CISPR 16-1-1

Edition 4.0 2015-09

REDLINE VERSION

colour inside

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

BASIC EMC PUBLICATION

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –
Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

ICS 33.100.10 ISBN 978-2-8322-2928-6

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

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission

CONTENTS

FOREWORD 7
INTRODUCTION 9
1 Scope 10
2 Normative references 10
3 Terms and definitions 11
4 Quasi-peak measuring receivers for the frequency range 9 kHz to 1 000 MHz 15
4.1 General 15
4.2 Input impedance 15
4.3 Sine-wave voltage accuracy 16
4.4 Response to pulses 16
4.4.1 Amplitude relationship (absolute calibration) 16
4.4.2 Variation with repetition frequency (relative calibration) 16
4.5 Selectivity 20
4.5.1 Overall selectivity (passband) 20
4.5.2 Intermediate frequency rejection ratio 21
4.5.3 Image frequency rejection ratio 21
4.5.4 Other spurious responses 23
4.6 Limitation of intermodulation effects 23
4.7 Limitation of receiver noise and internally generated spurious signals 24
4.7.1 Random noise 24
4.7.2 Continuous wave 25
4.8 Screening effectiveness 25
4.8.1 General 25
4.8.2 Limitation of radio-frequency emissions from the measuring receiver 25
4.9 Facilities for connection to a discontinuous disturbance analyzer 26
5 Measuring receivers with peak detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz 26
5.1 General 26
5.2 Input impedance 26
5.3 Fundamental characteristics 26
5.3.1 Bandwidth 26
5.3.2 Charge and discharge time constants ratio 27
5.3.3 Overload factor 27
5.4 Sine-wave voltage accuracy 27
5.5 Response to pulses 27
5.6 Selectivity 28
5.7 Intermodulation effects, receiver noise, and screening 29
6 Measuring receivers with average detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz 29
6.1 General 29
6.2 Input impedance 30
6.3 Fundamental characteristics 30
6.3.1 Bandwidth 30
6.3.2 Overload factor 30
6.4 Sine-wave voltage accuracy 30
6.5 Response to pulses 31
6.5.1 General 31

6.5.2 Amplitude relationship 31
6.5.3 Variation with repetition frequency 32
6.5.4 Response to intermittent, unsteady and drifting narrowband disturbances 32
6.6 Selectivity 34
6.7 Intermodulation effects, receiver noise, and screening 34
7 Measuring receivers with rms-average detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz 34
7.1 General 34
7.2 Input impedance 34
7.3 Fundamental characteristics 35
7.3.1 Bandwidth 35
7.3.2 Overload factor 35
7.4 Sine-wave voltage accuracy 36
7.5 Response to pulses 36
7.5.1 Construction details 36
7.5.2 Amplitude relationship 36
7.5.3 Variation with repetition frequency 37
7.5.4 Response to intermittent, unsteady and drifting narrowband disturbances 37
7.6 Selectivity 38
7.7 Intermodulation effects, receiver noise, and screening 38
8 Measuring receivers for the frequency range 1 GHz to 18 GHz with amplitude probability distribution (APD) measuring function 38
9 Disturbance analyzers 39
9.1 General 39
9.2 Fundamental characteristics 40
9.3 Test method for the validation of the performance check for the click analyzer 46
9.3.1 Basic requirements 46
9.3.2 Additional requirements 47
Annex A (normative) Determination of response to repeated pulses of quasi-peak and rms-average measuring receivers (See 3.6, 4.4.2, 7.3.2 and 7.5.1) 48
A.1 General 48
A.2 Response of the pre-detector stages 48
A.3 Response of the quasi-peak voltmeter detector to output of preceding stages 49
A.3.1 General 49
A.3.2 Response of the indicating instrument to the signal from the detector 50
A.4 Response of rms detector to output voltage of preceding stages 51
A.4.1 Output voltage and amplitude relationship 51
A.4.2 Calculation of overload factor 52
A.5 Relationship between indication of rms meter and quasi-peak meter 52
Annex B (normative) Determination of pulse generator spectrum (See 4.4, 5.5, 6.5, 7.5) 54
B.1 Pulse generator 54
B.1.1 General 54
B.1.2 The spectrum of the generated pulses 54
B.2 General method of measurement 54
Annex C (normative) Accurate measurements of the output of nanosecond pulse generators (See 4.4, 5.5, 6.5, 7.5) 56
C.1 Measurement of impulse area (A_{imp}) 56

C.1.1 General 56
C.1.2 Area method 56
C.1.3 Standard transmission line method 56
C.1.4 Harmonic measurement 57
C.1.5 Energy method 57
C.2 Pulse generator spectrum 57
Annex D (normative) Influence of the quasi-peak measuring receiver characteristics on its pulse response (See 4.4.2) 58
Annex E (normative) Response of average and peak measuring receivers (See 6.3.1) 59
E.1 Response of pre-detector stages 59
E.2 Overload factor 59
E.3 Relationship between indication of an average and a quasi-peak measuring receiver 60
E.4 Peak measuring receivers 61
E.5 Relationship between indication of a peak and a quasi-peak measuring receiver 61
E.6 Test of measuring receiver response above 1 GHz to pulses 62
E.7 Measurement of the impulse bandwidth of a measuring receiver 63
E.7.1 General 63
E.7.2 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) 64
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 66
E.7.4 Method 3: Integration of the normalized linear selectivity function 66
Annex F (normative) Performance check of the exceptions from the definitions of a click according to 4.2.3 of CISPR 14-1:2005 68
Annex G (informative) Rationale for the specifications of the APD measuring function 75
Annex H (informative) Characteristics of a quasi-peak measuring receiver 78
Annex I (informative) Example of EMI receiver and swept spectrum analyzer architecture 79
Annex J (normative) Requirements when using an external preamplifier with a measuring receiver 81
J.1 General 81
J.2 Considerations for optimum emission measurement system design 81
J.3 Linearity specifications and precautions in measurement 84
J.4 Detecting the overload of an external preamplifier in a wideband FFT based measuring system 91
Annex K (normative) Calibration requirements for measuring receivers 92
K.1 General 92
K.2 Calibration and verification 92
K.3 Calibration and verification specifics 92
K.4 Measuring receiver specifics 93
K.5 Partial calibration of measuring receivers 94
K.6 Determination of compliance of a measuring receiver with applicable specifications 94
Bibliography 96

Figure ~~1a)~~ 1 – Pulse response curve (Band A) 17
Figure ~~1b)~~ 2 – Pulse response curve (Band B) 18
Figure ~~1c)~~ 3 – Pulse response curve (Bands C and D) 18
Figure ~~1d)~~ 4 – Theoretical pulse response curve of quasi-peak detector receivers and average detector receiver (see 6.5.4) 19
Figure 5 – Limits of overall selectivity – Pass band (see 4.5.1, 5.6, 6.6, 7.6) (Band A) 22
Figure 6 – Limits of overall selectivity – Pass band (see 4.5.1, 5.6, 6.6, 7.6) (Band B) 22
Figure 7 – Limits of overall selectivity – Pass band (see 4.5.1, 5.6, 6.6, 7.6) Bands (C and D) 23
Figure 8 – Arrangement for testing intermodulation effects 24
Figure 9 – Limits for the overall selectivity – Pass band (Band E) 29
Figure 10 – Block diagram of an average detector 33
Figure 11 – Screenshot showing response of the meter-simulating network to an intermittent narrowband signal 33
Figure 12 – Example of a disturbance analyzer 41
Figure 13 – 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 42
Figure E.1 – Correction factor for estimating the ratio B_{imp}/B_6 for other tuned circuits 60
Figure E.2 – Pulse rectification coefficient P 62
Figure E.3 – Example (spectrum screenshot) of a pulse-modulated signal with a pulse width of 200 ns 63
Figure E.4 – Pulse-modulated RF signal applied to a measuring receiver 64
Figure E.5 – Filtering with a B_{imp} much smaller than the prf 65
Figure E.6 – Filtering with a B_{imp} much wider than the prf 65
Figure E.7 – Calculation of the impulse bandwidth 66
Figure E.8 – Example of a normalized linear selectivity function 67
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 74
Figure G.1 – Block diagram of APD measurement circuit without A/D converter 76
Figure G.2 – Block diagram of APD measurement circuit with A/D converter 76
Figure G.3 – Example of display of APD measurement 77
Figure I.1 – Example block diagram of EMI receiver consisting of swept spectrum analyzer with added preselector, preamplifier and quasi-peak/average detector 79
Figure J.1 – Receiver with preamplifier 83
Figure J.2 – Transfer function of an amplifier 85
Figure J.3 – Response for a sinusoidal signal 85
Figure J.4 – Response for an impulse 85
Figure J.5 – Deviation from linear gain for an unmodulated sine wave (example) 86
Figure J.6 – Deviation from linear gain for a broadband impulsive signal as measured with the quasi-peak detector (example) 87
Figure J.7 – Screenshot of a band-stop filter test for a preamplifier at around 818 MHz 88
Figure J.8 – Band-stop filter test result with the measuring receiver at 818 MHz 88
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) 89
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) 89

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) 90
Figure K.1 – Compliance determination process with application of measurement uncertainty 95

Table 1 – Test pulse characteristics for quasi-peak measuring receivers ~~(see 4.4.1)~~ 16
Table 2 – Pulse response of quasi-peak measuring receivers 20
Table 3 – Combined selectivity of CISPR measuring receiver and high-pass filter 21
Table 4 – Bandwidth characteristics for intermodulation test of quasi-peak measuring receivers ~~(see 4.6)~~ 24
Table 5 – VSWR requirements for receiver input impedance 26
Table 6 – Bandwidth requirements for measuring receivers with peak detector 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 – Bandwidth requirements for measuring receivers with average detector 30
Table 9 – Relative pulse response of average and quasi peak measuring receivers for the same bandwidth ~~(frequency range 9 kHz to 1 Ghz)~~ 31
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 33
Table 11 – VSWR requirements of input impedance 35
Table 12 – Bandwidth requirements for measuring receivers with rms-average detector 35
Table 13 – Minimum pulse repetition rate without overload 35
Table 14 – Relative pulse response of rms-average and quasi-peak measuring receivers 36
Table 15 – Pulse response of rms-average measuring receiver 37
Table 16 – 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 38
Table 17 – Disturbance analyzer performance test – Test signals used for the check against the definition of a click *(1 of 4)* 43
Table B.1 – Pulse generator characteristics 54
Table E.1 – B_{imp} and A_{imp} values for a peak measuring receiver 61
Table E.2 – Carrier level for pulse-modulated signal of 1,4 nVs 63
Table F.1 – Disturbance analyzer test signals [a] *(1 of 5)* 69
Table H.1 – Characteristics of quasi-peak measuring receivers 78
Table J.1 – Examples of preamplifier and measuring receiver data and resulting system noise figures 84
Table K.1 – Verification parameter summary 94

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.

DISCLAIMER
This Redline version is not an official IEC Standard and is intended only to provide the user with an indication of what changes have been made to the previous version. Only the current version of the standard is to be considered the official document.

This Redline version provides you with a quick and easy way to compare all the changes between this standard and its previous edition. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

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

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2010, Amendment 1:2010 and Amendment 2:2014. This edition constitutes a technical revision.

The main technical change with respect to the previous edition consists of the addition of a new normative annex on calibration requirements for measuring receivers.

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 standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
CISPR/A/1118/FDIS	CISPR/A/1135/RVD

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

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

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 standards and reports:

- CISPR 16-1 – ~~five~~ six parts covering measurement instrumentation specifications;
- CISPR 16-2 – five parts covering methods of measurement;
- CISPR 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: Ancillary equipment – Conducted disturbances

– Part 1-3: Ancillary equipment – Disturbance power

– Part 1-4: Ancillary equipment – Radiated disturbances

– Part 1-5: Antenna calibration sites and reference test sites for ~~30 MHz to 1 000 MHz~~ 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 EMC standard for use by product committees of the IEC. As stated in Guide 107, product committees are responsible for determining the applicability of the EMC standard. CISPR and its sub-committees 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 standard apply to EMI receivers and spectrum analyzers. The term "measuring receiver" used in this standard refers to both EMI receivers and spectrum analyzers. The calibration requirements for measuring receivers are detailed in Annex J.

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

2 Normative references

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

CISPR 11:~~2009~~ 2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency 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 14-1:2005/AMD1:2008
CISPR 14-1:2005/AMD2:2011

CISPR 16-2-1:~~2008~~ 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 16-2-2:~~2003~~ 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*
~~Amendment 1 (2004)~~
~~Amendment 2 (2005)~~

CISPR 16-2-3:~~2006~~ 2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*
CISPR 16-2-3:2010/AMD1:2010
CISPR 16-2-3:2010/AMD2:2014

CISPR TR 16-3:~~2003~~ 2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*
~~Amendment 1 (2005)~~
~~Amendment 2 (2006)~~
CISPR TR 16-3:2010/AMD1:2012
CISPR TR 16-3:2010/AMD2:2015

IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*
~~Amendment 1 (1997)~~
~~Amendment 2 (1998)~~
IEC 60050-161:1990/AMD1:1997
IEC 60050-161:1990/AMD2:1998
IEC 60050-161:1990/AMD3:2014
IEC 60050-161:1990/AMD4:2014
IEC 60050-161:1990/AMD5:2015

CISPR 16-1-1

Edition 4.0 2015-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

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

Spécification 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



CISPR 16-1-1:2015-09(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 7
INTRODUCTION 9
1 Scope 10
2 Normative references 10
3 Terms and definitions 11
4 Quasi-peak measuring receivers for the frequency range 9 kHz to 1 000 MHz 15
4.1 General 15
4.2 Input impedance 15
4.3 Sine-wave voltage accuracy 15
4.4 Response to pulses 16
4.4.1 Amplitude relationship (absolute calibration) 16
4.4.2 Variation with repetition frequency (relative calibration) 16
4.5 Selectivity 20
4.5.1 Overall selectivity (passband) 20
4.5.2 Intermediate frequency rejection ratio 21
4.5.3 Image frequency rejection ratio 21
4.5.4 Other spurious responses 23
4.6 Limitation of intermodulation effects 23
4.7 Limitation of receiver noise and internally generated spurious signals 24
4.7.1 Random noise 24
4.7.2 Continuous wave 25
4.8 Screening effectiveness 25
4.8.1 General 25
4.8.2 Limitation of radio-frequency emissions from the measuring receiver 25
4.9 Facilities for connection to a discontinuous disturbance analyzer 26
5 Measuring receivers with peak detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz 26
5.1 General 26
5.2 Input impedance 26
5.3 Fundamental characteristics 26
5.3.1 Bandwidth 26
5.3.2 Charge and discharge time constants ratio 27
5.3.3 Overload factor 27
5.4 Sine-wave voltage accuracy 27
5.5 Response to pulses 27
5.6 Selectivity 28
5.7 Intermodulation effects, receiver noise, and screening 29
6 Measuring receivers with average detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz 29
6.1 General 29
6.2 Input impedance 30
6.3 Fundamental characteristics 30
6.3.1 Bandwidth 30
6.3.2 Overload factor 30
6.4 Sine-wave voltage accuracy 30
6.5 Response to pulses 30
6.5.1 General 30

6.5.2 Amplitude relationship 31
6.5.3 Variation with repetition frequency 32
6.5.4 Response to intermittent, unsteady and drifting narrowband disturbances 32
6.6 Selectivity 33
6.7 Intermodulation effects, receiver noise, and screening 34
7 Measuring receivers with rms-average detector for the frequency range 9 kHz to 18 GHz 34
7.1 General 34
7.2 Input impedance 34
7.3 Fundamental characteristics 35
7.3.1 Bandwidth 35
7.3.2 Overload factor 35
7.4 Sine-wave voltage accuracy 35
7.5 Response to pulses 36
7.5.1 Construction details 36
7.5.2 Amplitude relationship 36
7.5.3 Variation with repetition frequency 36
7.5.4 Response to intermittent, unsteady and drifting narrowband disturbances 37
7.6 Selectivity 37
7.7 Intermodulation effects, receiver noise, and screening 38
8 Measuring receivers for the frequency range 1 GHz to 18 GHz with amplitude probability distribution (APD) measuring function 38
9 Disturbance analyzers 39
9.1 General 39
9.2 Fundamental characteristics 39
9.3 Test method for the validation of the performance check for the click analyzer 46
9.3.1 Basic requirements 46
9.3.2 Additional requirements 47
Annex A (normative) Determination of response to repeated pulses of quasi-peak and rms-average measuring receivers (See 3.6, 4.4.2, 7.3.2 and 7.5.1) 48
A.1 General 48
A.2 Response of the pre-detector stages 48
A.3 Response of the quasi-peak voltmeter detector to output of preceding stages 49
A.3.1 General 49
A.3.2 Response of the indicating instrument to the signal from the detector 50
A.4 Response of rms detector to output voltage of preceding stages 51
A.4.1 Output voltage and amplitude relationship 51
A.4.2 Calculation of overload factor 52
A.5 Relationship between indication of rms meter and quasi-peak meter 52
Annex B (normative) Determination of pulse generator spectrum (See 4.4, 5.5, 6.5, 7.5) 54
B.1 Pulse generator 54
B.1.1 General 54
B.1.2 The spectrum of the generated pulses 54
B.2 General method of measurement 54
Annex C (normative) Accurate measurements of the output of nanosecond pulse generators (See 4.4, 5.5, 6.5, 7.5) 56

C.1 Measurement of impulse area (A_{imp}) 56
C.1.1 General 56
C.1.2 Area method 56
C.1.3 Standard transmission line method 56
C.1.4 Harmonic measurement 57
C.1.5 Energy method 57
C.2 Pulse generator spectrum 57
Annex D (normative) Influence of the quasi-peak measuring receiver characteristics on its pulse response (See 4.4.2) 58
Annex E (normative) Response of average and peak measuring receivers (See 6.3.1) 59
E.1 Response of pre-detector stages 59
E.2 Overload factor 59
E.3 Relationship between indication of an average and a quasi-peak measuring receiver 60
E.4 Peak measuring receivers 61
E.5 Relationship between indication of a peak and a quasi-peak measuring receiver 61
E.6 Test of measuring receiver response above 1 GHz to pulses 62
E.7 Measurement of the impulse bandwidth of a measuring receiver 63
E.7.1 General 63
E.7.2 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) 64
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 66
E.7.4 Method 3: Integration of the normalized linear selectivity function 66
Annex F (normative) Performance check of the exceptions from the definitions of a click according to 4.2.3 of CISPR 14-1:2005 68
Annex G (informative) Rationale for the specifications of the APD measuring function 75
Annex H (informative) Characteristics of a quasi-peak measuring receiver 78
Annex I (informative) Example of EMI receiver and swept spectrum analyzer architecture 79
Annex J (normative) Requirements when using an external preamplifier with a measuring receiver 81
J.1 General 81
J.2 Considerations for optimum emission measurement system design 81
J.3 Linearity specifications and precautions in measurement 84
J.4 Detecting the overload of an external preamplifier in a wideband FFT based measuring system 91
Annex K (normative) Calibration requirements for measuring receivers 92
K.1 General 92
K.2 Calibration and verification 92
K.3 Calibration and verification specifics 92
K.4 Measuring receiver specifics 93
K.5 Partial calibration of measuring receivers 94
K.6 Determination of compliance of a measuring receiver with applicable specifications 94
Bibliography 96

Figure 1 – Pulse response curve (Band A) 17
Figure 2 – Pulse response curve (Band B) 18
Figure 3 – Pulse response curve (Bands C and D) 18
Figure 4 – Theoretical pulse response curve of quasi-peak detector receivers and average detector receiver (see 6.5.4) 19
Figure 5 – Limits of overall selectivity – Pass band (see 4.5.1, 5.6, 6.6, 7.6) (Band A) 22
Figure 6 – Limits of overall selectivity – Pass band (see 4.5.1, 5.6, 6.6, 7.6) (Band B) 22
Figure 7 – Limits of overall selectivity – Pass band (see 4.5.1, 5.6, 6.6, 7.6) Bands (C and D) 23
Figure 8 – Arrangement for testing intermodulation effects 24
Figure 9 – Limits for the overall selectivity – Pass band (Band E) 29
Figure 10 – Block diagram of an average detector 32
Figure 11 – Screenshot showing response of the meter-simulating network to an intermittent narrowband signal 33
Figure 12 – Example of a disturbance analyzer 41
Figure 13 – 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 42
Figure E.1 – Correction factor for estimating the ratio B_{imp}/B_6 for other tuned circuits 60
Figure E.2 – Pulse rectification coefficient P 62
Figure E.3 – Example (spectrum screenshot) of a pulse-modulated signal with a pulse width of 200 ns 63
Figure E.4 – Pulse-modulated RF signal applied to a measuring receiver 64
Figure E.5 – Filtering with a B_{imp} much smaller than the prf 65
Figure E.6 – Filtering with a B_{imp} much wider than the prf 65
Figure E.7 – Calculation of the impulse bandwidth 66
Figure E.8 – Example of a normalized linear selectivity function 67
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 74
Figure G.1 – Block diagram of APD measurement circuit without A/D converter 76
Figure G.2 – Block diagram of APD measurement circuit with A/D converter 76
Figure G.3 – Example of display of APD measurement 77
Figure I.1 – Example block diagram of EMI receiver consisting of swept spectrum analyzer with added preselector, preamplifier and quasi-peak/average detector 79
Figure J.1 – Receiver with preamplifier 83
Figure J.2 – Transfer function of an amplifier 85
Figure J.3 – Response for a sinusoidal signal 85
Figure J.4 – Response for an impulse 85
Figure J.5 – Deviation from linear gain for an unmodulated sine wave (example) 86
Figure J.6 – Deviation from linear gain for a broadband impulsive signal as measured with the quasi-peak detector (example) 87
Figure J.7 – Screenshot of a band-stop filter test for a preamplifier at around 818 MHz 88
Figure J.8 – Band-stop filter test result with the measuring receiver at 818 MHz 88
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) 89
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) 89

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) 90
Figure K.1 – Compliance determination process with application of measurement uncertainty 95

Table 1 – Test pulse characteristics for quasi-peak measuring receivers 16
Table 2 – Pulse response of quasi-peak measuring receivers 20
Table 3 – Combined selectivity of CISPR measuring receiver and high-pass filter 21
Table 4 – Bandwidth characteristics for intermodulation test of quasi-peak measuring receivers 24
Table 5 – VSWR requirements for receiver input impedance 26
Table 6 – Bandwidth requirements for measuring receivers with peak detector 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 – Bandwidth requirements for measuring receivers with average detector 30
Table 9 – Relative pulse response of average and quasi peak measuring receivers for the same bandwidth 31
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 33
Table 11 – VSWR requirements of input impedance 34
Table 12 – Bandwidth requirements for measuring receivers with rms-average detector 35
Table 13 – Minimum pulse repetition rate without overload 35
Table 14 – Relative pulse response of rms-average and quasi-peak measuring receivers 36
Table 15 – Pulse response of rms-average measuring receiver 37
Table 16 – 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 37
Table 17 – Disturbance analyzer performance test – Test signals used for the check against the definition of a click 43
Table B.1 – Pulse generator characteristics 54
Table E.1 – B_{imp} and A_{imp} values for a peak measuring receiver 61
Table E.2 – Carrier level for pulse-modulated signal of 1,4 nVs 63
Table F.1 – Disturbance analyzer test signals 69
Table H.1 – Characteristics of quasi-peak measuring receivers 78
Table J.1 – Examples of preamplifier and measuring receiver data and resulting system noise figures 84
Table K.1 – Verification parameter summary 94

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.

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

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2010, Amendment 1:2010 and Amendment 2:2014. This edition constitutes a technical revision.

The main technical change with respect to the previous edition consists of the addition of a new normative annex on calibration requirements for measuring receivers.

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 standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
CISPR/A/1118/FDIS	CISPR/A/1135/RVD

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

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

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 standards and reports:

- CISPR 16-1 – six parts covering measurement instrumentation specifications;
- CISPR 16-2 – five parts covering methods of measurement;
- CISPR 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: Ancillary equipment – Conducted disturbances
– Part 1-3: Ancillary equipment – Disturbance power
– Part 1-4: Ancillary equipment – Radiated disturbances
– 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 EMC standard for use by product committees of the IEC. As stated in Guide 107, product committees are responsible for determining the applicability of the EMC standard. CISPR and its sub-committees 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 standard apply to EMI receivers and spectrum analyzers. The term “measuring receiver” used in this standard refers to both EMI receivers and spectrum analyzers. The calibration requirements for measuring receivers are detailed in Annex J.

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

2 Normative references

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

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency 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 14-1:2005/AMD1:2008
CISPR 14-1:2005/AMD2:2011

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 16-2-2:2010, *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 16-2-3:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*
CISPR 16-2-3:2010/AMD1:2010
CISPR 16-2-3:2010/AMD2:2014

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) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*
IEC 60050-161:1990/AMD1:1997
IEC 60050-161:1990/AMD2:1998
IEC 60050-161:1990/AMD3:2014
IEC 60050-161:1990/AMD4:2014
IEC 60050-161:1990/AMD5:2015

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 104
INTRODUCTION 106
1 Domaine d'application 107
2 Références normatives 107
3 Termes et définitions 108
4 Récepteurs de mesure de quasi-crête pour la plage de fréquences de 9 kHz à 1 000 MHz 112
4.1 Généralités 112
4.2 Impédance d'entrée 113
4.3 Précision de la tension sinusoïdale 113
4.4 Réponses aux impulsions 113
4.4.1 Réponse en amplitude (étalonnage absolu) 113
4.4.2 Variations en fonction de la fréquence de répétition (étalonnage relatif) 113
4.5 Sélectivité 119
4.5.1 Sélectivité globale (bande passante) 119
4.5.2 Taux de rejet à la fréquence intermédiaire 120
4.5.3 Taux de rejet à la fréquence conjuguée 120
4.5.4 Autres réponses parasites 122
4.6 Limitation des effets d'intermodulation 123
4.7 Limitation du bruit du récepteur et des signaux parasites internes 124
4.7.1 Bruit aléatoire 124
4.7.2 Onde entretenue 124
4.8 Efficacité d'écran 124
4.8.1 Généralités 124
4.8.2 Limitation des émissions radioélectriques produites par le récepteur de mesure 125
4.9 Moyens de branchement à un analyseur de perturbations discontinues 125
5 Récepteurs de mesure avec détecteur de crête pour la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 18 GHz 125
5.1 Généralités 125
5.2 Impédance d'entrée 125
5.3 Caractéristiques fondamentales 126
5.3.1 Largeur de bande 126
5.3.2 Rapport des constantes de temps de charge et de décharge 126
5.3.3 Réserve de linéarité 127
5.4 Précision de la tension sinusoïdale 127
5.5 Réponses aux impulsions 127
5.6 Sélectivité 128
5.7 Effets d'intermodulation, bruit du récepteur et blindage 128
6 Récepteurs de mesure avec détecteur de valeur moyenne pour la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 18 GHz 129
6.1 Généralités 129
6.2 Impédance d'entrée 129
6.3 Caractéristiques fondamentales 129
6.3.1 Largeur de bande 129
6.3.2 Réserve de linéarité 130

6.4 Précision de la tension sinusoïdale 130
6.5 Réponses aux impulsions 130
6.5.1 Généralités 130
6.5.2 Réponse en amplitude 130
6.5.3 Variation avec la fréquence de répétition 131
6.5.4 Réponse aux perturbations à bande étroite intermittentes, instables et dérivantes 132
6.6 Sélectivité 133
6.7 Effets d'intermodulation, bruit du récepteur et blindage 134
7 Récepteurs de mesure avec détecteur de valeur moyenne efficace pour la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 18 GHz 134
7.1 Généralités 134
7.2 Impédance d'entrée 134
7.3 Caractéristiques fondamentales 135
7.3.1 Largeur de bande 135
7.3.2 Réserve de linéarité 135
7.4 Précision de la tension sinusoïdale 136
7.5 Réponses aux impulsions 136
7.5.1 Détails de construction 136
7.5.2 Réponse en amplitude 136
7.5.3 Variation avec la fréquence de répétition 137
7.5.4 Réponse aux perturbations à bande étroite intermittentes, instables et dérivantes 138
7.6 Sélectivité 138
7.7 Effets d'intermodulation, bruit du récepteur et blindage 138
8 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) 139
9 Analyseurs de perturbations 140
9.1 Généralités 140
9.2 Caractéristiques fondamentales 140
9.3 Méthode d'essai pour la validation de la vérification des caractéristiques de l'analyseur de claquement 149
9.3.1 Exigences fondamentales 149
9.3.2 Exigences supplémentaires 150
Annexe A (normative) Détermination de la réponse aux impulsions répétées des récepteurs de mesure de quasi-crête et de valeur moyenne efficace (voir 3.6, 4.4.2, 7.3.2 et 7.5.1) 151
A.1 Généralités 151
A.2 Réponse des étages précédant le détecteur 151
A.3 Réponse du voltmètre détecteur de quasi-crête aux signaux en sortie de l'étage précédent 152
A.3.1 Généralités 152
A.3.2 Réponse de l'appareil indicateur au signal issu du détecteur 153
A.4 Réponse d'un détecteur de valeur efficace à la tension de sortie des étages précédents 154
A.4.1 Relation entre tension de sortie et réponse en amplitude 154
A.4.2 Calcul de la réserve de linéarité 155
A.5 Correspondance entre les indications d'un indicateur de valeur efficace et celles d'un indicateur de quasi-crête 155

Annexe B (normative) Détermination du spectre du générateur d'impulsions (voir 4.4, 5.5, 6.5, 7.5) 157
B.1 Générateur d'impulsions 157
B.1.1 Généralités 157
B.1.2 Spectre des impulsions générées 157
B.2 Méthode de mesure générale 157
Annexe C (normative) Mesures précises à la sortie des générateurs d'impulsions de l'ordre de la nanoseconde (voir 4.4, 5.5, 6.5, 7.5) 159
C.1 Mesure de l'aire de l'impulsion (A_{imp}) 159
C.1.1 Généralités 159
C.1.2 Méthode des aires 159
C.1.3 Méthode normalisée de la ligne de transmission 159
C.1.4 Mesure des harmoniques 160
C.1.5 Méthode énergétique 160
C.2 Spectre du générateur d'impulsions 160
Annexe D (normative) Influence des caractéristiques du récepteur de mesure de quasi-crête sur sa réponse aux impulsions (voir 4.4.2) 161
Annexe E (normative) Réponse des récepteurs de mesures de valeurs moyennes et de crête (voir 6.3.1) 162
E.1 Réponse des étages précédant le détecteur 162
E.2 Réserve de linéarité 162
E.3 Correspondance entre les indications d'un récepteur de mesure de valeur moyenne et d'un récepteur de mesure de quasi-crête 163
E.4 Récepteurs de mesure de crête 164
E.5 Correspondance entre les indications d'un récepteur de mesure de crête et d'un récepteur de mesure de quasi-crête 164
E.6 Essai de réponse aux impulsions du récepteur de mesure au-dessus de 1 GHz 166
E.7 Mesure de la largeur de bande en impulsions d'un récepteur de mesure 167
E.7.1 Généralités 167
E.7.2 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 168
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 170
E.7.4 Méthode 3: Intégration de la fonction de sélectivité linéaire normalisée 170
Annexe F (normative) Contrôle des caractéristiques pour les exceptions aux définitions d'un claquement selon 4.2.3 de la CISPR 14-1:2005 172
Annexe G (informative) Justifications relatives aux spécifications de la fonction de mesure de DPA 180
Annexe H (informative) Caractéristiques d'un récepteur de mesure de quasi-crête 183
Annexe I (informative) Exemple d'architecture d'un récepteur de perturbations électromagnétiques (EMI) et d'un analyseur de spectre à balayage 184
Annexe J (normative) Exigences lors de l'utilisation d'un préamplificateur externe avec un récepteur de mesure 186
J.1 Généralités 186
J.2 Considérations en matière de conception optimale d'un système de mesure des émissions 186
J.3 Spécifications de linéarité et précautions dans la mesure 189
J.4 Détection de la surcharge d'un préamplificateur externe dans un système de mesure FFT à bande large 198

Annexe K (normative) Exigences d'étalonnage des récepteurs de mesure 199
K.1 Généralités 199
K.2 Étalonnage et vérification 199
K.3 Spécificités de l'étalonnage et de la vérification 199
K.4 Spécificités du récepteur de mesure 200
K.5 Étalonnage partiel des récepteurs de mesure 201
K.6 Détermination de la conformité d'un récepteur de mesure aux spécifications applicables 201
Bibliographie 204

Figure 1 – Courbe de réponse aux impulsions (Bande A) 114
Figure 2 – Courbe de réponse aux impulsions (Bande B) 115
Figure 3 – Courbe de réponse aux impulsions (Bandes C et D) 116
Figure 4 – Courbe de réponse théorique aux impulsions de récepteurs à détecteur de quasi-crête et de valeur moyenne (voir 6.5.4) 118
Figure 5 – Limites de la sélectivité globale – Bande passante (voir 4.5.1, 5.6, 6.6, 7.6) (Bande A) 121
Figure 6 – Limites de la sélectivité globale – Bande passante (voir 4.5.1, 5.6, 6.6, 7.6) (Bande B) 121
Figure 7 – Limites de la sélectivité globale – Bande passante (voir 4.5.1, 5.6, 6.6, 7.6) (Bandes C et D) 122
Figure 8 – Schéma pour l'essai des effets d'intermodulation 123
Figure 9 – Limites pour la sélectivité globale – Bande passante (Bande E) 128
Figure 10 – Schéma fonctionnel d'un détecteur de valeur moyenne 132
Figure 11 – Capture d'écran montrant la réponse du réseau de simulation de l'appareil de mesure à un signal à bande étroite intermittent 133
Figure 12 – Exemple d'un analyseur des perturbations 143
Figure 13 – 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 14 145
Figure E.1 – Facteur de correction d'estimation du rapport B_{imp}/B_6 dans le cas de circuits accordés d'autres types 163
Figure E.2 – Coefficient de rectification des impulsions P 165
Figure E.3 – Exemple (capture d'écran de spectre) de signal à modulation d'impulsion avec une largeur d'impulsion de 200 ns 167
Figure E.4 – Signal RF à modulation d'impulsion appliqué à un récepteur de mesure 168
Figure E.5 – Filtrage avec une B_{imp} nettement inférieure à la PRF 168
Figure E.6 – Filtrage avec une B_{imp} nettement plus large que la PRF 169
Figure E.7 – Calcul de la largeur de bande d'impulsion 170
Figure E.8 – Exemple de fonction de sélectivité linéaire normalisée 171
Figure F.1 – Présentation graphique des signaux d'essai utilisés pour le contrôle des performances de l'analyseur avec exigences complémentaires conformément au Tableau F.1 179
Figure G.1 – Schéma fonctionnel du circuit de mesure de DPA sans convertisseur A/N 181
Figure G.2 – Schéma fonctionnel du circuit de mesure de DPA avec convertisseur A/N 181
Figure G.3 – Exemple d'affichage de mesure de DPA 182

Figure I.1 – Exemple de schéma fonctionnel du 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 184
Figure J.1 – Récepteur avec préamplificateur 188
Figure J.2 – Fonction de transfert d'un amplificateur 190
Figure J.3 – Réponse pour un signal sinusoïdal 190
Figure J.4 – Réponse pour une impulsion 191
Figure J.5 – Écart par rapport au gain linéaire d'une onde sinusoïdale démodulée (exemple) 192
Figure J.6 – Écart par rapport au gain linéaire d'un signal impulsionnel à bande large mesuré avec le détecteur de quasi-crête (exemple) 193
Figure J.7 – Capture d'écran d'un essai de filtre coupe-bande pour un préamplificateur à environ 818 MHz 194
Figure J.8 – Résultat de l'essai du filtre coupe-bande avec le récepteur de mesure à 818 MHz 195
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) 195
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) 196
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) 197
Figure K.1 – Processus de détermination de la conformité avec l'application de l'incertitude de mesure 202

Tableau 1 – Caractéristiques des impulsions d'essais pour les récepteurs de mesure de quasi-crête 113
Tableau 2 – Réponses aux impulsions des récepteurs de mesure de quasi-crête 119
Tableau 3 – Sélectivité combinée du récepteur de mesure CISPR et du filtre passe-haut 120
Tableau 4 – Caractéristiques de largeur de bande pour l'essai d'intermodulation des récepteurs de mesure de quasi-crête 123
Tableau 5 – Exigences relatives au ROS pour l'impédance d'entrée des récepteurs 126
Tableau 6 – Exigences de largeur de bande pour les récepteurs de mesure avec détecteur de crête 126
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) 127
Tableau 8 – Exigences de largeur de bande pour les récepteurs de mesure avec détecteur de valeur moyenne 130
Tableau 9 – Réponses comparatives aux impulsions des récepteurs de mesure de valeur moyenne et de quasi-crête pour une même largeur de bande 131
Tableau 10 – Valeurs maximales des récepteurs de mesure de valeur moyenne pour une entrée sinusoïdale à modulation d'impulsion comparées à la réponse à une onde sinusoïdale continue de même amplitude 133
Tableau 11 – Exigences ROS de l'impédance d'entrée 135
Tableau 12 – Exigences de largeur de bande pour le récepteur de mesure avec détecteur de valeur moyenne efficace 135

Tableau 13 – Fréquence minimale de répétition d'impulsion sans surcharge 136
Tableau 14 – Réponse impulsionnelle relative des récepteurs de mesure en valeur moyenne efficace et en quasi-crête 137
Tableau 15 – Réponse impulsionnelle des récepteurs de mesure en valeur moyenne efficace 137
Tableau 16 – Valeur maximale des récepteurs de valeur moyenne efficace pour une entrée sinusoïdale à modulation d'impulsion comparée à la réponse à une onde sinusoïdale continue de même amplitude 138
Tableau 17 – Essais de performance de l'analyseur de perturbations – Signaux d'essais utilisés pour la vérification par rapport à la définition d'un claquement *(1 de 4)* 146
Tableau B.1 – Caractéristiques du générateur d'impulsions 157
Tableau E.1 – Valeurs de B_{imp} et A_{imp} pour un récepteur de mesure de crête 165
Tableau E.2 – Niveau de porteuse pour un signal modulé en impulsion de 1,4 nVs 166
Tableau F.1 – Signaux d'essai de l'analyseur de perturbations [a] *(1 de 6)* 173
Tableau H.1 – Caractéristiques des récepteurs de mesure de quasi-crête 183
Tableau J.1 – Exemples de données de préamplificateur et de récepteur de mesure et facteurs de bruit du système obtenus 189
Tableau K.1 – Récapitulatif des paramètres de vérification 201

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

_____

SPÉCIFICATION 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 Électrotechnique 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.

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 quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2010, l'Amendement 1:2010 et l'Amendement 2:2014. Cette édition constitue une révision technique.

La modification technique majeure suivante par rapport à l'édition précédente porte sur l'ajout d'une nouvelle Annexe normative relative aux exigences d'étalonnage des récepteurs de mesure.

Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de l'IEC, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CISPR/A/1118/FDIS	CISPR/A/1135/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CISPR 16, publiées sous le titre général *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

INTRODUCTION

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 normes et les rapports suivants:

- CISPR 16-1 – six parties traitant des spécifications des appareils de mesure;
- CISPR 16-2 – cinq parties traitant des méthodes de mesure;
- CISPR 16-3 – une seule publication contenant différents rapports techniques (TR) avec des informations sur le contexte de la CISPR et sur les perturbations radioélectriques en général;
- CISPR 16-4 – cinq parties traitant des incertitudes, des statistiques et de la modélisation des limites.

La CISPR 16-1 est constituée des cinq parties suivantes, publiées 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'étalonnage d'antenne et emplacements d'essai de référence pour la plage comprise entre 5 MHz et 18 GHz

– Partie 1-6: Étalonnage des antennes CEM

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet intéressant le récepteur de mesure avec détecteur de valeur moyenne efficace (brevet DE 10126830) traité à l'Article 7.

L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à l'IEC qu'il consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, soit sans frais soit à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à l'IEC. Des informations peuvent être demandées à:

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

L'attention est d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été mentionnés ci-dessus. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

L'ISO (www.iso.org/patents) et l'IEC (http://patents.iec.ch) maintiennent des bases de données, consultables en ligne, des droits de propriété pertinents à leurs normes. Les utilisateurs sont encouragés à consulter ces bases de données pour obtenir l'information la plus récente concernant les droits de propriété.

SPÉCIFICATION 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 spécifie les caractéristiques et les performances des appareils de mesure des champs radioélectriques dans la plage de fréquences de 9 kHz à 18 GHz. Des exigences pour les appareils spécialisés de mesure de perturbations non continues sont également spécifiées.

NOTE Conformément au Guide 107 de l'IEC, la CISPR 16-1-1 est une norme CEM fondamentale destinée à être utilisée par les comités de produits de l'IEC. Comme indiqué dans le Guide 107, les comités de produits ont la responsabilité de déterminer l'applicabilité de cette norme CEM. Le CISPR et ses sous-comités sont prêts à coopérer avec les comités de produits à l'évaluation de la valeur des essais d'immunité particuliers pour leurs produits.

Les spécifications de la présente norme s'appliquent aux récepteurs de perturbations électromagnétiques (EMI) et aux analyseurs de spectre. Le terme "récepteur de mesure" utilisé dans la présente norme fait référence à la fois aux récepteurs EMI et aux analyseurs de spectre. Les exigences d'étalonnage des récepteurs de mesure sont détaillées dans l'Annexe J.

Des lignes directrices supplémentaires concernant l'utilisation des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage peuvent être trouvées dans l'Annexe B de l'une quelconque des normes suivantes: CISPR 16-2-1:2014, CISPR 16-2-2:2010 ou CISPR 16-2-3:2010.

2 Références normatives

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

CISPR 11:2015, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 14-1:2005, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Emission*
CISPR 14-1:2005/AMD1:2008
CISPR 14-1:2005/AMD2:2011

CISPR 16-2-1:2014, *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 16-2-2:2010, *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 16-2-3:2010, *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 16-2-3:2010/AMD1:2010
CISPR 16-2-3:2010/AMD2:2014

CISPR TR 16-3:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports* (disponible en anglais seulement)
CISPR TR 16-3:2010/AMD1:2012
CISPR TR 16-3:2010/AMD2:2015

IEC 60050-161:1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*
IEC 60050-161:1990/AMD1:1997
IEC 60050-161:1990/AMD2:1998
IEC 60050-161:1990/AMD3:2014
IEC 60050-161:1990/AMD4:2014
IEC 60050-161:1990/AMD5:2015