



CISPR 16-1-1

Edition 5.0 2019-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

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

ICS 33.100.10

ISBN 978-2-8322-6918-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	10
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	12
4 Fundamental characteristics of a measuring receiver.....	16
4.1 General.....	16
4.2 Input impedance	17
4.3 Sine-wave voltage-tolerance	17
4.4 Overall pass-band selectivity	17
4.5 Bandwidth.....	19
4.6 Frequency tuning-tolerance.....	20
4.7 Intermediate frequency rejection ratio	20
4.8 Image frequency rejection ratio	20
4.9 Other spurious responses	20
4.10 Limitation of intermodulation effects.....	21
4.11 Limitations of receiver noise and internally-generated spurious signals.....	22
4.11.1 Random noise	22
4.11.2 Continuous wave	22
4.12 Limitation of radio-frequency emissions from the measuring receiver.....	22
4.12.1 Conducted emissions.....	22
4.12.2 Radiated emissions	22
4.13 Facilities for connection to a discontinuous disturbance analyzer.....	23
5 Quasi-peak measuring receivers for the frequency range 9 kHz to 1 000 MHz	23
5.1 General.....	23
5.2 Response to pulses	23
5.2.1 Amplitude relationship (absolute calibration).....	23
5.2.2 Variation with repetition frequency (relative calibration).....	23
6 Measuring receivers with peak detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz	27
6.1 General.....	27
6.2 Charge and discharge time constants ratio	27
6.3 Overload factor	28
6.4 Response to pulses	28
7 Measuring receivers with average detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz	28
7.1 General.....	28
7.2 Overload factor	29
7.3 Response to pulses	29
7.3.1 Amplitude relationship	29
7.3.2 Variation with repetition frequency.....	30
7.3.3 Response to intermittent, unsteady and drifting narrowband disturbances	30
8 Measuring receivers with RMS-average detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz	32
8.1 General.....	32
8.2 Overload factor	32

8.3	Response to pulses	32
8.3.1	Construction details	32
8.3.2	Amplitude relationship	33
8.3.3	Variation with repetition frequency	33
8.3.4	Response to intermittent, unsteady and drifting narrowband disturbances	34
9	Measuring receivers for the frequency range 1 GHz to 18 GHz with amplitude probability distribution (APD) measuring function	34
10	Discontinuous disturbance analyzers	35
10.1	General	35
10.2	Fundamental characteristics	36
10.3	Test method for the validation of the performance check for the click analyzer	43
10.3.1	Basic requirements	43
10.3.2	Additional requirements	44
Annex A (normative)	Determination of response to repeated pulses of quasi-peak and RMS-average measuring receivers (see 3.6, 5.2.2, 8.2 and 8.3)	45
A.1	General	45
A.2	Response of the pre-detector stages	45
A.3	Response of the quasi-peak detector to the output of preceding stages	47
A.3.1	General	47
A.3.2	Response of the indicating instrument to the signal from the detector	48
A.4	Response of the RMS detector to the output voltage of preceding stages	49
A.4.1	Output voltage and amplitude relationship	49
A.4.2	Calculation of overload factor	50
A.5	Relationship between the indication of the RMS meter and the quasi-peak meter	50
Annex B (normative)	Determination of pulse generator spectrum (See 5.2, 6.4, 7.2, 8.3)	52
B.1	Pulse generator	52
B.1.1	General	52
B.1.2	The spectrum of the generated pulses	52
B.2	General method of measurement	52
Annex C (normative)	Accurate measurements of the output of nanosecond pulse generators (see 5.2, 6.4, 7.2, 8.3)	54
C.1	Measurement of impulse area (A_{imp})	54
C.1.1	General	54
C.1.2	Area method	54
C.1.3	Standard transmission line method	54
C.1.4	Harmonic measurement	55
C.1.5	Energy method	55
C.2	Pulse generator spectrum	55
Annex D (normative)	Influence of the quasi-peak measuring receiver characteristics on its pulse response (see 5.2.2)	56
Annex E (normative)	Response of average and peak measuring receivers (see 4.5)	57
E.1	Response of pre-detector stages	57
E.2	Overload factor	57
E.3	Relationship between the indication of an average and a quasi-peak measuring receiver	58
E.4	Peak measuring receivers	59

E.5	Relationship between indication of a peak and a quasi-peak measuring receiver	59
E.6	Test of measuring receiver response above 1 GHz to pulses	60
E.7	Measurement of the impulse bandwidth of a measuring receiver	62
E.7.1	General	62
E.7.2	Method 1: Measurement by comparison of the responses of B_{imp} to two pulses with identical amplitude and width with low and high pulse repetition frequencies (PRF)	62
E.7.3	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	64
E.7.4	Method 3: Integration of the normalized linear selectivity function	64
Annex F (normative)	Performance check of the exceptions from the definitions of a click according to 5.4.3 of CISPR 14-1:2016	66
Annex G (informative)	Rationale for the specifications of the APD measuring function	73
Annex H (informative)	Characteristics of a quasi-peak measuring receiver	76
Annex I (informative)	Example of EMI receiver and swept spectrum analyzer architecture	77
Annex J (normative)	Requirements when using an external preamplifier with a measuring receiver	79
J.1	General	79
J.2	Considerations for optimum emission measurement system design	79
J.3	Linearity specifications and precautions in measurement	82
J.4	Detecting the overload of an external preamplifier in a wideband FFT-based measuring system	89
Annex K (normative)	Calibration requirements for measuring receivers	90
K.1	General	90
K.2	Calibration and verification	90
K.3	Calibration and verification specifics	90
K.4	Measuring receiver specifics	91
K.4.1	General	91
K.4.2	Demonstration of compliance with CISPR 16-1-1	92
K.5	Partial calibration of measuring receivers	92
K.6	Determination of compliance of a measuring receiver with applicable specifications	93
Annex L (normative)	Verification of the RF pulse amplitude (See 7.3.1, 8.3.2)	94
Bibliography		95
Figure 1	– Limits of overall selectivity – Pass-band (Band A)	18
Figure 2	– Limits of overall selectivity – Pass-band (Band B)	18
Figure 3	– Limits of overall selectivity – Pass-band (Bands C and D)	19
Figure 4	– Limits for the overall selectivity – Pass-band (Band E)	19
Figure 5	– Arrangement for testing intermodulation effects	22
Figure 6	– Pulse response curve (Band A)	24
Figure 7	– Pulse response curve (Band B)	25
Figure 8	– Pulse response curve (Bands C and D)	25
Figure 9	– Theoretical pulse response curve of quasi-peak detector receivers and average detector receiver	26
Figure 10	– Block diagram of an average detector	31

Figure 11 – Screenshot showing the response of the meter-simulating network to an intermittent narrowband signal	31
Figure 12 – Example of a disturbance analyzer	38
Figure 13 – Graphical presentation of test signals used in the test of the analyzer for the performance checks against the definition of a click according to Table 14	39
Figure E.1 – Correction factor for estimating the ratio B_{imp}/B_6 for other tuned circuits	58
Figure E.2 – Pulse rectification coefficient P	60
Figure E.3 – Example (spectrum screenshot) of a pulse-modulated signal with a pulse width of 200 ns	61
Figure E.4 – Pulse-modulated RF signal applied to a measuring receiver	63
Figure E.5 – Filtering with a B_{imp} much smaller than the PRF	63
Figure E.6 – Filtering with a B_{imp} much wider than the PRF	63
Figure E.7 – Calculation of the impulse bandwidth	64
Figure E.8 – Example of a normalized linear selectivity function	65
Figure F.1 – Graphical presentation of the test signals used for the performance checks of the analyzer with the additional requirements according to Table F.1	72
Figure G.1 – Block diagram of APD measurement circuit without A/D converter	74
Figure G.2 – Block diagram of APD measurement circuit with A/D converter	74
Figure G.3 – Example of display of APD measurement results versus equipment-under-test (EUT) state	75
Figure I.1 – Example of block diagram of an EMI receiver consisting of a swept spectrum analyzer with added preselector, preamplifier and quasi-peak/average detector	77
Figure J.1 – Receiver with preamplifier	81
Figure J.2 – Example of the transfer function of an amplifier	83
Figure J.3 – Response of the amplifier of Figure J.2 for a sinusoidal signal	83
Figure J.4 – Response of the amplifier of Figure J.2 for an impulse	83
Figure J.5 – Deviation from linear gain for an unmodulated sine-wave (example)	84
Figure J.6 – Deviation from linear gain for a broadband impulsive signal as measured with the quasi-peak detector (example)	85
Figure J.7 – Screenshot of a band-stop filter test for a preamplifier at around 818 MHz	86
Figure J.8 – Band-stop filter test result with the measuring receiver at 818 MHz	86
Figure J.9 – Band-stop filter test results for the same 10 dB preamplifier but a different receiver with preselection (black) and without preselection (blue)	87
Figure J.10 – Band-stop filter test results for the same 10 dB preamplifier but with the receiver of Figure J.9 with preselection (black) and without preselection (green)	87
Figure J.11 – Weighting functions of the various CISPR detectors with a noise curve to illustrate the remaining operating ranges for broadband impulsive signals (example)	88
Figure K.1 – Compliance determination process with application of measurement uncertainty	93
Table 1 – VSWR requirements for receiver input impedance	17
Table 2 – Combined selectivity of CISPR measuring receiver and high-pass filter	17
Table 3 – Bandwidth requirements for measuring receivers	20
Table 4 – Bandwidth characteristics for intermodulation test of quasi-peak measuring receivers	21
Table 5 – Test pulse characteristics for quasi-peak measuring receivers	23

Table 6 – Pulse response of quasi-peak measuring receivers	27
Table 7 – Relative pulse response of peak and quasi-peak measuring receivers for the same bandwidth (frequency range 9 kHz to 1 000 MHz).....	28
Table 8 – Specification of pulse-modulated carrier (e.m.f.).....	30
Table 9 – 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.....	31
Table 10 – Minimum pulse repetition rate without overload	32
Table 11 – Specification of pulse-modulated carrier (e.m.f.) for testing RMS-average detectors	33
Table 12 – Pulse response of the RMS-average measuring receiver.....	34
Table 13 – 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 14 – Disturbance analyzer performance test – Test signals used for the check against the definition of a click.....	40
Table E.1 – B_{imp} and A_{imp} values for a peak measuring receiver	60
Table E.2 – Carrier level for pulse-modulated signal of 1,4 nVs	61
Table F.1 – Disturbance analyzer test signals.....	67
Table H.1 – Characteristics of quasi-peak measuring receivers	76
Table J.1 – Examples of preamplifier and measuring receiver data and resulting system noise figures	82
Table K.1 – Verification parameter summary.....	92

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-1-1 ed 5.0:2019

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2015. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Reorganization of the document structure to remove common elements of receiver performance from Clauses 4, 5, 6, and 7 and create a new clause that applies across all of these clauses. Key common parameters include:

- 1) Input impedance
 - 2) CW amplitude accuracy
 - 3) Limitations of intermodulation effects
 - 4) Limitation of receiver noise and internally generated spurious signals
- b) Rewording of Subclause B.1.1 for the purpose of correcting existing errors
- c) Amendments to Subclause 7.5.2 to modify the definition of the test signal to be used for calibrating and verifying the required RMS-average detector response to pulses of the receiver. This section will include a note requiring that the amplitude of the pulsed signal be verified prior to the calibration, and will include several verification methods.
- d) Amendments to Subclause 6.5.2 to modify the definition of the test signal to be used for calibrating and verifying the required average detector response to pulses. The purpose of this proposed change is the alignment of the test signal type with that of the newly proposed signal used to verify the RMS-average detector, allowing the use of a pulsed RF signal. This section will include a note requiring that the amplitude of the pulsed signal be verified prior to the calibration and will include several verification methods.
- e) Implementation and use of Gaussian filters
- f) Amendments to Clause 9 on discontinuous disturbance analyzers (DDAs) to allow the use of measuring receivers with built-in DDAs, to clarify which signal is used for click time parameter determination and to allow the use of FFT-based measuring instruments with internal DDAs.
- g) Amendments to Subclauses 4.2, 5.2, 6.2 and 7.2 to remove the mention of a symmetric input for measuring receivers.
- h) Deletion of Subclause 4.8.1 "Screening Effectiveness".
- i) add a frequency accuracy specification to the proposed reorganized clause mentioned in a) above.
- j) Amend Subclause 6.5.3 to adjust the allowable tolerance for the variation with repetition frequency for the linear average detector.
- k) Add interpretation information to Clause K.4 based on CISPR-A-1188-INF.
- l) Indicate that the 31,6 Hz pulse repetition frequency for the RMS-Average test requirement for Bands C and D in Table 15 is optional. For the RMS-Average overload requirement in Table 13, change the minimum pulse repetition frequency to 100 Hz and the associated Peak to RMS-Average ratio to 30,6 dB.
- m) Improve the phrasing used for the tolerance statements in Subclauses 4.4.1, 5.5, 6.5.2, 6.5.3, 6.5.4 and 7.5.2.
- n) Remove a note from Clause E1.
- o) Add a reference for FFT-based discontinuous disturbance analyzers

It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*.

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

FDIS	Report on voting
CIS/A/1290/FDIS	CIS/A/1295/RVD

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

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

A list of all parts in the CISPR 16 series, published under the general title *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*, can be found on the IEC website.

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

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

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

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16-1-1 ed 5.0:2019

INTRODUCTION

The CISPR 16 series, published under the general title *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*, is comprised of the following sets of documents:

- CISPR 16-1 – six parts covering measurement instrumentation specifications;
- CISPR 16-2 – five parts covering methods of measurement;
- CISPR TR 16-3 – a single publication containing various technical reports (TRs) with further information and background on CISPR and radio disturbances in general;
- CISPR 16-4 – five parts covering uncertainties, statistics and limit modelling.

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: Coupling devices for conducted disturbance measurements
- Part 1-3: Ancillary equipment – Disturbance power
- Part 1-4: Antennas and test sites for radiated disturbance measurements
- Part 1-5: Antenna calibration sites and reference test sites for 5 MHz to 18 GHz
- Part 1-6: EMC antenna calibration

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of a patent concerning the measuring receiver with RMS-average detector (patent no DE 10126830) given in Clause 7.

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of this patent right.

The holder of this patent right has assured the IEC that he/she is willing to negotiate licences either free of charge or under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with IEC. Information may be obtained from:

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Muehldorfstrasse 15
81671 Muenchen
Germany

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights other than those identified above. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO (www.iso.org/patents) and IEC (<http://patents.iec.ch>) maintain on-line data bases of patents relevant to their standards. Users are encouraged to consult the data bases for the most up to date information concerning patents.

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 specifies the characteristics and performance of equipment for the measurement of radio disturbance in the frequency range 9 kHz to 18 GHz. In addition, requirements are provided for specialized equipment for discontinuous disturbance measurements.

NOTE In accordance with IEC Guide 107, CISPR 16-1-1 is a basic electromagnetic compatibility (EMC) standard for use by product committees of the IEC. As stated in Guide 107, product committees are responsible for determining the applicability of a basic EMC standard. CISPR and its subcommittee are prepared to co-operate with product committees in the evaluation of the value of particular EMC tests for specific products.

The specifications in this document apply to electromagnetic interference (EMI) receivers and spectrum analyzers. The term “measuring receiver” used in this document refers to both EMI receivers and spectrum analyzers (see also 3.7). The calibration requirements for measuring receivers are detailed in Annex J.

Further guidance on the use of spectrum analyzers can be found in Annex B of any one of the following documents: CISPR 16-2-1:2014, CISPR 16-2-2:2010, or CISPR 16-2-3:2016.

2 Normative references

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

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment - Radio-frequency disturbance characteristics - Limits and methods of measurement*

CISPR 11:2015/AMD1:2016

CISPR 11:2015/AMD2:2019

CISPR 14-1:2016, *Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus - Part 1: Emission*

CISPR 16-2-1:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity - Conducted disturbance measurements*

CISPR 16-2-1:2014/AMD1:2017

CISPR 16-2-2:2010, *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 16-2-3:2016, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity - Radiated disturbance measurements*

CISPR TR 16-3:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 3: CISPR technical reports*

CISPR TR 16-3:2010/AMD1:2012

CISPR TR 16-3:2010/AMD2:2015

IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161: Electromagnetic compatibility* (available at www.electropedia.org)

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 1-1 ed 5.0:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	101
INTRODUCTION.....	104
1 Domaine d'application	105
2 Références normatives	105
3 Termes et définitions	106
4 Caractéristiques fondamentales d'un récepteur de mesure	111
4.1 Généralités	111
4.2 Impédance d'entrée	111
4.3 Tolérance de la tension sinusoïdale	111
4.4 Sélectivité globale de bande passante	111
4.5 Largeur de bande.....	114
4.6 Tolérance de fréquence d'accord	115
4.7 Taux de rejet à la fréquence intermédiaire	115
4.8 Taux de rejet à la fréquence conjuguée	115
4.9 Autres réponses parasites	115
4.10 Limitation des effets d'intermodulation	115
4.11 Limitations du bruit du récepteur et des signaux parasites internes.....	117
4.11.1 Bruit aléatoire.....	117
4.11.2 Onde entretenue.....	117
4.12 Limitation des émissions radioélectriques produites par le récepteur de mesure	117
4.12.1 Émissions conduites	117
4.12.2 Émissions rayonnées.....	117
4.13 Moyens de branchement à un analyseur de perturbations discontinues	118
5 Récepteurs de mesure de quasi-crête pour la plage de fréquences de 9 kHz à 1 000 MHz	118
5.1 Généralités	118
5.2 Réponses aux impulsions	118
5.2.1 Réponse en amplitude (étalonnage absolu)	118
5.2.2 Variations en fonction de la fréquence de répétition (étalonnage relatif)	119
6 Récepteurs de mesure avec détecteur de crête pour la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 18 GHz	123
6.1 Généralités	123
6.2 Rapport des constantes de temps de charge et de décharge	123
6.3 Marge de linéarité	124
6.4 Réponses aux impulsions	124
7 Récepteurs de mesure avec détecteur de valeur moyenne pour la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 18 GHz	125
7.1 Généralités	125
7.2 Marge de linéarité	125
7.3 Réponses aux impulsions	125
7.3.1 Réponse en amplitude	125
7.3.2 Variation avec la fréquence de répétition	126
7.3.3 Réponse aux perturbations à bande étroite intermittentes, instables et dérivantes.....	127
8 Récepteurs de mesure avec détecteur de valeur moyenne efficace pour la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 18 GHz	128

8.1	Généralités	128
8.2	Marge de linéarité	128
8.3	Réponses aux impulsions	129
8.3.1	Détails de construction	129
8.3.2	Réponse en amplitude	129
8.3.3	Variation avec la fréquence de répétition	130
8.3.4	Réponse aux perturbations à bande étroite intermittentes, instables et dérivantes.....	131
9	Récepteurs de mesure pour la plage de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz avec fonction de mesure de la distribution de probabilité des amplitudes (DPA)	132
10	Analyseurs de perturbations discontinues.....	133
10.1	Généralités	133
10.2	Caractéristiques fondamentales	133
10.3	Méthode d'essai pour la validation du contrôle des performances de l'analyseur de claquement.....	140
10.3.1	Exigences fondamentales	140
10.3.2	Exigences supplémentaires	141
Annexe A (normative) Détermination de la réponse aux impulsions répétées des récepteurs de mesure de quasi-crête et en valeur moyenne efficace (voir 3.6, 5.2.2, 8.2 et 8.3)		142
A.1	Généralités	142
A.2	Réponse des étages précédant le détecteur	142
A.3	Réponse du détecteur de quasi-crête aux signaux en sortie des étages précédents.....	144
A.3.1	Généralités.....	144
A.3.2	Réponse de l'appareil indicateur au signal issu du détecteur	145
A.4	Réponse d'un détecteur de valeur efficace à la tension de sortie des étages précédents.....	146
A.4.1	Relation entre tension de sortie et réponse en amplitude.....	146
A.4.2	Calcul de la marge de linéarité	147
A.5	Correspondance entre les indications d'un indicateur de valeur efficace et celles d'un indicateur de quasi-crête	147
Annexe B (normative) Détermination du spectre du générateur d'impulsions (voir 5.2, 6.4, 7.2, 8.3)		149
B.1	Générateur d'impulsions	149
B.1.1	Généralités	149
B.1.2	Spectre des impulsions générées	149
B.2	Méthode de mesure générale.....	149
Annexe C (normative) Mesures précises à la sortie des générateurs d'impulsions de l'ordre de la nanoseconde (voir 5.2, 6.4, 7.2, 8.3)		151
C.1	Mesure de l'aire de l'impulsion (A_{imp})	151
C.1.1	Généralités.....	151
C.1.2	Méthode des aires	151
C.1.3	Méthode normalisée de la ligne de transmission.....	151
C.1.4	Mesure des harmoniques.....	152
C.1.5	Méthode énergétique	152
C.2	Spectre du générateur d'impulsions	152
Annexe D (normative) Influence des caractéristiques du récepteur de mesure de quasi-crête sur sa réponse aux impulsions (voir 5.2.2).....		153

Annexe E (normative) Réponse des récepteurs de mesures de valeurs moyennes et de crête (voir 4.5)	154
E.1 Réponse des étages précédant le détecteur	154
E.2 Marge de linéarité	154
E.3 Correspondance entre les indications d'un récepteur de mesure de valeur moyenne et d'un récepteur de mesure de quasi-crête	155
E.4 Récepteurs de mesure de crête	156
E.5 Correspondance entre les indications d'un récepteur de mesure de crête et d'un récepteur de mesure de quasi-crête	156
E.6 Essai de réponse aux impulsions du récepteur de mesure au-dessus de 1 GHz	157
E.7 Mesure de la largeur du spectre d'impulsion d'un récepteur de mesure	159
E.7.1 Généralités	159
E.7.2 Méthode 1: Mesure par comparaison des réponses de B_{imp} à deux impulsions d'amplitude et de largeur identiques, avec des fréquences de répétition (PRF) basses et élevées	160
E.7.3 Méthode 2: Mesure par comparaison de la réponse à une impulsion de B_{imp} avec la réponse en bande étroite au même signal	161
E.7.4 Méthode 3: Intégration de la fonction de sélectivité linéaire normalisée	162
Annexe F (normative) Contrôle des performances des exceptions à partir des définitions d'un claquement selon 5.4.3 de la CISPR 14-1:2016	163
Annexe G (informative) Justifications relatives aux spécifications de la fonction de mesure de DPA	170
Annexe H (informative) Caractéristiques d'un récepteur de mesure de quasi-crête	173
Annexe I (informative) Exemple d'architecture d'un récepteur EMI et d'un analyseur de spectre à balayage	174
Annexe J (normative) Exigences lors de l'utilisation d'un préamplificateur externe avec un récepteur de mesure	176
J.1 Généralités	176
J.2 Considérations en matière de conception optimale d'un système de mesure des émissions	176
J.3 Spécifications de linéarité et précautions dans la mesure	179
J.4 Détection de la surcharge d'un préamplificateur externe dans un système de mesure FFT à bande large	188
Annexe K (normative) Exigences d'étalonnage des récepteurs de mesure	189
K.1 Généralités	189
K.2 Étalonnage et vérification	189
K.3 Spécificités de l'étalonnage et de la vérification	190
K.4 Spécificités du récepteur de mesure	191
K.4.1 Généralités	191
K.4.2 Démonstration de la conformité à la CISPR 16-1-1	191
K.5 Étalonnage partiel des récepteurs de mesure	192
K.6 Détermination de la conformité d'un récepteur de mesure aux spécifications applicables	192
Annexe L (normative) Vérification de l'amplitude d'impulsion RF (voir 7.3.1, 8.3.2)	194
Bibliographie	195
Figure 1 – Limites de la sélectivité globale – Bande passante (bande A)	112
Figure 2 – Limites de la sélectivité globale – Bande passante (bande B)	113
Figure 3 – Limites de la sélectivité globale – Bande passante (bande B et bande D)	113

Figure 4 – Limites pour la sélectivité globale – Bande passante (bande E)	114
Figure 5 – Schéma pour l'essai des effets d'intermodulation	117
Figure 6 – Courbe de réponse aux impulsions (bande A)	120
Figure 7 – Courbe de réponse aux impulsions (bande B)	121
Figure 8 – Courbe de réponse aux impulsions (bandes C et D)	121
Figure 9 – Courbe de réponse théorique aux impulsions de récepteurs à détecteur de quasi-crête et de valeur moyenne	122
Figure 10 – Schéma fonctionnel d'un détecteur de valeur moyenne	127
Figure 11 – Capture d'écran montrant la réponse du réseau de simulation de l'appareil de mesure à un signal à bande étroite intermittent	128
Figure 12 – Exemple d'un analyseur des perturbations	135
Figure 13 – Présentation graphique des signaux d'essai utilisés pour le contrôle des performances de l'analyseur par rapport à la définition d'un claquement conformément au Tableau 14	136
Figure E.1 – Facteur de correction d'estimation du rapport B_{imp}/B_6 pour d'autres circuits accordés	155
Figure E.2 – Coefficient de rectification des impulsions P	157
Figure E.3 – Exemple (capture d'écran de spectre) de signal modulé en impulsion avec une largeur d'impulsion de 200 ns	159
Figure E.4 – Signal RF modulé en impulsion appliqué à un récepteur de mesure	160
Figure E.5 – Filtrage avec une B_{imp} nettement inférieure à la PRF	160
Figure E.6 – Filtrage avec une B_{imp} nettement plus large que la PRF	161
Figure E.7 – Calcul de la largeur du spectre d'impulsion	161
Figure E.8 – Exemple de fonction de sélectivité linéaire normalisée	162
Figure F.1 – Présentation graphique des signaux d'essai utilisés pour les contrôles des performances de l'analyseur avec exigences supplémentaires conformément au Tableau F.1	169
Figure G.1 – Schéma fonctionnel du circuit de mesure de DPA sans convertisseur A/N	171
Figure G.2 – Schéma fonctionnel du circuit de mesure de DPA avec convertisseur A/N	171
Figure G.3 – Exemple d'affichage des résultats de mesure de DPA en fonction de l'état de l'équipement en essai (EUT)	172
Figure I.1 – Exemple de schéma fonctionnel d'un récepteur EMI constitué d'un analyseur de spectre à balayage avec ajout d'un présélecteur, d'un préamplificateur et d'un détecteur de quasi-crête/valeur moyenne	174
Figure J.1 – Récepteur avec préamplificateur	178
Figure J.2 – Exemple de fonction de transfert d'un amplificateur	180
Figure J.3 – Réponse de l'amplificateur de la Figure J.2 pour un signal sinusoïdal	180
Figure J.4 – Réponse de l'amplificateur de la Figure J.2 pour une impulsion	181
Figure J.5 – Écart par rapport au gain linéaire d'une onde sinusoïdale non modulée (exemple)	182
Figure J.6 – Écart par rapport au gain linéaire d'un signal impulsionnel à bande large mesuré avec le détecteur de quasi-crête (exemple)	183
Figure J.7 – Capture d'écran d'un essai de filtre coupe-bande pour un préamplificateur à environ 818 MHz	184
Figure J.8 – Résultat de l'essai du filtre coupe-bande avec le récepteur de mesure à 818 MHz	185

Figure J.9 – Résultats de l'essai du filtre coupe-bande pour le même préamplificateur de 10 dB, mais avec un autre récepteur avec présélection (noir) et sans présélection (bleu).....	185
Figure J.10 – Résultats de l'essai du filtre coupe-bande pour le même préamplificateur de 10 dB, mais avec le récepteur de la Figure J.9 avec présélection (noir) et sans présélection (vert).....	186
Figure J.11 – Fonctions de pondération des différents détecteurs CISPR avec une courbe de bruit pour illustrer les plages de fonctionnement restantes des signaux impulsionnels à bande large (exemple)	187
Figure K.1 – Processus de détermination de la conformité avec l'application de l'incertitude de mesure.....	193
Tableau 1 – Exigences relatives au ROS pour l'impédance d'entrée des récepteurs	111
Tableau 2 – Sélectivité combinée du récepteur de mesure CISPR et du filtre passe-haut ...	112
Tableau 3 – Exigences de largeur de bande pour les récepteurs de mesure	114
Tableau 4 – Caractéristiques de largeur de bande pour l'essai d'intermodulation des récepteurs de mesure de quasi-crête	116
Tableau 5 – Caractéristiques des impulsions d'essais pour les récepteurs de mesure de quasi-crête.....	118
Tableau 6 – Réponses aux impulsions des récepteurs de mesure de quasi-crête.....	123
Tableau 7 – Réponses comparatives aux impulsions des récepteurs de mesure de crête et de quasi-crête pour une même largeur de bande (plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 1 000 MHz)	124
Tableau 8 – Spécification de la porteuse modulée en impulsion (f.é.m.).....	126
Tableau 9 – Valeurs maximales des récepteurs de mesure de valeur moyenne pour une entrée sinusoïdale modulée en impulsion comparées à la réponse à une onde sinusoïdale continue de même amplitude.....	127
Tableau 10 – Fréquence de répétition minimale sans surcharge	129
Tableau 11 – Spécification de la porteuse modulée en impulsion (f.é.m.) pour soumettre à essai les détecteurs de valeur moyenne efficace	130
Tableau 12 – Réponse aux impulsions du récepteur de mesure en valeur moyenne efficace.....	131
Tableau 13 – Valeur maximale des récepteurs de mesure en valeur moyenne efficace pour une entrée sinusoïdale modulée en impulsion comparée à la réponse à une onde sinusoïdale continue de même amplitude.....	131
Tableau 14 – Essais de performance de l'analyseur de perturbations – Signaux d'essais utilisés pour la vérification par rapport à la définition d'un claquement.....	137
Tableau E.1 – Valeurs de B_{imp} et A_{imp} pour un récepteur de mesure de crête	157
Tableau E.2 – Niveau de porteuse pour un signal modulé en impulsion de 1,4 nVs.....	158
Tableau F.1 – Signaux d'essai de l'analyseur de perturbations	164
Tableau H.1 – Caractéristiques des récepteurs de mesure de quasi-crête	173
Tableau J.1 – Exemples de données de préamplificateur et de récepteur de mesure et facteurs de bruit du système obtenus.....	179
Tableau K.1 – Récapitulatif des paramètres de vérification	191

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

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

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2015. Cette édition constitue une révision technique.

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