_1 la valeur pour le filtre bande étroite). Ainsi $\bar{D} = c \cdot U_k / f_p$. Lorsque D a été déterminé, U_p sera mesurée avec le détecteur de crête et B_{imp} pourra être calculée en utilisant l'Equation (E.2).

Méthode 3: Intégration de la fonction de sélectivité linéaire normalisée.

Cette méthode a l'avantage d'une précision élevée et est applicable aux filtres avec une fonction de sélectivité parfaitement linéaire (par exemple les filtres numériques ou par spécification du constructeur) et lorsque la largeur de bande vidéo est largement supérieure (par exemple de 10 fois) à la largeur de bande en impulsion ($B_{video} \gg B_{imp}$).

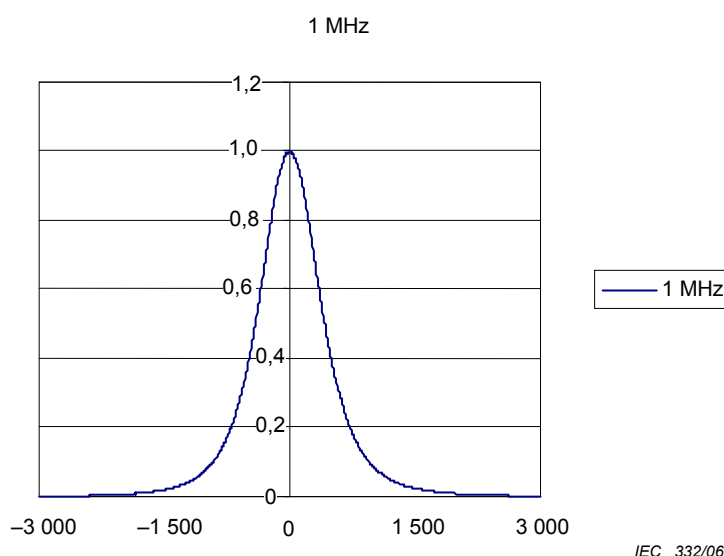
Dans ce cas, la largeur de bande en impulsions d'un récepteur de mesure est définie comme l'aire de la fonction de sélectivité linéaire normalisée $U(f)$, $1/U_{\max}$ représentant le facteur de normalisation:

$$B_{\text{imp}} = \frac{1}{U_{\max}} \int_{-\infty}^{+\infty} U(f) df$$

Les récepteurs de mesure disposant d'affichages numériques de fréquence à haute résolution peuvent être accordés sur N incréments de Δf , afin de mesurer la fonction de sélectivité $U(f_n)$. Les mesures entre les points à 60 dB avec 100 incréments ($N = 101$) sont généralement suffisantes pour une mesure correcte de la largeur de bande. De même, un récepteur à balayage peut être configuré de manière à ce que ses fréquences de départ et d'arrivée coïncident avec les points à 60 dB de la courbe du filtre et un balayage est alors effectué pour obtenir les valeurs de l'amplitude. Le signal d'essai sera un signal non modulé pour tracer la réponse du filtre à qualifier. Dans ce cas, la largeur de bande en impulsions peut être mesurée et calculée à l'aide de la formule:

$$B_{\text{imp}} = \frac{1}{U_{\max}} \sum_{n=1}^N (U(f_n) + U(f_{n+1})) \cdot \frac{\Delta f}{2}$$

La Figure E.8 décrit un exemple de fonction de sélectivité de 1 MHz linéaire normalisée.



L'axe x est gradué en kHz

Figure E.8 – Exemple de fonction de sélectivité linéaire normalisée.

Annexe F (normative)

Vérification des caractéristiques pour les exceptions aux définitions d'un claquement conformément au 4.2.3 de la CISPR 14-1

Pour l'application des exceptions donnée dans la CISPR 14-1:2005 l'analyseur de perturbation doit fournir les informations complémentaires suivantes:

- a) le nombre de claquements de durée inférieure ou égale à 10 ms;
- b) le nombre de claquements de durée supérieure à 10 ms mais inférieure ou égale à 20 ms;
- c) le nombre de claquements de durée supérieure à 20 ms mais inférieure ou égale à 200 ms;
- d) la durée de chaque perturbation enregistrée dont l'amplitude dépasse la limite du niveau quasi-crête pour les perturbations continues;
- e) une indication que l'appareil soumis à l'essai n'est pas conforme, s'il est clair qu'il produit des perturbations autres que des claquements ne correspondant pas à la définition d'un claquement et auxquelles aucune des exceptions ne peut s'appliquer;
- f) l'intervalle de temps entre le début de l'essai et l'apparition des perturbations mentionnées en e);
- g) la durée totale des perturbations autres que des claquements dont le niveau limite quasi-crête dépasse la limite pour les perturbations continues;
- h) le taux de répétition des claquements.

Tableau F.1 – Signaux d'essais de l'analyseur de perturbation^a

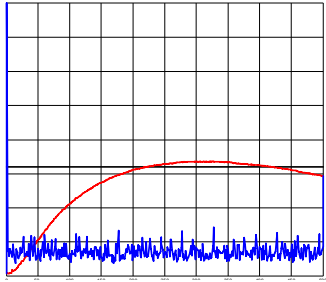
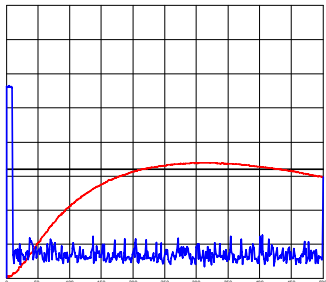
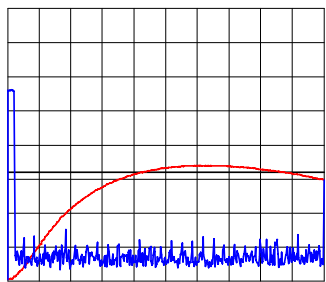
Essai No.	Paramètres du signal d'essai					
	1	2	3	4	5	
	Amplitude quasi-crête des impulsions ajustées individuellement par rapport à l'indication de référence quasi-crête du récepteur de mesure	Durée des impulsions ^b ajustées à la sortie en fréquence intermédiaire du récepteur de mesure	Séparation des impulsions ou périodicités (sortie f.i.)	Évaluation effectuée par l'analyseur	Présentation graphique du signal d'essais mesuré à la sortie f.i et signal quasi-crête associé par rapport à l'indication de référence du récepteur de mesure	
	dB	ms	ms			
	Impulsion 1	Impulsion 2	Impulsion 1	Impulsion 2		
1	1		0,11			1 claquement ≤ 10 ms  500 ms
2	1		9,5			1 claquement ≤ 10 ms  500 ms
3	1		10,5			1 claquement > 10 ms, ≤ 20 ms  500 ms

Tableau F.1 (suite)

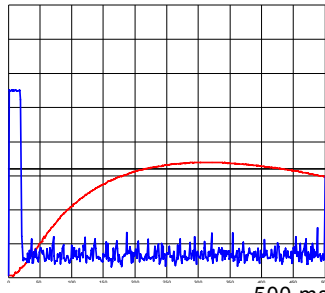
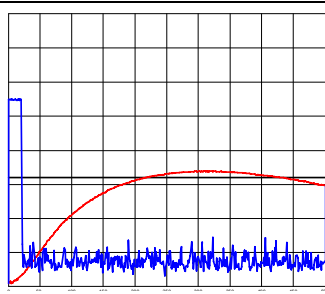
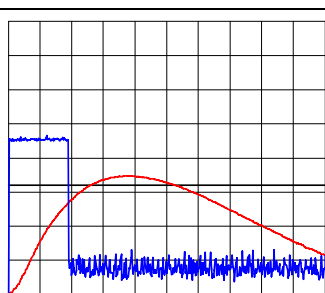
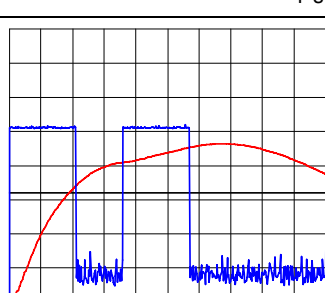
Essai No.	Paramètres du signal d'essai						
	1		2		3	4	5
	Amplitude quasi-crête des impulsions ajustées individuellement par rapport à l'indication de référence quasi-crête du récepteur de mesure		Durée des impulsions ^b ajustées à la sortie en fréquence intermédiaire du récepteur de mesure		Séparation des impulsions ou périodicités (sortie f.i)	Évaluation effectuée par l'analyseur	Présentation graphique du signal d'essais mesuré à la sortie f.i et signal quasi-crête associé par rapport à l'indication de référence du récepteur de mesure
	dB		ms		ms		
	Impulsion 1	Impulsion 2	Impulsion 1	Impulsion 2			
4	1		19			1 claquement > 10 ms, ≤ 20 ms	
5	1		21			1 claquement > 20 ms	
6	1		190			1 claquement > 20 ms	
7	5	5	210	210	150	SI une seule fois par cycle de programme ou pour la durée d'observation minimale: compté comme 1 claquement >20 ms (voir NOTE 2, E2, règle 600 ms)	
						AUTREMENT Perturbation continue (570 ms)	

Tableau F.1 (suite)

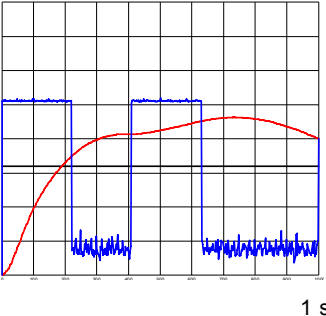
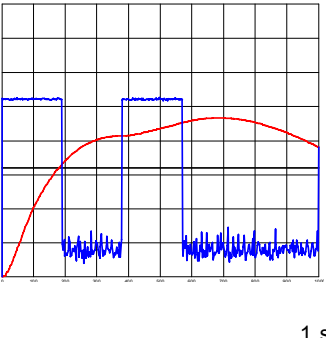
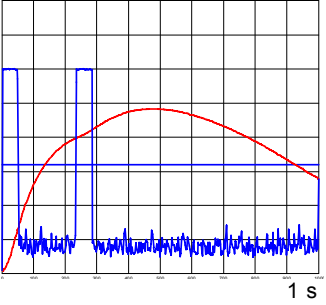
Essai No.	Paramètres du signal d'essai						
	1		2		3	4	5
	Amplitude quasi-crête des impulsions ajustées individuellement par rapport à l'indication de référence quasi-crête du récepteur de mesure		Durée des impulsions ^b ajustées à la sortie en fréquence intermédiaire du récepteur de mesure		Séparation des impulsions ou périodicités (sortie f.i.)	Évaluation effectuée par l'analyseur	Présentation graphique du signal d'essais mesuré à la sortie f.i et signal quasi-crête associé par rapport à l'indication de référence du récepteur de mesure
	dB		ms		ms		
	Impulsion 1	Impulsion 2	Impulsion 1	Impulsion 2			
8	5	5	220	220	190	REFUSÉ Perturbation continue (Voir NOTE 2, E2: pas d'exception car la durée totale est 630 ms > 600 ms)	
9	5	5	190	190	190	SI le taux final de répétition des claquements est < 5: 2 claquements >20 ms (voir NOTE 2, E4; règle des réfrigérateurs; voir aussi NOTE 3)	
						AUTREMENT SI une seule fois par cycle de programme ou une seule fois pendant la durée d'observation minimale: compté comme 1 claquement >20 ms (voir NOTE 2, E2) AUTREMENT Refusé: perturbation continue (570 ms)	
10	5	5	50	50	185	SI le taux final de répétition est 5: 2 claquements >20 ms (voir NOTE 2, E4; voir aussi NOTE 3)	

Tableau F.1 (suite)

Essai No.	Paramètres du signal d'essai						
	1		2		3	4	5
	Amplitude quasi-crête des impulsions ajustées individuellement par rapport à l'indication de référence quasi-crête du récepteur de mesure		Durée des impulsions ^b ajustées à la sortie en fréquence intermédiaire du récepteur de mesure		Séparation des impulsions ou périodicités (sortie f.i)	Évaluation effectuée par l'analyseur	Présentation graphique du signal d'essais mesuré à la sortie f.i et signal quasi-crête associé par rapport à l'indication de référence du récepteur de mesure
	dB		ms		ms		
	Impulsion 1	Impulsion 2	Impulsion 1	Impulsion 2			
						AUTREMENT SI une seule fois par cycle de programme ou pour la durée d'observation minimale: compté comme 1 claquement < 600 ms (voir NOTE 2, E2, 2×285 ms > 20 ms) AUTREMENT refusé: perturbation continue (285 ms)	
11	20	20	15	5	1 × Impulsion 1 + 9 × Impulsion 2, répétées jusqu'à ce que 40 claquements soit enregistrés, lorsque la séparation entre chaque impulsions est de 13 s	36 claquements < 10 ms 4 claquements > 10 ms, ≤ 20 ms ≥ 90 % des claquements < 10 ms ACCEPTÉ (voir NOTE 2, E3; voir aussi NOTE 4; une mesure des amplitudes des claquements n'est pas demandée	
12	20	20	15	5	1 × Impulsion 1 + 8 × Impulsion 2, répétées jusqu'à ce que 40 claquements soit enregistrés, lorsque la séparation entre chaque impulsion est de 13 s	35 claquements < 10 ms 5 claquements > 10 ms, ≤ 20 ms < 90 % des claquements < 10 ms (voir NOTE 2, E3; voir aussi NOTE 4. Pas d'exception applicable. Après l'application de la méthode du quartile le résultat final sera "REFUSÉ" parce que les amplitudes des claquements sont trop élevées.)	

NOTE 1 La CISPR 14-1:2005, 4.2.3, comporte les exceptions suivantes:

- E1 – “Opération de commutation individuelle”
Cette exception ne peut être évaluée que par un opérateur et non automatiquement par l'analyseur de perturbation. Elle est mentionnée ici pour éviter que les utilisateurs ne fassent une confusion dans la numérotation des exceptions dans la CISPR 16-1-1 et dans la CISPR 14-1.
- E2 – “Combinaison de claquements sur un intervalle de temps inférieur à 600 ms” (“règle des 600 ms”)
Pour les appareils commandés par programme, il est autorisé, une fois pendant la durée du cycle sélectionné, une combinaison de claquements pendant un intervalle de temps inférieur à 600 ms. Pour les autres appareils, une telle combinaison est autorisée une fois pendant le temps d’observation minimal. Cela est aussi applicable aux interrupteurs triphasés commandés par thermostat, produisant successivement trois perturbations sur le neutre et chacune des trois phases. La combinaison des claquements est considérée comme un seul claquement.

- E3 – “ Interrupteurs à fonctionnement instantané”
Les appareils qui répondent aux conditions suivantes:
– taux de répétition des claquements ne dépassant pas 5,
– aucun des claquements provoqués n'a une durée supérieure à 20 ms, et
– 90 % des claquements provoqués ont une durée inférieure à 10 ms,
doivent être considérés comme satisfaisant aux limites, quelle que soit l'amplitude des claquements. Si une de ces conditions n'est pas satisfaite, les limites pour les perturbations continues s'appliquent.
- E4 – “Claquements séparés de moins de 200 ms” (règle du réfrigérateur)
Pour les appareils ayant un taux de répétition des claquements inférieur à 5 et dont deux perturbations quelconques ont chacune une durée maximale de 200 ms, ces perturbations doivent être considérées comme deux claquements, même si elles sont séparées de moins de 200 ms. Dans ce cas, observé par exemple pour les réfrigérateurs, la perturbation est considérée comme deux claquements et non pas comme une perturbation continue.

NOTE 2 L'analyseur doit appliquer l'exception E2 uniquement si E4 n'est pas applicable.

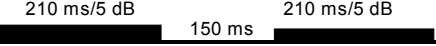
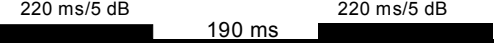
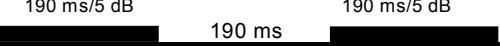
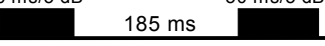
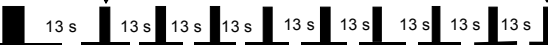
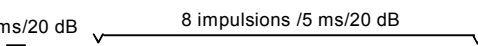
NOTE 3 Les formes d'ondes de vérification 11 et 12 ne peuvent subir l'essai avec succès que si l'exception E3 peut être appliqué, comme le montre le calcul suivant:

- Avec le claquement à “0” secondes pour les formes d'ondes de vérification 11 et 12, les 40 claquements requis seront comptés après $13 \text{ s} \times 39 = 507 \text{ s}$, c'est à dire 8,45 min. Le taux de répétition des claquements est $40 / 8,45 = 4,734$ (moins de 5 comme demandé – ici tout dépend si 90 % des claquements sont <10 ms ou non).

NOTE 4 Le relâchement de la limite pour les claquements conformément à la CISPR 14-1 est:
 $20 \times \log (30 / 4,734) = 16,04 \text{ [dB]}$. En conséquence, les formes d'ondes de vérification 11 et 12 (amplitude de 20 dB au-dessus de la limite) ne peut jamais passer avec succès la vérification du quartile supérieur conformément à la CISPR 14-1:2005, ce qui signifie que pas plus de 25 % des claquements sont autorisés à dépasser la limite pour les claquements.

^a Signaux d'essai utilisés pour la vérification des performances avec évaluation des exceptions à partir de la définition d'un claquement conformément à la CISPR 14-1:2005, 4.2.3.

^b Le temps de montée des impulsions ne doit pas dépasser 40 μs .

Essai No	Signal d'essai	Évaluation par l'analyseur
1	 0,11 ms/1 dB	1 claquement ≤ 10 ms
2	 9,5 ms/1 dB	1 claquement ≤ 10 ms
3	 10,5 ms/1 dB	1 claquement > 10 ms, ≤ 20 ms
4	 19 ms/1 dB	1 claquement > 10 ms, ≤ 20 ms
5	 21 ms/1 dB	1 claquement > 20 ms
6	 190 ms/1 dB	1 claquement > 20 ms
7	 210 ms/5 dB 150 ms 210 ms/5 dB	1 claquement ≤ 600 ms (Appareil en essai contrôlé par programme)
8	 220 ms/5 dB 190 ms 220 ms/5 dB	Continue ≥ 600 ms
9	 190 ms/5 dB 190 ms 190 ms/5 dB	1 claquement ≤ 600 ms (compté comme 2 claquements règle du réfrigérateur)
10	 50 ms/5 dB 185 ms 50 ms/5 dB	pour $N < 5$ - 2 claquements pour $N \geq 5$ - continue, ou 1 claquement ≤ 600 ms pour appareil en essai contrôlé par programme
11	 15 ms/20 dB 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 9 impulsions/5 ms/20 dB répétée jusqu'à compter 40 claquements	36 claquements ≤ 10 ms 4 claquements > 10 ms, ≤ 20 ms
12	 15 ms/20 dB 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 13 s 8 impulsions /5 ms/20 dB répétée jusqu'à compter 40 claquements	35 claquements < 10 ms 5 claquements > 10 ms, ≤ 20 ms

IEC 1124/03

Figure F.1 – Présentation graphique des signaux d'essai utilisés pour la vérification des performances de l'analyseur avec exigences complémentaires conformément au Tableau F.1

Annexe G (informative)

Justifications relatives aux spécifications de la fonction de mesure DPA

Les spécifications sont basées sur les définitions et les considérations suivantes:

a) Plage dynamique de l'amplitude

La plage dynamique de l'amplitude est définie comme la plage nécessaire pour obtenir la DPA. La limite supérieure de la plage dynamique doit être supérieure au niveau de crête de perturbation à mesurer et la limite la plus basse doit être inférieure au niveau de la limite de perturbation spécifiée par les comités de produits.

Selon la norme CISPR 11, la limite de crête pour les équipements ISM de groupe 2, classe B, est fixée à 110 dBμV/m, et la limite pondérée est fixée à 60 dBμV/m. En conséquence, une plage dynamique supérieure à 60 dB avec une marge de 10 dB est proposée.

b) Taux d'échantillonnage

Idéalement, la DPA des perturbations est mesurée en utilisant la largeur de bande équivalente du service de radiocommunications à protéger. Cependant, la largeur de bande de résolution de l'analyseur de spectre est fixée à 1 MHz pour la gamme de fréquences au-dessus de 1 GHz. Le taux d'échantillonnage doit de ce fait être supérieur à 10 millions d'échantillons par seconde.

c) Temps maximal mesurable

La CISPR 11 spécifie le temps de maintien maximal comme une période de 2 min pour des mesures crêtes sur des appareils de cuisson à micro-ondes au-dessus de 1 GHz. En conséquence, la durée d'une mesure de DPA doit être de 2 min au minimum. La taille du compteur ou de la mémoire étant limitées, des mesures continues peuvent s'avérer difficiles à effectuer sur de longues périodes de mesure. C'est pourquoi l'on autorise une mesure intermittente, à condition que le temps mort soit inférieur à 1 % de la durée totale de la mesure.

d) Probabilité minimale mesurable

Environ 100 occurrences de signal peuvent être nécessaires pour obtenir un résultat significatif. En conséquence, la probabilité minimale mesurable est calculée comme suit:

considérant une durée de mesure de 2 min, et un taux d'échantillonnage de 10 millions d'échantillons par seconde, la probabilité est déterminée de la manière suivante:

$$100 / (120 \times 10 \times 10^6) \sim 10^{-7}$$

e) Affichage des données de mesure de DPA

La résolution de l'amplitude pour l'affichage des résultats de la DPA dépend de la plage dynamique et de la résolution du convertisseur A/N. Par exemple, la résolution de l'affichage devient inférieure à 0,25 dB (~ 60 dB/256) lorsqu'un convertisseur A/N 8 bits est appliqué à la plage dynamique de 60 dB.

Les Figures G.1 et G.2 indiquent les schémas fonctionnels de mise en œuvre de la fonction de mesure de DPA.

Un exemple de résultat de mesure de DPA est donné à la Figure G.3.

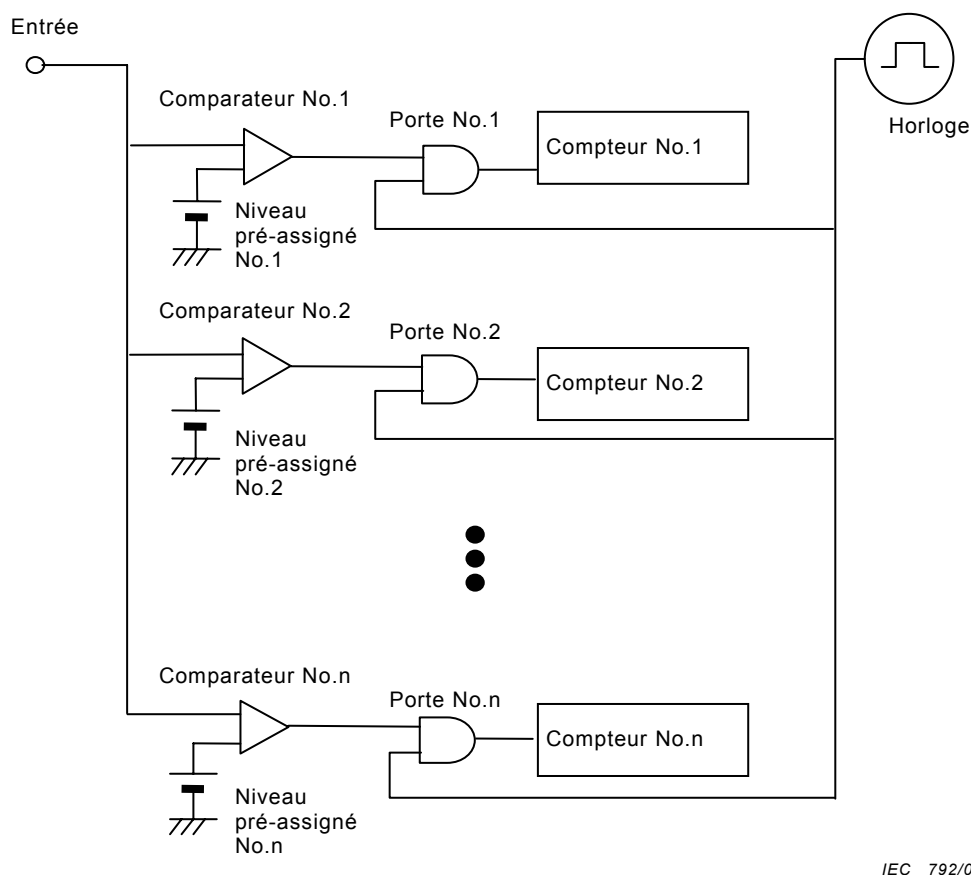


Figure G.1 – Schéma fonctionnel du circuit de mesure RPA sans convertisseur A/N

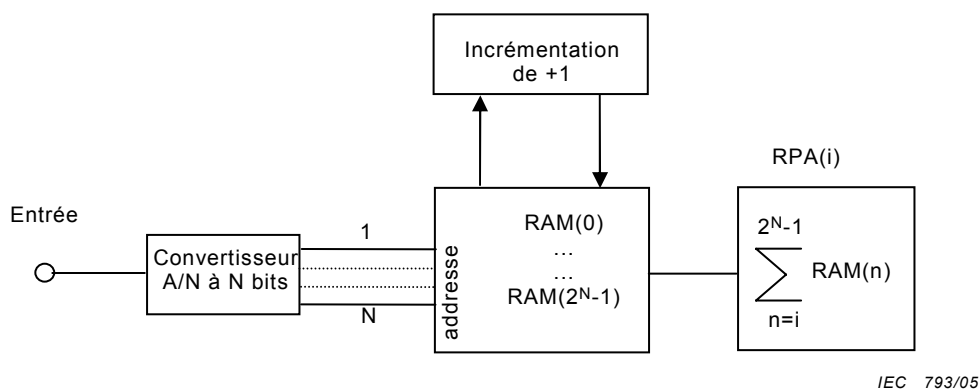


Figure G.2 – Schéma fonctionnel du circuit de mesure RPA avec convertisseur A/N

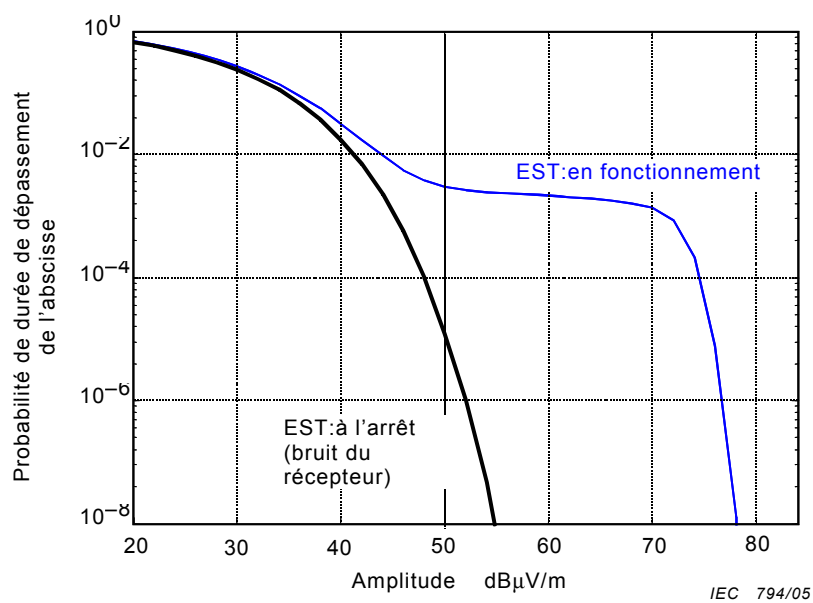


Figure G.3 – Exemple d'affichage de mesure de DPA

Bibliographie

CISPR 16-1-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations conduites*

CISPR 16-1-3:2004, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-3: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Puissance perturbatrice*

CISPR 16-1-4:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations rayonnées*

CISPR 16-1-5:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-5: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Emplacements d'essai pour l'étalonnage des antennes de 30 MHz à 1 000 MHz*

CISPR 16-2-1:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations conduites*

CISPR 16-2-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesure de la puissance perturbatrice*

CISPR 16-2-3:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations rayonnées*

CISPR 16-2-4:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-4: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures de l'immunité*

CISPR 16-4-1:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-1: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes dans les essais normalisés en CEM*

CISPR 16-4-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure CEM*

CISPR 16-4-3:2004, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-3: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Considérations statistiques dans la détermination de la conformité CEM des produits fabriqués en grand nombre*

CISPR 16-4-4:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-4: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Statistiques des plaintes pour le calcul des limites*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
P.O. Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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