



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



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

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –**

**Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements**

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

**Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-8322-6846-9

**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.**

## REDLINE VERSION

## VERSION REDLINE



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

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –**

**Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements**

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

**Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées**

## CONTENTS

FOREWORD.....	10
1 Scope.....	12
2 Normative references .....	12
3 Terms, definitions and abbreviated terms .....	13
3.1 Terms and definitions.....	13
3.2 Abbreviated terms.....	18
4 Antennas for measurement of radiated radio disturbance .....	19
4.1 General.....	19
4.2 Physical parameter (measurand) for radiated disturbance measurements .....	19
4.3 Antennas for the frequency range 9 kHz to 150 kHz.....	19
4.3.1 General.....	19
4.3.2 Magnetic field antenna.....	20
4.3.3 Shielding of loop antenna .....	22
4.4 Antennas for the frequency range 150 kHz to 30 MHz.....	22
4.4.1 Electric field antenna .....	22
4.4.2 Magnetic field antenna.....	22
4.4.3 Balance and electric field discrimination of antennas .....	22
4.5 Antennas for the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz.....	22
4.5.1 General.....	22
4.5.2 Low-uncertainty antenna for use if there is an alleged non-compliance to the electric disturbance field strength limit .....	23
4.5.3 Antenna characteristics.....	23
4.5.4 Balance of antenna .....	25
4.5.5 Cross-polar response of antenna .....	26
4.6 Antennas for the frequency range 1 GHz to 18 GHz.....	27
4.6.1 General.....	27
4.6.2 Receive antenna.....	28
4.7 Special antenna arrangements – large-loop antenna system.....	29
5 Test sites for measurement of radio disturbance field strength for the frequency range of 9 kHz to 30 MHz .....	30
5.1 General.....	30
5.2 Radio-frequency ambient environment of a test site .....	30
5.3 Measurement distance and test volume .....	31
5.4 Set-up table and antenna positioner.....	31
5.5 Validation procedure of test site.....	31
5.5.1 General.....	31
5.5.2 Normalized site insertion loss (NSIL) .....	35
5.5.3 Reference site method .....	35
5.5.4 Acceptance criterion .....	36
6 Test sites for measurement of radio disturbance field strength for the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz .....	36
6.1 General.....	36
6.2 OATS.....	36
6.2.1 General.....	36
6.2.2 Weather-protection enclosure .....	37
6.2.3 Obstruction-free area .....	37
6.2.4 Radio-frequency ambient environment of a test site .....	38

6.2.5	Ground plane .....	39
6.3	Suitability of other test sites .....	39
6.3.1	Other ground-plane test sites .....	39
6.3.2	Test sites without ground plane (FAR) .....	39
6.4	Test site validations .....	40
6.4.1	General.....	40
6.4.2	Overview of test site validations .....	40
6.5	Basic parameters of the NSA method for OATS and SAC.....	41
6.5.1	General equation and table of theoretical NSA values.....	41
6.5.2	Antenna calibration .....	45
6.6	Reference site method for OATS and SAC .....	45
6.6.1	General.....	45
6.6.2	Antennas not permitted for RSM measurements .....	46
6.6.3	Determination of the antenna pair reference site attenuation on a REFTS .....	46
6.6.4	Determination of the antenna pair reference site attenuation using an averaging technique on a large OATS.....	47
6.7	Validation of an OATS by the NSA method .....	50
6.7.1	Discrete frequency method .....	50
6.7.2	Swept frequency method.....	51
6.8	Validation of a weather-protection-enclosed OATS or a SAC .....	52
6.9	Possible causes for exceeding site acceptability limits .....	54
6.10	Site validation for FARs .....	55
6.10.1	General.....	55
6.10.2	RSM for FAR sites .....	59
6.10.3	NSA method for FAR sites .....	61
6.10.4	Site validation criteria for FAR sites .....	63
6.11	Evaluation of set-up table and antenna tower.....	63
6.11.1	General.....	63
6.11.2	Evaluation procedure for set-up table influences.....	64
7	Test sites for measurement of radio disturbance field strength for the frequency range 1 GHz to 18 GHz .....	65
7.1	General.....	65
7.2	Reference test site.....	66
7.3	Test site validation.....	66
7.3.1	General.....	66
7.3.2	Acceptance criterion for site validation.....	67
7.4	Antenna requirements for $S_{VSWR}$ standard test procedure .....	67
7.4.1	General.....	67
7.4.2	Transmit antenna .....	68
7.4.3	Antennas and test equipment for the $S_{VSWR}$ reciprocal test procedure .....	70
7.5	Required positions for site validation testing .....	71
7.5.1	General.....	71
7.5.2	Descriptions of $S_{VSWR}$ measurement positions in a horizontal plane (Figure 23).....	71
7.5.3	Descriptions of $S_{VSWR}$ additional measurement positions (Figure 24).....	72
7.5.4	Summary of $S_{VSWR}$ measurement positions.....	73
7.6	$S_{VSWR}$ site validation – standard test procedure .....	76
7.7	$S_{VSWR}$ site validation – reciprocal test procedure using an isotropic field probe .....	77

7.8	$S_{VSWR}$ conditional measurement position requirements .....	78
7.9	$S_{VSWR}$ site validation test report .....	79
7.10	Limitations of the $S_{VSWR}$ site validation method .....	79
7.11	Alternative test sites .....	80
8	Common mode absorption devices .....	80
8.1	General .....	80
8.2	CMAD $S$ -parameter measurements .....	80
8.3	CMAD test jig .....	80
8.4	Measurement method using the TRL calibration .....	81
8.5	Specification of ferrite clamp-type CMAD .....	83
8.6	CMAD performance (degradation) check using spectrum analyzer and tracking generator .....	84
9	Reverberating chamber for total radiated power measurement .....	86
<del>9.1</del>	<del>General .....</del>	<del>86</del>
<del>9.2</del>	<del>Chamber .....</del>	<del>86</del>
<del>9.2.1</del>	<del>Chamber size and shape .....</del>	<del>86</del>
<del>9.2.2</del>	<del>Door, openings in walls, and mounting brackets .....</del>	<del>86</del>
<del>9.2.3</del>	<del>Stirrers .....</del>	<del>86</del>
<del>9.2.4</del>	<del>Test for the efficiency of the stirrers .....</del>	<del>86</del>
<del>9.2.5</del>	<del>Coupling attenuation .....</del>	<del>86</del>
10	TEM-cells waveguides for immunity to radiated disturbance measurements .....	89
Annex A (normative)	Parameters of antennas .....	90
A.1	General .....	90
A.2	Preferred antennas .....	90
A.2.1	General .....	90
A.2.2	Calculable antenna .....	90
A.2.3	Low-uncertainty antennas .....	90
A.3	Simple dipole antennas .....	91
A.3.1	General .....	91
A.3.2	Tuned dipole .....	92
A.3.3	Shortened dipole .....	92
A.4	Broadband antenna parameters .....	93
A.4.1	General .....	93
A.4.2	Antenna type .....	94
A.4.3	Specification of the antenna .....	94
A.4.4	Antenna calibration .....	95
A.4.5	Antenna user information .....	95
Annex B (XXX)	(Void) .....	96
Annex C (normative)	Large-loop antenna system for magnetic field induced-current measurements in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz .....	97
C.1	General .....	97
C.2	Construction of an LLAS .....	97
C.3	Construction of a large-loop antenna (LLA) .....	97
C.4	Validation of an LLAS .....	102
C.5	Construction of the LLAS verification dipole antenna .....	105
C.6	Conversion factors .....	107
C.6.1	General .....	109
C.6.2	Current conversion factors for an LLAS with non-standard diameter .....	110
C.6.3	Conversion of LLAS measured current to magnetic field strength .....	111

C.7	Examples .....	113
Annex D (normative)	Construction details for open area test sites in the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz (see Clause 6) .....	115
D.1	General.....	115
D.2	Ground plane construction .....	115
D.2.1	Material .....	115
D.2.2	Roughness .....	115
D.3	Services to EUT .....	116
D.4	Weather-protection enclosure construction .....	116
D.4.1	Materials and fasteners.....	116
D.4.2	Internal arrangements.....	117
D.4.3	Size .....	117
D.4.4	Uniformity with time and weather .....	117
D.5	Turntable and set-up table .....	117
D.6	Receive antenna mast installation.....	118
Annex E (xxx) (Void)	.....	119
Annex F (informative)	Basis for $\pm 4$ dB site acceptability criterion (see Clause 6).....	120
F.1	General.....	120
F.2	Error analysis.....	120
Annex G (informative)	Examples of uncertainty budgets for site validation of a COMTS using RSM with a calibrated antenna pair (see 6.6) .....	122
G.1	Quantities to be considered for antenna pair reference site attenuation calibration using the averaging technique .....	122
G.2	Quantities to be considered for antenna pair reference site attenuation calibration using a REFTS .....	123
G.3	Quantities to be considered for COMTS validation using an antenna pair reference site attenuation .....	124
Annex H (informative)	Definition of uncertainty in cross-polar response measurement .....	125
H.1	General.....	125
H.2	Example uncertainty estimate .....	127
H.3	Rationale for the estimates of input quantities in Table H.1 and Table H.3 .....	128
H.4	Measurement of XPR below 100 MHz at an OATS .....	129
Annex I (informative)	Measurement uncertainties of COMTS validation results in the frequency range 9 kHz to 30 MHz .....	131
I.1	Quantities to be considered for COMTS validation using the NSIL method.....	131
I.2	Quantities to be considered for COMTS validation using the RSM method .....	133
Annex J (normative)	Derivation of NSIL values in the frequency range 9 kHz to 30 MHz.....	135
J.1	General.....	135
J.2	Magnetic field antenna factor .....	135
J.3	Site insertion loss .....	137
J.4	Normalized site insertion loss .....	138
J.5	NSIL tables .....	142
Annex K (informative)	Recommendations for the design of test sites in the frequency range 9 kHz to 30 MHz .....	147
K.1	General.....	147
K.2	Dimensions and quality of the ground plane .....	147
K.3	Obstruction free area .....	148
K.4	Resonance-free area .....	148

Annex L (informative) Accuracy of NSIL values in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz.....	150
L.1 General.....	150
L.2 Cross check of NEC with analytic formulas .....	150
L.3 Recommended NEC versions.....	151
L.4 Instabilities at the lower frequency end .....	152
L.5 Extrapolation methods to solve instabilities.....	152
L.6 Reducing the number of segments to solve instabilities .....	152
Annex M (informative) Example calculation for 10 m SACs that do not fulfil the $\pm 4$ dB criterion within 9 kHz to 30 MHz.....	153
Annex N (normative) Calibration of the sum of magnetic field antenna factors in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz .....	156
N.1 General.....	156
N.2 Calibration procedure.....	156
N.3 Measurement uncertainties .....	157
Bibliography.....	159
Figure 34 – Example of size-compliant loop antenna.....	21
Figure 1 – Schematic of radiation from EUT reaching an LPDA antenna directly and via ground reflection at a 3 m site, showing the beamwidth half-angle, $\varphi$ , at the reflected ray.....	24
Figure 2 – RX antenna E-plane radiation pattern example, with limit area shaded for 3 m distance and 2 m EUT width.....	28
Figure 3 – Determination of maximum useable EUT width using half-power beamwidth .....	29
Figure 4 – Determination of maximum useable EUT height using half-power beamwidth .....	29
Figure 35 – General arrangement of the three measurement orientations $H_x$ , $H_y$ and $H_z$ , where $d$ is the measurement distance and $h$ is the height of the reference point .....	32
Figure 36 – Antenna positions.....	33
Figure 37 – Antenna positions.....	34
Figure 38 – Test set-up for $V_{\text{DIRECT}}$ with power amplifier and attenuator .....	35
Figure 5 – Obstruction-free area of a test site with a turntable .....	38
Figure 6 – Obstruction-free area with stationary EUT.....	38
Figure 7 – Test point locations for 3 m and 10 m test distances .....	47
Figure 8 – Paired test point locations for all test distances.....	49
Figure 9 – Example of paired test point selection for a test distance of 10 m.....	49
Figure 10 – Illustration of an investigation of influence of antenna mast on $A_{\text{APR}}$ .....	50
Figure 11 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – vertical polarization validation measurements .....	53
Figure 12 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – horizontal polarization validation measurements .....	53
Figure 13 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – vertical polarization validation measurements for a smaller EUT .....	54
Figure 14 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – horizontal polarization validation measurements for a smaller EUT .....	54
Figure 15 – Measurement positions for FAR site validation .....	57
Figure 16 – Example of one measurement position and antenna tilt for FAR site validation .....	59
Figure 17 – Typical quasi free-space test site reference SA measurement set-up .....	61



Figure 18 – Theoretical free-space NSA as a function of frequency for different measurement distances [see Equation (16)].....	63
Figure 19 – Position of the antenna relative to the edge above a rectangle set-up table (top view).....	65
Figure 20 – Antenna position above the set-up table (side view).....	65
Figure 21 – Transmit antenna E-plane radiation pattern example (this example is for informative purposes only).....	69
Figure 22 – Transmit antenna H-plane radiation pattern (this example is for informative purposes only).....	70
Figure 23 – $S_{VSWR}$ measurement positions in a horizontal plane (see 7.5.2 for description).....	71
Figure 24 – $S_{VSWR}$ positions (height requirements).....	73
Figure 25 – $S_{VSWR}$ conditional measurement position requirements.....	79
Figure 26 – Definition of the reference planes inside the test jig.....	81
Figure 27 – The four configurations for the TRL calibration.....	83
Figure 28 – Limits for the magnitude of $S_{11}$ , measured according to the provisions of 8.1 to 8.3.....	84
Figure 29 – Example of a 50 $\Omega$ adaptor construction in the vertical flange of the jig.....	85
Figure 30 – Example of a matching adaptor with balun or transformer.....	85
Figure 31 – Example of a matching adaptor with resistive matching network.....	86
<del>Figure 32 – Example of a typical paddle stirrer.....</del>	
<del>Figure 33 – Range of coupling attenuation as a function of frequency for a chamber using the stirrer shown in Figure 32.....</del>	
Figure A.1 – Short dipole antenna factors for $R_L = 50 \Omega$ .....	93
Figure C.1 – The LLAS, consisting of three mutually perpendicular large-loop antennas.....	99
Figure C.2 – An LLA containing two opposite slits, positioned symmetrically with respect to the current probe C.....	100
Figure C.3 – Construction of an LLA slit.....	100
Figure C.4 – Example of an LLA slit construction using a strap of printed circuit board to obtain a rigid construction.....	101
Figure C.5 – Construction of the metal box containing the current probe.....	101
Figure C.6 – Example showing the routing of several cables from an EUT to minimize capacitive coupling from the leads to the LLAS.....	102
Figure C.7 – The eight positions of the LLAS verification dipole during validation of an LLA.....	103
Figure C.8 – <del>Validation factor for an LLA of 2 m diameter</del> Reference validation factors for loops of 2 m, 3 m, and 4 m diameters.....	104
Figure C.9 – Construction of the LLAS verification dipole antenna.....	107
<del>Figure C.10 – Conversion factors <math>C_{dA}</math> [for conversion into dB(<math>\mu</math>A/m)] and <math>C_{dV}</math> [for conversion into dB(<math>\mu</math>V/m)] for two standard measuring distances <math>d</math>.....</del>	
<del>Figure C.11 – Sensitivity <math>S_D</math> of a large-loop antenna with diameter <math>D</math> relative to a large-loop antenna having a diameter of 2 m.....</del>	
Figure C.10 – Sensitivity $S_D$ of an LLA with diameter $D$ relative to an LLA with 2 m diameter.....	110
Figure C.11 – Conversion factor $C_{dA}$ [for conversion into dB( $\mu$ A/m)] for three standard measurement distances $d$ .....	112
Figure D.1 – The Rayleigh criterion for roughness in the ground plane.....	116
Figure J.1 – Investigation of wire radius, normalized to 0,001 m.....	139



Figure J.2 – Investigation of feed point location (not to scale).....	140
Figure J.3 – Variation of NSIL values for various set-ups, for a distance of 3 m, $h = 1,3$ m.....	142
Figure J.4 – Specification of feed point location for tabular values (not to scale).....	143
Figure J.5 – Calculation examples, loop diameter 60 cm, feed point location per Figure J.4 .....	145
Figure K.1 – Recommended minimum dimensions of the ground plane (top view).....	147
Figure K.2 – Recommended obstruction free area (top view) .....	148
Figure L.1 – Comparison of NSIL values by analytic formulas and computer simulation .....	151
Figure M.1 – Example site validation result.....	154
Figure M.2 – $U_{lab}$ calculated from site validation result.....	155
Figure M.3 – Frequency-dependent correction factor .....	155
Figure N.1 – Antenna arrangement for the sum of antenna factors method .....	157
Table 9 – Maximum frequency step size .....	32
Table 10 – Acceptance criterion.....	36
Table 1 – Site validation methods applicable for OATS, OATS-based, SAC, and FAR site types .....	40
Table 2 – Theoretical normalized site attenuation, $A_N$ – recommended geometries for broadband antennas <sup>a</sup> (1 of 2) .....	43
Table 3 – Example template for $A_{APR}$ data sets .....	46
Table 4 – RSM frequency steps .....	46
Table 5 – Maximum dimensions of test volume versus test distance .....	55
Table 6 – Frequency ranges and step sizes for FAR site validation.....	59
Table 7 – $S_{VSWR}$ measurement position designations (1 of 3).....	74
Table 8 – $S_{VSWR}$ reporting requirements .....	79
Table C.1 – Reference validation factors of Figure C.8 for loops of 2 m, 3 m, and 4 m diameters.....	105
Table C.2 – Sensitivity $S_D$ of an LLA with diameter $D$ relative to an LLA with 2 m diameter (Figure C.10).....	111
Table C.3 – Magnetic field strength conversion factor $C_{dA}$ for three measurement distances (Figure C.11).....	113
Table D.1 – Maximum roughness for 3 m, 10 m and 30 m measurement distances .....	116
Table F.1 – Error budget.....	120
Table G.1 – Antenna pair reference site attenuation calibration using the large-OATS averaging technique.....	122
Table G.2 – Antenna pair reference site attenuation calibration using REFTS .....	123
Table G.3 – COMTS validation using an antenna pair reference site attenuation.....	124
Table H.1 – Example uncertainty estimate for XPR measurement in a FAR and assumed $a_{xpT} = 22$ dB, $a_{xpR} = 34$ dB .....	128
Table H.2 – Uncertainties depending on other values of $A_{xpT}$ (other assumptions as in Table H.1).....	129
Table H.3 – Example uncertainty estimate for XPR measurement at an OATS and assumed $a_{xpT} = 22$ dB, $a_{xpR} = 34$ dB .....	130
Table I.1 – Example measurement uncertainty budget for COMTS validation using the NSIL method.....	131

Table I.2 – Example measurement uncertainty budget for COMTS validation using the RSM method .....	133
Table J.1 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, $d = 3$ m, $h = 1,3$ m).....	145
Table J.2 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, $d = 5$ m, $h = 1,3$ m).....	145
Table J.3 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, $d = 10$ m, $h = 1,3$ m).....	146
Table K.1 – Skin depth for some practical materials at 9 kHz .....	148
Table L.1 – Recommended NEC implementations .....	151
Table L.2 – Observed instabilities .....	152
Table M.1 – Measurement uncertainty of radiated disturbance results from 9 kHz to 30 MHz .....	153
Table M.2 – Influence of $\delta A_j$ on $U_{lab}$ .....	153
Table N.1 – Example of an uncertainty budget for sum of antenna factors method .....	157

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

---

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

**Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus –  
Antennas and test sites for radiated disturbance measurements**

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

**This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.**

**CISPR 16-1-4 edition 4.2 contains the fourth edition (2019-01) [documents CIS/A/1262/FDIS and CIS/A/1275/RVD], its amendment 1 (2020-06) [documents CIS/A/1316/FDIS and CIS/A/1320/RVD] and its amendment 2 (2023-04) [documents CIS/A/1389/FDIS and CIS/A/1393/RVD].**

**In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendments 1 and 2. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.**

CISPR 16-1-4:2019+AMD1:2020 – 11 –  
+AMD2:2023 CSV © IEC 2023

This edition constitutes a technical revision.

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

- provisions are added to address test site validation in the frequency range from 30 MHz to 1000 MHz using the reference site method, to take into account the receive antenna radiation pattern in the frequency range from 1 GHz to 18 GHz, and further details on test site validation using the NSA method with broadband antennas in the frequency range from 30 MHz to 1 000 MHz.

International Standard CISPR 16-1-4 has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio-interference measurements and statistical methods.

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*.

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

A list of all parts of CISPR 16 series, 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 the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

**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.**

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

### Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements

#### 1 Scope

This part of CISPR 16 specifies the characteristics and performance of equipment for the measurement of radiated disturbances in the frequency range 9 kHz to 18 GHz. Specifications for antennas and test sites are included.

NOTE In accordance with IEC Guide 107, CISPR 16-1-4 is a basic EMC publication 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 cooperate with product committees in the evaluation of the value of particular EMC tests for specific products.

The requirements of this publication apply at all frequencies and for all levels of radiated disturbances within the CISPR indicating range of the measuring equipment.

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

#### 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 16-1-1:2019, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR 16-1-5:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antenna calibration sites and reference test sites for 5 MHz to 18 GHz*  
CISPR 16-1-5:2014/AMD1:2016

CISPR 16-1-6:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-6: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – EMC antenna calibration*  
CISPR 16-1-6:2014/AMD1:2017  
CISPR 16-1-6:2014/AMD2:2022

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 16-2-3:2016/AMD1:2019  
CISPR 16-2-3:2016/AMD2:20—

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

CISPR 16-1-4:2019+AMD1:2020 – 13 –  
+AMD2:2023 CSV © IEC 2023

CISPR 16-4-2, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty*

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 61000-4-20, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20: Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides*

IEC 61000-4-21, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-21: Testing and measurement techniques – Reverberation chamber test methods*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	170
1 Domaine d'application .....	172
2 Références normatives .....	172
3 Termes, définitions et termes abrégés .....	173
3.1 Termes et définitions .....	173
3.2 Termes abrégés .....	179
4 Antennes pour la mesure des perturbations radioélectriques rayonnées .....	180
4.1 Généralités .....	180
4.2 Paramètre physique (mesurande) pour les mesures des perturbations rayonnées .....	181
4.3 Antennes pour la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 150 kHz .....	181
4.3.1 Généralités .....	181
4.3.2 Antenne à champ magnétique .....	181
4.3.3 Blindage de l'antenne cadre .....	183
4.4 Antennes pour la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz .....	183
4.4.1 Antenne à champ électrique .....	183
4.4.2 Antenne à champ magnétique .....	183
4.4.3 Symétrisation et discrimination du champ électrique des antennes .....	184
4.5 Antennes pour la plage de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 000 MHz .....	184
4.5.1 Généralités .....	184
4.5.2 Antenne à faible incertitude pour utilisation en cas de non-conformité présumée des limites d'intensité du champ électrique .....	184
4.5.3 Caractéristiques d'antenne .....	184
4.5.4 Symétrisation de l'antenne .....	187
4.5.5 Réponse de polarisation croisée de l'antenne .....	188
4.6 Antennes pour la plage de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz .....	190
4.6.1 Généralités .....	190
4.6.2 Antenne de réception .....	190
4.7 Montages d'antennes particuliers – Système d'antennes de grand diamètre .....	193
5 Emplacements d'essai pour la mesure du champ radioélectrique perturbateur dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....	193
5.1 Généralités .....	193
5.2 Environnement radiofréquence ambiant d'un emplacement d'essai .....	194
5.3 Distance de mesure et volume d'essai .....	194
5.4 Table d'essai et positionneur d'antenne .....	194
5.5 Procédure de validation de l'emplacement d'essai .....	194
5.5.1 Généralités .....	194
5.5.2 Perte d'insertion normalisée de l'emplacement (NSIL) .....	199
5.5.3 Méthode de site de référence .....	199
5.5.4 Critère d'acceptation .....	200
6 Emplacements d'essai pour la mesure du champ radioélectrique perturbateur dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz .....	200
6.1 Généralités .....	200
6.2 OATS .....	200
6.2.1 Généralités .....	200
6.2.2 Enceinte de protection contre les intempéries .....	201



6.2.3	Zone sans obstacle.....	201
6.2.4	Environnement radiofréquence ambiant d'un emplacement d'essai .....	203
6.2.5	Plan de sol.....	204
6.3	Aptitude des autres emplacements d'essai.....	204
6.3.1	Autres emplacements d'essai à plan de sol.....	204
6.3.2	Emplacements d'essai sans plan de sol (FAR).....	204
6.4	Validation des emplacements d'essai.....	205
6.4.1	Généralités .....	205
6.4.2	Vue d'ensemble des validations d'un emplacement d'essai .....	206
6.5	Paramètres de base de la méthode du NSA pour OATS et SAC.....	206
6.5.1	Equation générale et tableau des valeurs de NSA théoriques .....	206
6.5.2	Etalonnage de l'antenne .....	210
6.6	Méthode de site de référence pour OATS et SAC .....	210
6.6.1	Généralités .....	210
6.6.2	Antennes non admises pour les mesures par RSM .....	211
6.6.3	Détermination de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes sur un REFTS .....	212
6.6.4	Détermination de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes à l'aide d'une technique de moyennage sur un OATS de grandes dimensions.....	212
6.7	Validation d'un OATS par la méthode du NSA.....	216
6.7.1	Méthode de la fréquence discrète .....	216
6.7.2	Méthode par balayage de fréquence .....	217
6.8	Validation d'un OATS protégé contre les intempéries par une enceinte ou d'une SAC.....	217
6.9	Causes possibles de dépassement des limites d'acceptabilité de site .....	222
6.10	Validation de l'emplacement pour les FAR .....	223
6.10.1	Généralités .....	223
6.10.2	RSM pour les sites FAR.....	228
6.10.3	Méthode du NSA pour les sites FAR .....	230
6.10.4	Critère de validation de l'emplacement pour les sites FAR .....	232
6.11	Évaluation de la table d'essai et du pylône d'antenne .....	233
6.11.1	Généralités .....	233
6.11.2	Procédure d'évaluation de l'influence de la table d'essai .....	233
7	Emplacements d'essai pour la mesure des champs radioélectriques perturbateurs dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz.....	235
7.1	Généralités .....	235
7.2	Emplacement d'essai de référence.....	235
7.3	Validation des emplacements d'essai.....	235
7.3.1	Généralités .....	235
7.3.2	Critère d'acceptation pour la validation de l'emplacement .....	237
7.4	Exigences relatives à l'antenne pour la procédure d'essai normalisée avec le $S_{VSWR}$ .....	237
7.4.1	Généralités .....	237
7.4.2	Antenne d'émission.....	238
7.4.3	Antennes et équipement d'essai pour la procédure d'essai inverse avec le $S_{VSWR}$ .....	241
7.5	Positions exigées pour l'essai de validation de l'emplacement .....	241
7.5.1	Généralités .....	241

7.5.2	Description des positions de mesure de $S_{VSWR}$ dans un plan horizontal (Figure 23).....	242
7.5.3	Description des positions supplémentaires de mesure de $S_{VSWR}$ (Figure 24).....	243
7.5.4	Récapitulatif des positions de mesure de $S_{VSWR}$ .....	244
7.6	Validation de l'emplacement de $S_{VSWR}$ – procédure d'essai normalisée.....	247
7.7	Validation d'emplacement de $S_{VSWR}$ – procédure d'essai inverse utilisant une sonde de champ isotrope .....	248
7.8	Exigences concernant la position conditionnelle des mesures de $S_{VSWR}$ .....	250
7.9	Rapport d'essai de validation d'emplacement $S_{VSWR}$ .....	251
7.10	Limites de la méthode de validation d'emplacement de $S_{VSWR}$ .....	251
7.11	Autres emplacements d'essai.....	251
8	Dispositifs d'absorption en mode commun .....	252
8.1	Généralités .....	252
8.2	Mesures des paramètres $S$ d'un CMAD .....	252
8.3	Montage d'essai de CMAD .....	252
8.4	Méthode de mesure utilisant l'étalonnage TRL .....	253
8.5	Spécification d'un CMAD du type à pince en ferrite .....	255
8.6	Vérification de la performance (dégradation) des CMAD en utilisant un analyseur de spectre et un générateur de poursuite.....	256
9	Chambre de réverbération pour la mesure de la puissance totale rayonnée.....	259
9.1	<del>Généralités .....</del>	<del>259</del>
9.2	<del>Chambre .....</del>	<del>259</del>
9.2.1	<del>Dimensions et forme de la chambre .....</del>	<del>259</del>
9.2.2	<del>Porte, ouvertures dans les parois et équerres de montage.....</del>	<del>259</del>
9.2.3	<del>Agitateurs .....</del>	<del>259</del>
9.2.4	<del>Essai de rendement des agitateurs .....</del>	<del>259</del>
9.2.5	<del>Affaiblissement de couplage .....</del>	<del>259</del>
10	Cellules Guides d'onde TEM pour les mesures <del>d'immunité aux</del> des perturbations rayonnées .....	262
Annexe A (normative)	Paramètres des antennes.....	263
A.1	Généralités .....	263
A.2	Antennes préférentielles .....	263
A.2.1	Généralités .....	263
A.2.2	Antenne calculable .....	263
A.2.3	Antennes à faible incertitude.....	264
A.3	Antennes doublets simples .....	264
A.3.1	Généralités .....	264
A.3.2	Doublet accordé.....	265
A.3.3	Doublet raccourci.....	265
A.4	Paramètres des antennes à large bande .....	267
A.4.1	Généralités .....	267
A.4.2	Type d'antenne .....	267
A.4.3	Spécification de l'antenne .....	268
A.4.4	Etalonnage de l'antenne .....	268
A.4.5	Informations pour les utilisateurs de l'antenne .....	268
Annexe B (xxx)	(Vide).....	270
Annexe C (normative)	Système d'antennes de grand diamètre pour les mesures du courant induit par un champ magnétique dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....	271

C.1	Généralités .....	271
C.2	Construction d'un LLAS.....	271
C.3	Construction d'une antenne de grand diamètre (LLA).....	271
C.4	Validation <del>d'une</del> du LLAS .....	276
C.5	Construction de l'antenne doublet de vérification du LLAS .....	280
C.6	Facteurs de conversion .....	283
C.6.1	Généralités .....	285
C.6.2	Facteurs de conversion actuels pour un LLAS de diamètre non normalisé .....	285
C.6.3	Conversion du courant mesuré du LLAS en intensité du champ magnétique .....	287
C.7	Exemples .....	289
Annexe D (normative) Détails de construction des emplacements d'essai en zone dégagée dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz (voir Article 6).....		291
D.1	Généralités .....	291
D.2	Construction du plan de sol.....	291
D.2.1	Matériau .....	291
D.2.2	Rugosité .....	291
D.3	Servitudes de l'EUT .....	292
D.4	Construction de l'enceinte de protection contre les intempéries .....	292
D.4.1	Matériaux et attaches .....	292
D.4.1	Montages internes .....	293
D.4.2	Taille .....	293
D.4.3	Stabilité dans le temps et aux conditions climatiques .....	293
D.5	Table tournante et table d'essai .....	293
D.6	Installation du mât de l'antenne de réception .....	294
Annexe E (xxx) (Vide).....		295
Annexe F (informative) Fondement du critère des $\pm 4$ dB pour l'acceptabilité d'un emplacement (voir Article 6) .....		296
F.1	Généralités .....	296
F.2	Analyse des erreurs .....	296
Annexe G (informative) Exemples de bilans d'incertitude pour la validation d'emplacement d'un COMTS à l'aide de la RSM avec une paire d'antennes étalonnées (voir 6.6).....		298
G.1	Grandeurs à étudier pour l'étalonnage de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes à l'aide de la technique de moyennage .....	298
G.2	Grandeurs à étudier pour l'étalonnage de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes à l'aide d'un REFTS.....	299
G.3	Grandeurs à étudier pour la validation du COMTS à l'aide de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes .....	300
Annexe H (informative) Définition de l'incertitude de mesure de la réponse de polarisation croisée.....		301
H.1	Généralités .....	301
H.2	Exemple d'estimation de l'incertitude .....	304
H.3	Justification des estimations des grandeurs d'entrée données dans le Tableau H.1 et le Tableau H.3 .....	305
H.4	Mesurage de la XPR en dessous de 100 MHz sur un OATS.....	307
Annexe I (informative) Incertitudes de mesure des résultats de validation du COMTS dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz.....		308
I.1	Grandeurs à prendre en compte pour la validation du COMTS à l'aide de la méthode NSIL .....	308

I.2	Grandeurs à prendre en compte pour la validation du COMTS à l'aide de la méthode RSM .....	310
	Annexe J (normative) Dérivation des valeurs de NSIL dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....	313
J.1	Généralités .....	313
J.2	Facteur d'antenne à champ magnétique.....	313
J.3	Perte d'insertion de l'emplacement.....	315
J.4	Perte d'insertion normalisée de l'emplacement.....	316
J.5	Tableaux de NSIL .....	320
	Annexe K (informative) Recommandations pour la conception des emplacements d'essai dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....	325
K.1	Généralités .....	325
K.2	Dimensions et qualité du plan de sol.....	325
K.3	Zone sans obstacle.....	326
K.4	Zone sans résonance.....	326
	Annexe L (informative) Exactitude des valeurs de NSIL dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....	328
L.1	Généralités .....	328
L.2	Vérification croisée du NEC avec des formules analytiques .....	328
L.3	Versions recommandées du NEC.....	329
L.4	Instabilités à l'extrémité inférieure de la plage de fréquences.....	330
L.5	Méthodes d'extrapolation pour résoudre les instabilités .....	330
L.6	Réduction du nombre de segments pour résoudre les instabilités .....	330
	Annexe M (informative) Exemple de calcul pour les SAC de 10 m qui ne satisfont pas au critère de $\pm 4$ dB dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....	331
	Annexe N (normative) Étalonnage de la somme des facteurs d'antenne du champ magnétique dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz.....	334
N.1	Généralités .....	334
N.2	Procédure d'étalonnage .....	334
N.3	Incertitudes de mesure .....	335
	Bibliographie.....	337
	Figure 34 – Exemple d'antenne-cadre de taille adaptée .....	182
	Figure 1 – Représentation schématique du rayonnement de l'EUT atteignant une antenne LPDA directement et via réflexion sur le sol à un emplacement de 3 m, présentant la moitié de l'angle d'ouverture de faisceau, $\phi$ , au niveau du rayon réfléchi .....	186
	Figure 2 – Exemple de diagramme de rayonnement dans le plan E d'une antenne RX dans la zone limite grisée pour une distance de 3 m et un EUT d'une largeur de 2 m.....	191
	Figure 3 – Détermination de la largeur maximale exploitable de l'EUT dans le cadre de l'utilisation de l'ouverture de faisceau à mi-puissance .....	192
	Figure 4 – Détermination de la hauteur maximale exploitable de l'EUT dans le cadre de l'utilisation de l'ouverture de faisceau à mi-puissance .....	192
	Figure 35 – Disposition générale des trois orientations de mesure $H_x$ , $H_y$ et $H_z$ , où $d$ est la distance de mesure et $h$ est la hauteur du point de référence .....	196
	Figure 36 – Positions d'antenne .....	197
	Figure 37 – Positions d'antenne .....	198
	Figure 38 – Montage d'essai pour $V_{\text{DIRECT}}$ avec amplificateur de puissance et atténuateur .....	199
	Figure 5 – Zone sans obstacle d'un emplacement d'essai équipé d'une table tournante .....	202

Figure 6 – Zone sans obstacle avec EUT fixe .....	203
Figure 7 – Position des points d'essai pour un essai à des distances de 3 m et de 10 m .....	212
Figure 8 – Position des points d'essai appariés pour toutes les distances d'essai .....	214
Figure 9 – Exemple de choix de points d'essai appariés pour un essai à une distance de 10 m .....	215
Figure 10 – Représentation d'une étude de l'influence du mât d'antenne sur $A_{APR}$ .....	215
Figure 11 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – mesures de validation en polarisation verticale.....	219
Figure 12 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – mesures de validation en polarisation horizontale.....	220
Figure 13 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – mesures de validation en polarisation verticale pour un EUT de faibles dimensions .....	221
Figure 14 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – mesures de validation en polarisation horizontale pour un EUT de faibles dimensions .....	222
Figure 15 – Positions de mesure pour la validation d'emplacement d'une FAR.....	225
Figure 16 – Exemple de position de mesure et d'inclinaison d'antenne pour la validation d'emplacement d'une FAR .....	227
Figure 17 – Montage de mesure du SA de référence type pour un emplacement d'essai en quasi espace libre .....	230
Figure 18 – NSA théorique en espace libre en fonction de la fréquence pour différentes distances de mesure [voir Equation (16)] .....	232
Figure 19 – Position de l'antenne par rapport au bord au-dessus d'une table d'essai rectangulaire (vue de dessus).....	235
Figure 20 – Position de l'antenne au-dessus de la table d'essai (vue de côté) .....	235
Figure 21 – Exemple de diagramme de rayonnement dans le plan E d'une antenne d'émission (à titre informatif uniquement).....	239
Figure 22 – Diagramme de rayonnement dans le plan H d'une antenne d'émission (exemple donné à titre informatif uniquement) .....	240
Figure 23 – Positions de mesure de $S_{VSWR}$ dans un plan horizontal (voir description en 7.5.2) .....	242
Figure 24 – Positions de $S_{VSWR}$ (exigences de hauteur).....	244
Figure 25 – Exigences concernant la position conditionnelle des mesures de $S_{VSWR}$ .....	250
Figure 26 – Définition des plans de référence à l'intérieur du montage d'essai.....	253
Figure 27 – Les quatre configurations pour l'étalonnage TRL .....	255
Figure 28 – Limites pour l'amplitude de $S_{11}$ , mesurée selon les dispositions de 8.1 à 8.3 .....	256
Figure 29 – Exemple de conception d'adaptateur 50 $\Omega$ dans le flasque vertical du montage .....	257
Figure 30 – Exemple d'adaptateur avec symétriseur ou transformateur.....	258
Figure 31 – Exemple d'adaptateur avec réseau d'adaptation résistif .....	258
<del>Figure 32 Exemple d'agitateur à aubes type.....</del>	<del>.....</del>
<del>Figure 33 Gamme d'affaiblissement de couplage en fonction de la fréquence pour une chambre utilisant l'agitateur de la Figure 32.....</del>	<del>.....</del>
Figure A.1 – Facteurs d'antenne des doublets courts pour $R_L = 50 \Omega$ .....	266
Figure C.1 – LLAS constitué de trois antennes de grand diamètre mutuellement perpendiculaires .....	273

Figure C.2 – LLA comportant deux fentes opposées, positionnées symétriquement par rapport à la sonde de courant .....	274
Figure C.3 – Construction de la fente de LLA.....	274
Figure C.4 – Exemple de construction de fente de LLA utilisant une bande de circuit imprimé pour obtenir une construction rigide.....	275
Figure C.5 – Construction du boîtier métallique renfermant la sonde de courant .....	275
Figure C.6 – Exemple montrant le cheminement de plusieurs câbles de l'EUT afin de réduire le plus possible le couplage capacitif entre les conducteurs et le LLAS.....	276
Figure C.7 – Les huit positions du doublet de vérification du LLAS durant la validation d'une LLA .....	278
Figure C.8 – Facteurs de validation <del>d'une LLA de 2 m de diamètre</del> de référence pour des boucles de 2 m, 3 m et 4 m de diamètre .....	279
Figure C.9 – Construction de l'antenne doublet de vérification du LLAS.....	282
<del>Figure C.10 – Facteurs de conversion <math>C_{dA}</math> [pour la conversion en dB(<math>\mu</math>A/m)] et <math>C_{dV}</math> [pour la conversion en dB(<math>\mu</math>V/m)] pour deux distances de mesure normales <math>d</math>.....</del>	<del>286</del>
<del>Figure C.11 – Sensibilité <math>S_D</math> d'une antenne de grand diamètre d'un diamètre <math>D</math> par rapport à une antenne de grand diamètre ayant un diamètre de 2 m.....</del>	<del>288</del>
Figure C.10 – Sensibilité $S_D$ d'une LLA de diamètre $D$ par rapport à une LLA de 2 m de diamètre .....	286
Figure C.11 – Facteur de conversion $C_{dA}$ [pour la conversion en dB ( $\mu$ A/m)] pour trois distances de mesure normalisées $d$ .....	288
Figure D.1 – Critère de Rayleigh pour la rugosité du plan de sol.....	292
Figure J.1 – Étude du rayon du fil, normalisé à 0,001 m.....	317
Figure J.2 – Étude de la position du point d'alimentation (non à l'échelle).....	318
Figure J.3 – Variation des valeurs de NSIL pour différents montages, à une distance de 3 m, $h = 1,3$ m.....	320
Figure J.4 – Spécification de la position du point d'alimentation pour les valeurs présentes dans les tableaux (non à l'échelle).....	321
Figure J.5 – Exemples de calcul, diamètre du cadre de 60 cm, position des points d'alimentation selon la Figure J.4.....	323
Figure K.1 – Dimensions minimales recommandées du plan de sol (vue du dessus).....	325
Figure K.2 – Zone sans obstacle recommandée (vue du dessus).....	326
Figure L.1 – Comparaison des valeurs de NSIL obtenues par formules analytiques et simulation informatique .....	329
Figure M.1 – Exemple de résultat de validation de l'emplacement.....	332
Figure M.2 – $U_{lab}$ calculée à partir du résultat de validation de l'emplacement .....	333
Figure M.3 – Facteur de correction dépendant de la fréquence .....	333
Figure N.1 – Disposition des antennes pour la méthode de somme des facteurs d'antenne.....	335
Tableau 9 – Pas de fréquence maximal .....	195
Tableau 10 – Critère d'acceptation.....	200
Tableau 1 – Méthodes de validation d'emplacement applicables pour les emplacements de type OATS, à base d'OATS, SAC et FAR.....	205
Tableau 2 – Affaiblissement normalisé théorique de l'emplacement, $A_N$ – Géométries recommandées pour les antennes à large bande <sup>a</sup> (1 de 2) .....	208
Tableau 3 – Exemple de modèle pour les ensembles de données $A_{APR}$ .....	211
Tableau 4 – Pas de fréquence de la RSM .....	211

Tableau 5 – Dimensions maximales du volume d'essai en fonction de la distance d'essai .....	223
Tableau 6 – Gammes de fréquences et pas pour la validation d'emplacement d'une FAR.....	228
Tableau 7 – Désignations des positions de mesure de $S_{VSWR}$ (1 de 3).....	245
Tableau 8 – Exigences concernant les rapports de $S_{VSWR}$ .....	251
Tableau C.1 – Facteurs de validation de référence de la Figure C.8 pour des boucles de 2 m, 3 m et 4 m de diamètre .....	280
Tableau C.2 – Sensibilité $S_D$ d'une LLA de diamètre $D$ par rapport à une LLA de 2 m de diamètre (Figure C.10).....	287
Tableau C.3 – Facteur de conversion de l'intensité du champ magnétique $C_{dA}$ pour trois distances de mesure (Figure C.11).....	289
Tableau D.1 – Rugosité maximale pour des distances de mesure de 3 m, 10 m et 30 m .....	292
Tableau F.1 – Bilan d'erreur.....	296
Tableau G.1 – Etalonnage de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes à l'aide de la technique de moyennage sur un OATS de grandes dimensions .....	298
Tableau G.2 – Etalonnage de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes à l'aide du REFTS.....	299
Tableau G.3 – Validation du COMTS à l'aide de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes .....	300
Tableau H.1 – Exemple d'estimation de l'incertitude pour le mesurage de la XPR dans une FAR avec des valeurs $a_{xpT} = 22$ dB, $a_{xpR} = 34$ dB définies par hypothèse.....	305
Tableau H.2 – Incertitudes dépendant des autres valeurs de $A_{xpT}$ (autres hypothèses que celles retenues dans le Tableau H.1) .....	307
Tableau H.3 – Exemple d'estimation de l'incertitude pour un mesurage de la XPR sur un OATS avec des valeurs $a_{xpT} = 22$ dB, $a_{xpR} = 34$ dB définies par hypothèse .....	307
Tableau I.1 – Exemple de bilan d'incertitude de mesure pour la validation du COMTS à l'aide de la méthode NSIL .....	308
Tableau I.2 – Exemple de bilan d'incertitude de mesure pour la validation du COMTS à l'aide de la méthode RSM .....	311
Tableau J.1 – Exemples de calcul (diamètre du cadre de 60 cm, $d = 3$ m, $h = 1,3$ m) .....	323
Tableau J.2 – Exemples de calcul (diamètre du cadre de 60 cm, $d = 5$ m, $h = 1,3$ m) .....	323
Tableau J.3 – Exemples de calcul (diamètre du cadre de 60 cm, $d = 10$ m, $h = 1,3$ m) .....	324
Tableau K.1 – Épaisseur de peau pour certains matériaux pratiques à 9 kHz.....	326
Tableau L.1 – Mises en œuvre recommandées du NEC .....	329
Tableau L.2 – Instabilités observées .....	330
Tableau M.1 – Incertitude de mesure des résultats des perturbations rayonnées de 9 kHz à 30 MHz .....	331
Tableau M.2 – Influence de $\delta A_i$ sur $U_{lab}$ .....	331
Tableau N.1 – Exemple de bilan d'incertitude pour la méthode de somme des facteurs d'antenne.....	335



## 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 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées

### 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.

**Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.**

**La CISPR 16-1-4 édition 4.2 contient la quatrième édition (2019-01) [documents CIS/A/1262/FDIS et CIS/A/1275/RVD], son amendement 1 (2020-06) [documents**

CISPR 16-1-4:2019+AMD1:2020 – 171 –  
+AMD2:2023 CSV © IEC 2023

**CIS/A/1316/FDIS et CIS/A/1320/RVD] et son amendement 2 (2023-04) [documents CIS/A/1389/FDIS et CIS/A/1393/RVD].**

**Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par les amendements 1 et 2. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.**

Cette édition constitue une révision technique.

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

- des dispositions ont été ajoutées pour traiter la validation des emplacements d'essai dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz en utilisant la méthode de site de référence, pour tenir compte du diagramme de rayonnement de l'antenne de réception dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz, ainsi qu'une description plus détaillée de la validation des emplacements d'essai par la méthode du NSA avec des antennes à large bande dans la plage de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz.

La Norme internationale CISPR 16-1-4 a été établie par le sous-comité CISPR A: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

Elle a le statut d'une publication fondamentale en CEM conformément au Guide IEC 107, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*.

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 la publication de base et de ses amendements 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.**

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

## Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées

### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CISPR 16 spécifie les caractéristiques et les performances des appareils de mesure de perturbations rayonnées dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 18 GHz. Elle comprend les spécifications pour les antennes et les emplacements d'essai.

NOTE Conformément au Guide 107 de l'IEC, la CISPR 16-1-4 est une publication fondamentale en CEM 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 s'il convient d'appliquer ou non cette norme d'essai en 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 exigences de cette publication s'appliquent à toutes les fréquences et à tous niveaux de perturbation rayonnée, dans les limites de la plage de lecture des appareils de mesure du CISPR.

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

### 2 Références normatives

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

CISPR 16-1-1:2019, *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*

CISPR 16-1-5:2014, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-5: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Emplacements d'étalonnage d'antenne et emplacements d'essai de référence pour la plage comprise entre 5 MHz et 18 GHz*  
CISPR 16-1-5:2014/AMD1:2016

CISPR 16-1-6:2014, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-6: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Etalonnage des antennes CEM*

CISPR 16-1-6:2014/AMD1:2016

CISPR 16-1-6:2014/AMD2:2022

CISPR 16-2-3:2016, *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 – Mesurages des perturbations rayonnées*

CISPR 16-2-3:2016/AMD1:2019

CISPR 16-2-3:2016/AMD2:20—

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

CISPR 16-4-2, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure CEM*

IEC 60050-161, *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

IEC 61000-4-20, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-20: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'émission et d'immunité dans les guides d'onde TEM*

IEC 61000-4-21, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-21: Techniques d'essai et de mesure – Méthodes d'essai en chambre réverbérante*

# FINAL VERSION

# VERSION FINALE



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

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –**

**Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements**

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

**Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées**

## CONTENTS

FOREWORD.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references .....	11
3 Terms, definitions and abbreviated terms .....	12
3.1 Terms and definitions.....	12
3.2 Abbreviated terms.....	17
4 Antennas for measurement of radiated radio disturbance .....	18
4.1 General.....	18
4.2 Physical parameter (measurand) for radiated disturbance measurements .....	18
4.3 Antennas for the frequency range 9 kHz to 150 kHz.....	18
4.3.1 General.....	18
4.3.2 Magnetic field antenna.....	19
4.3.3 Shielding of loop antenna .....	20
4.4 Antennas for the frequency range 150 kHz to 30 MHz.....	20
4.4.1 Electric field antenna .....	20
4.4.2 Magnetic field antenna.....	20
4.4.3 Balance and electric field discrimination of antennas .....	21
4.5 Antennas for the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz.....	21
4.5.1 General.....	21
4.5.2 Low-uncertainty antenna for use if there is an alleged non-compliance to the electric disturbance field strength limit .....	21
4.5.3 Antenna characteristics.....	21
4.5.4 Balance of antenna .....	23
4.5.5 Cross-polar response of antenna .....	24
4.6 Antennas for the frequency range 1 GHz to 18 GHz.....	25
4.6.1 General.....	25
4.6.2 Receive antenna.....	26
4.7 Special antenna arrangements – large-loop antenna system.....	28
5 Test sites for measurement of radio disturbance field strength for the frequency range of 9 kHz to 30 MHz .....	29
5.1 General.....	29
5.2 Radio-frequency ambient environment of a test site .....	29
5.3 Measurement distance and test volume .....	29
5.4 Set-up table and antenna positioner.....	29
5.5 Validation procedure of test site.....	29
5.5.1 General.....	29
5.5.2 Normalized site insertion loss (NSIL) .....	34
5.5.3 Reference site method .....	34
5.5.4 Acceptance criterion .....	35
6 Test sites for measurement of radio disturbance field strength for the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz .....	35
6.1 General.....	35
6.2 OATS.....	35
6.2.1 General.....	35
6.2.2 Weather-protection enclosure .....	36
6.2.3 Obstruction-free area .....	36
6.2.4 Radio-frequency ambient environment of a test site.....	37

6.2.5	Ground plane .....	38
6.3	Suitability of other test sites .....	38
6.3.1	Other ground-plane test sites .....	38
6.3.2	Test sites without ground plane (FAR) .....	38
6.4	Test site validations .....	39
6.4.1	General.....	39
6.4.2	Overview of test site validations .....	39
6.5	Basic parameters of the NSA method for OATS and SAC.....	40
6.5.1	General equation and table of theoretical NSA values.....	40
6.5.2	Antenna calibration .....	44
6.6	Reference site method for OATS and SAC .....	44
6.6.1	General.....	44
6.6.2	Antennas not permitted for RSM measurements .....	45
6.6.3	Determination of the antenna pair reference site attenuation on a REFTS .....	45
6.6.4	Determination of the antenna pair reference site attenuation using an averaging technique on a large OATS.....	46
6.7	Validation of an OATS by the NSA method .....	49
6.7.1	Discrete frequency method .....	49
6.7.2	Swept frequency method.....	50
6.8	Validation of a weather-protection-enclosed OATS or a SAC .....	51
6.9	Possible causes for exceeding site acceptability limits .....	53
6.10	Site validation for FARs .....	54
6.10.1	General.....	54
6.10.2	RSM for FAR sites .....	58
6.10.3	NSA method for FAR sites .....	60
6.10.4	Site validation criteria for FAR sites .....	62
6.11	Evaluation of set-up table and antenna tower.....	62
6.11.1	General.....	62
6.11.2	Evaluation procedure for set-up table influences.....	63
7	Test sites for measurement of radio disturbance field strength for the frequency range 1 GHz to 18 GHz .....	64
7.1	General.....	64
7.2	Reference test site.....	65
7.3	Test site validation.....	65
7.3.1	General.....	65
7.3.2	Acceptance criterion for site validation.....	66
7.4	Antenna requirements for $S_{VSWR}$ standard test procedure .....	66
7.4.1	General.....	66
7.4.2	Transmit antenna .....	67
7.4.3	Antennas and test equipment for the $S_{VSWR}$ reciprocal test procedure .....	69
7.5	Required positions for site validation testing .....	70
7.5.1	General.....	70
7.5.2	Descriptions of $S_{VSWR}$ measurement positions in a horizontal plane (Figure 23).....	70
7.5.3	Descriptions of $S_{VSWR}$ additional measurement positions (Figure 24).....	71
7.5.4	Summary of $S_{VSWR}$ measurement positions.....	72
7.6	$S_{VSWR}$ site validation – standard test procedure .....	75
7.7	$S_{VSWR}$ site validation – reciprocal test procedure using an isotropic field probe .....	76



7.8	$S_{VSWR}$ conditional measurement position requirements .....	77
7.9	$S_{VSWR}$ site validation test report .....	78
7.10	Limitations of the $S_{VSWR}$ site validation method .....	78
7.11	Alternative test sites .....	79
8	Common mode absorption devices .....	79
8.1	General .....	79
8.2	CMAD $S$ -parameter measurements .....	79
8.3	CMAD test jig .....	79
8.4	Measurement method using the TRL calibration .....	80
8.5	Specification of ferrite clamp-type CMAD .....	82
8.6	CMAD performance (degradation) check using spectrum analyzer and tracking generator .....	83
9	Reverberating chamber for total radiated power measurement .....	85
10	TEM waveguides for radiated disturbance measurements .....	85
Annex A	(normative) Parameters of antennas .....	86
A.1	General .....	86
A.2	Preferred antennas .....	86
A.2.1	General .....	86
A.2.2	Calculable antenna .....	86
A.2.3	Low-uncertainty antennas .....	86
A.3	Simple dipole antennas .....	87
A.3.1	General .....	87
A.3.2	Tuned dipole .....	88
A.3.3	Shortened dipole .....	88
A.4	Broadband antenna parameters .....	89
A.4.1	General .....	89
A.4.2	Antenna type .....	90
A.4.3	Specification of the antenna .....	90
A.4.4	Antenna calibration .....	91
A.4.5	Antenna user information .....	91
Annex B	(XXX) (Void) .....	92
Annex C	(normative) Large-loop antenna system for magnetic field induced-current measurements in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz .....	93
C.1	General .....	93
C.2	Construction of an LLAS .....	93
C.3	Construction of a large-loop antenna (LLA) .....	93
C.4	Validation of an LLAS .....	98
C.5	Construction of the LLAS verification dipole antenna .....	100
C.6	Conversion factors .....	101
C.6.1	General .....	101
C.6.2	Current conversion factors for an LLAS with non-standard diameter .....	102
C.6.3	Conversion of LLAS measured current to magnetic field strength .....	103
C.7	Examples .....	105
Annex D	(normative) Construction details for open area test sites in the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz (see Clause 6) .....	107
D.1	General .....	107
D.2	Ground plane construction .....	107
D.2.1	Material .....	107
D.2.2	Roughness .....	107

D.3	Services to EUT .....	108
D.4	Weather-protection enclosure construction .....	108
D.4.1	Materials and fasteners .....	108
D.4.2	Internal arrangements .....	109
D.4.3	Size .....	109
D.4.4	Uniformity with time and weather .....	109
D.5	Turntable and set-up table .....	109
D.6	Receive antenna mast installation .....	110
Annex E (xxx) (Void)	.....	111
Annex F (informative) Basis for $\pm 4$ dB site acceptability criterion (see Clause 6)	.....	112
F.1	General .....	112
F.2	Error analysis .....	112
Annex G (informative) Examples of uncertainty budgets for site validation of a COMTS using RSM with a calibrated antenna pair (see 6.6)	.....	114
G.1	Quantities to be considered for antenna pair reference site attenuation calibration using the averaging technique .....	114
G.2	Quantities to be considered for antenna pair reference site attenuation calibration using a REFTS .....	115
G.3	Quantities to be considered for COMTS validation using an antenna pair reference site attenuation .....	116
Annex H (informative) Definition of uncertainty in cross-polar response measurement	.....	117
H.1	General .....	117
H.2	Example uncertainty estimate .....	119
H.3	Rationale for the estimates of input quantities in Table H.1 and Table H.3 .....	120
H.4	Measurement of XPR below 100 MHz at an OATS .....	121
Annex I (informative) Measurement uncertainties of COMTS validation results in the frequency range 9 kHz to 30 MHz	.....	123
I.1	Quantities to be considered for COMTS validation using the NSIL method .....	123
I.2	Quantities to be considered for COMTS validation using the RSM method .....	125
Annex J (normative) Derivation of NSIL values in the frequency range 9 kHz to 30 MHz	.....	127
J.1	General .....	127
J.2	Magnetic field antenna factor .....	127
J.3	Site insertion loss .....	129
J.4	Normalized site insertion loss .....	130
J.5	NSIL tables .....	134
Annex K (informative) Recommendations for the design of test sites in the frequency range 9 kHz to 30 MHz	.....	139
K.1	General .....	139
K.2	Dimensions and quality of the ground plane .....	139
K.3	Obstruction free area .....	140
K.4	Resonance-free area .....	140
Annex L (informative) Accuracy of NSIL values in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz	.....	142
L.1	General .....	142
L.2	Cross check of NEC with analytic formulas .....	142
L.3	Recommended NEC versions .....	143
L.4	Instabilities at the lower frequency end .....	144
L.5	Extrapolation methods to solve instabilities .....	144

L.6	Reducing the number of segments to solve instabilities .....	144
Annex M (informative)	Example calculation for 10 m SACs that do not fulfil the $\pm 4$ dB criterion within 9 kHz to 30 MHz.....	145
Annex N (normative)	Calibration of the sum of magnetic field antenna factors in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz .....	148
N.1	General.....	148
N.2	Calibration procedure.....	148
N.3	Measurement uncertainties .....	149
Bibliography	.....	151
Figure 34	– Example of size-compliant loop antenna.....	19
Figure 1	– Schematic of radiation from EUT reaching an LPDA antenna directly and via ground reflection at a 3 m site, showing the beamwidth half-angle, $\varphi$ , at the reflected ray.....	22
Figure 2	– RX antenna E-plane radiation pattern example, with limit area shaded for 3 m distance and 2 m EUT width.....	27
Figure 3	– Determination of maximum useable EUT width using half-power beamwidth .....	27
Figure 4	– Determination of maximum useable EUT height using half-power beamwidth .....	28
Figure 35	– General arrangement of the three measurement orientations $H_x$ , $H_y$ and $H_z$ , where $d$ is the measurement distance and $h$ is the height of the reference point .....	31
Figure 36	– Antenna positions.....	32
Figure 37	– Antenna positions.....	33
Figure 38	– Test set-up for $V_{\text{DIRECT}}$ with power amplifier and attenuator .....	34
Figure 5	– Obstruction-free area of a test site with a turntable .....	37
Figure 6	– Obstruction-free area with stationary EUT .....	37
Figure 7	– Test point locations for 3 m and 10 m test distances .....	46
Figure 8	– Paired test point locations for all test distances.....	48
Figure 9	– Example of paired test point selection for a test distance of 10 m.....	48
Figure 10	– Illustration of an investigation of influence of antenna mast on $A_{\text{APR}}$ .....	49
Figure 11	– Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – vertical polarization validation measurements .....	52
Figure 12	– Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – horizontal polarization validation measurements .....	52
Figure 13	– Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – vertical polarization validation measurements for a smaller EUT .....	53
Figure 14	– Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – horizontal polarization validation measurements for a smaller EUT .....	53
Figure 15	– Measurement positions for FAR site validation .....	56
Figure 16	– Example of one measurement position and antenna tilt for FAR site validation .....	58
Figure 17	– Typical quasi free-space test site reference SA measurement set-up .....	60
Figure 18	– Theoretical free-space NSA as a function of frequency for different measurement distances [see Equation (16)].....	62
Figure 19	– Position of the antenna relative to the edge above a rectangle set-up table (top view).....	64
Figure 20	– Antenna position above the set-up table (side view).....	64
Figure 21	– Transmit antenna E-plane radiation pattern example (this example is for informative purposes only).....	68

Figure 22 – Transmit antenna H-plane radiation pattern (this example is for informative purposes only) .....	69
Figure 23 – $S_{VSWR}$ measurement positions in a horizontal plane (see 7.5.2 for description).....	70
Figure 24 – $S_{VSWR}$ positions (height requirements) .....	72
Figure 25 – $S_{VSWR}$ conditional measurement position requirements .....	78
Figure 26 – Definition of the reference planes inside the test jig .....	80
Figure 27 – The four configurations for the TRL calibration .....	82
Figure 28 – Limits for the magnitude of $S_{11}$ , measured according to the provisions of 8.1 to 8.3 .....	83
Figure 29 – Example of a 50 $\Omega$ adaptor construction in the vertical flange of the jig .....	84
Figure 30 – Example of a matching adaptor with balun or transformer .....	84
Figure 31 – Example of a matching adaptor with resistive matching network.....	85
Figure A.1 – Short dipole antenna factors for $R_L = 50 \Omega$ .....	89
Figure C.1 – The LLAS, consisting of three mutually perpendicular large-loop antennas .....	95
Figure C.2 – An LLA containing two opposite slits, positioned symmetrically with respect to the current probe C .....	96
Figure C.3 – Construction of an LLA slit.....	96
Figure C.4 – Example of an LLA slit construction using a strap of printed circuit board to obtain a rigid construction.....	97
Figure C.5 – Construction of the metal box containing the current probe.....	97
Figure C.6 – Example showing the routing of several cables from an EUT to minimize capacitive coupling from the leads to the LLAS .....	98
Figure C.7 – The eight positions of the LLAS verification dipole during validation of an LLA.....	99
Figure C.8 – Reference validation factors for loops of 2 m, 3 m, and 4 m diameters.....	99
Figure C.9 – Construction of the LLAS verification dipole antenna .....	101
Figure C.10 – Sensitivity $S_D$ of an LLA with diameter $D$ relative to an LLA with 2 m diameter .....	102
Figure C.11 – Conversion factor $C_{dA}$ [for conversion into dB( $\mu$ A/m)] for three standard measurement distances $d$ .....	104
Figure D.1 – The Rayleigh criterion for roughness in the ground plane .....	108
Figure J.1 – Investigation of wire radius, normalized to 0,001 m .....	131
Figure J.2 – Investigation of feed point location (not to scale).....	132
Figure J.3 – Variation of NSIL values for various set-ups, for a distance of 3 m, $h = 1,3$ m.....	134
Figure J.4 – Specification of feed point location for tabular values (not to scale).....	135
Figure J.5 – Calculation examples, loop diameter 60 cm, feed point location per Figure J.4 .....	137
Figure K.1 – Recommended minimum dimensions of the ground plane (top view).....	139
Figure K.2 – Recommended obstruction free area (top view) .....	140
Figure L.1 – Comparison of NSIL values by analytic formulas and computer simulation .....	143
Figure M.1 – Example site validation result.....	146
Figure M.2 – $U_{lab}$ calculated from site validation result.....	147
Figure M.3 – Frequency-dependent correction factor .....	147
Figure N.1 – Antenna arrangement for the sum of antenna factors method .....	149

Table 9 – Maximum frequency step size .....	30
Table 10 – Acceptance criterion.....	35
Table 1 – Site validation methods applicable for OATS, OATS-based, SAC, and FAR site types .....	39
Table 2 – Theoretical normalized site attenuation, $A_N$ – recommended geometries for broadband antennas <sup>a</sup> (1 of 2) .....	42
Table 3 – Example template for $A_{APR}$ data sets .....	45
Table 4 – RSM frequency steps .....	45
Table 5 – Maximum dimensions of test volume versus test distance .....	54
Table 6 – Frequency ranges and step sizes for FAR site validation.....	58
Table 7 – $S_{VSWR}$ measurement position designations (1 of 3).....	73
Table 8 – $S_{VSWR}$ reporting requirements .....	78
Table C.1 – Reference validation factors of Figure C.8 for loops of 2 m, 3 m, and 4 m diameters.....	100
Table C.2 – Sensitivity $S_D$ of an LLA with diameter $D$ relative to an LLA with 2 m diameter (Figure C.10).....	103
Table C.3 – Magnetic field strength conversion factor $C_{dA}$ for three measurement distances (Figure C.11).....	105
Table D.1 – Maximum roughness for 3 m, 10 m and 30 m measurement distances .....	108
Table F.1 – Error budget.....	112
Table G.1 – Antenna pair reference site attenuation calibration using the large-OATS averaging technique.....	114
Table G.2 – Antenna pair reference site attenuation calibration using REFTS .....	115
Table G.3 – COMTS validation using an antenna pair reference site attenuation.....	116
Table H.1 – Example uncertainty estimate for XPR measurement in a FAR and assumed $a_{xpT} = 22$ dB, $a_{xpR} = 34$ dB .....	120
Table H.2 – Uncertainties depending on other values of $A_{xpT}$ (other assumptions as in Table H.1).....	121
Table H.3 – Example uncertainty estimate for XPR measurement at an OATS and assumed $a_{xpT} = 22$ dB, $a_{xpR} = 34$ dB .....	122
Table I.1 – Example measurement uncertainty budget for COMTS validation using the NSIL method.....	123
Table I.2 – Example measurement uncertainty budget for COMTS validation using the RSM method.....	125
Table J.1 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, $d = 3$ m, $h = 1,3$ m).....	137
Table J.2 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, $d = 5$ m, $h = 1,3$ m).....	137
Table J.3 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, $d = 10$ m, $h = 1,3$ m).....	138
Table K.1 – Skin depth for some practical materials at 9 kHz .....	140
Table L.1 – Recommended NEC implementations.....	143
Table L.2 – Observed instabilities .....	144
Table M.1 – Measurement uncertainty of radiated disturbance results from 9 kHz to 30 MHz .....	145
Table M.2 – Influence of $\delta A_i$ on $U_{lab}$ .....	145
Table N.1 – Example of an uncertainty budget for sum of antenna factors method .....	149

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

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

**Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus –  
Antennas and test sites for radiated disturbance measurements**

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

**This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.**

**CISPR 16-1-4 edition 4.2 contains the fourth edition (2019-01) [documents CIS/A/1262/FDIS and CIS/A/1275/RVD], its amendment 1 (2020-06) [documents CIS/A/1316/FDIS and CIS/A/1320/RVD] and its amendment 2 (2023-04) [documents CIS/A/1389/FDIS and CIS/A/1393/RVD].**

**This Final version does not show where the technical content is modified by amendments 1 and 2. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.**

This edition constitutes a technical revision.

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

- provisions are added to address test site validation in the frequency range from 30 MHz to 1000 MHz using the reference site method, to take into account the receive antenna radiation pattern in the frequency range from 1 GHz to 18 GHz, and further details on test site validation using the NSA method with broadband antennas in the frequency range from 30 MHz to 1 000 MHz.

International Standard CISPR 16-1-4 has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio-interference measurements and statistical methods.

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*.

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

A list of all parts of CISPR 16 series, 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 the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

**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.**



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

### **Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements**

#### **1 Scope**

This part of CISPR 16 specifies the characteristics and performance of equipment for the measurement of radiated disturbances in the frequency range 9 kHz to 18 GHz. Specifications for antennas and test sites are included.

NOTE In accordance with IEC Guide 107, CISPR 16-1-4 is a basic EMC publication 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 cooperate with product committees in the evaluation of the value of particular EMC tests for specific products.

The requirements of this publication apply at all frequencies and for all levels of radiated disturbances within the CISPR indicating range of the measuring equipment.

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

#### **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 16-1-1:2019, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR 16-1-5:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antenna calibration sites and reference test sites for 5 MHz to 18 GHz*  
CISPR 16-1-5:2014/AMD1:2016

CISPR 16-1-6:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-6: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – EMC antenna calibration*

CISPR 16-1-6:2014/AMD1:2017  
CISPR 16-1-6:2014/AMD2:2022

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 16-2-3:2016/AMD1:2019  
CISPR 16-2-3:2016/AMD2:20—

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

CISPR 16-4-2, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty*

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 61000-4-20, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20: Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides*

IEC 61000-4-21, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-21: Testing and measurement techniques – Reverberation chamber test methods*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	162
1 Domaine d'application .....	164
2 Références normatives .....	164
3 Termes, définitions et termes abrégés .....	165
3.1 Termes et définitions .....	165
3.2 Termes abrégés .....	171
4 Antennes pour la mesure des perturbations radioélectriques rayonnées .....	172
4.1 Généralités .....	172
4.2 Paramètre physique (mesurande) pour les mesures des perturbations rayonnées .....	172
4.3 Antennes pour la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 150 kHz .....	172
4.3.1 Généralités .....	172
4.3.2 Antenne à champ magnétique .....	173
4.3.3 Blindage de l'antenne cadre .....	174
4.4 Antennes pour la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz .....	174
4.4.1 Antenne à champ électrique .....	174
4.4.2 Antenne à champ magnétique .....	175
4.4.3 Symétrisation et discrimination du champ électrique des antennes .....	175
4.5 Antennes pour la plage de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 000 MHz .....	175
4.5.1 Généralités .....	175
4.5.2 Antenne à faible incertitude pour utilisation en cas de non-conformité présumée des limites d'intensité du champ électrique .....	175
4.5.3 Caractéristiques d'antenne .....	176
4.5.4 Symétrisation de l'antenne .....	178
4.5.5 Réponse de polarisation croisée de l'antenne .....	179
4.6 Antennes pour la plage de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz .....	181
4.6.1 Généralités .....	181
4.6.2 Antenne de réception .....	181
4.7 Montages d'antennes particuliers – Système d'antennes de grand diamètre .....	184
5 Emplacements d'essai pour la mesure du champ radioélectrique perturbateur dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....	184
5.1 Généralités .....	184
5.2 Environnement radiofréquence ambiant d'un emplacement d'essai .....	184
5.3 Distance de mesure et volume d'essai .....	185
5.4 Table d'essai et positionneur d'antenne .....	185
5.5 Procédure de validation de l'emplacement d'essai .....	185
5.5.1 Généralités .....	185
5.5.2 Perte d'insertion normalisée de l'emplacement (NSIL) .....	189
5.5.3 Méthode de site de référence .....	189
5.5.4 Critère d'acceptation .....	190
6 Emplacements d'essai pour la mesure du champ radioélectrique perturbateur dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz .....	190
6.1 Généralités .....	190
6.2 OATS .....	190
6.2.1 Généralités .....	190
6.2.2 Enceinte de protection contre les intempéries .....	191

6.2.3	Zone sans obstacle.....	191
6.2.4	Environnement radiofréquence ambiant d'un emplacement d'essai .....	193
6.2.5	Plan de sol.....	194
6.3	Aptitude des autres emplacements d'essai.....	194
6.3.1	Autres emplacements d'essai à plan de sol.....	194
6.3.2	Emplacements d'essai sans plan de sol (FAR).....	194
6.4	Validation des emplacements d'essai.....	195
6.4.1	Généralités .....	195
6.4.2	Vue d'ensemble des validations d'un emplacement d'essai .....	196
6.5	Paramètres de base de la méthode du NSA pour OATS et SAC.....	196
6.5.1	Equation générale et tableau des valeurs de NSA théoriques .....	196
6.5.2	Etalonnage de l'antenne .....	200
6.6	Méthode de site de référence pour OATS et SAC .....	200
6.6.1	Généralités .....	200
6.6.2	Antennes non admises pour les mesures par RSM .....	201
6.6.3	Détermination de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes sur un REFTS .....	202
6.6.4	Détermination de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes à l'aide d'une technique de moyennage sur un OATS de grandes dimensions.....	202
6.7	Validation d'un OATS par la méthode du NSA.....	206
6.7.1	Méthode de la fréquence discrète .....	206
6.7.2	Méthode par balayage de fréquence .....	207
6.8	Validation d'un OATS protégé contre les intempéries par une enceinte ou d'une SAC.....	207
6.9	Causes possibles de dépassement des limites d'acceptabilité de site .....	212
6.10	Validation de l'emplacement pour les FAR .....	213
6.10.1	Généralités .....	213
6.10.2	RSM pour les sites FAR.....	218
6.10.3	Méthode du NSA pour les sites FAR .....	220
6.10.4	Critère de validation de l'emplacement pour les sites FAR .....	222
6.11	Évaluation de la table d'essai et du pylône d'antenne .....	223
6.11.1	Généralités .....	223
6.11.2	Procédure d'évaluation de l'influence de la table d'essai .....	223
7	Emplacements d'essai pour la mesure des champs radioélectriques perturbateurs dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz.....	225
7.1	Généralités .....	225
7.2	Emplacement d'essai de référence.....	225
7.3	Validation des emplacements d'essai.....	225
7.3.1	Généralités .....	225
7.3.2	Critère d'acceptation pour la validation de l'emplacement .....	227
7.4	Exigences relatives à l'antenne pour la procédure d'essai normalisée avec le $S_{VSWR}$ .....	227
7.4.1	Généralités .....	227
7.4.2	Antenne d'émission.....	228
7.4.3	Antennes et équipement d'essai pour la procédure d'essai inverse avec le $S_{VSWR}$ .....	231
7.5	Positions exigées pour l'essai de validation de l'emplacement .....	231
7.5.1	Généralités .....	231

7.5.2	Description des positions de mesure de $S_{VSWR}$ dans un plan horizontal (Figure 23).....	232
7.5.3	Description des positions supplémentaires de mesure de $S_{VSWR}$ (Figure 24).....	233
7.5.4	Récapitulatif des positions de mesure de $S_{VSWR}$ .....	234
7.6	Validation de l'emplacement de $S_{VSWR}$ – procédure d'essai normalisée.....	237
7.7	Validation d'emplacement de $S_{VSWR}$ – procédure d'essai inverse utilisant une sonde de champ isotrope .....	238
7.8	Exigences concernant la position conditionnelle des mesures de $S_{VSWR}$ .....	240
7.9	Rapport d'essai de validation d'emplacement $S_{VSWR}$ .....	241
7.10	Limites de la méthode de validation d'emplacement de $S_{VSWR}$ .....	241
7.11	Autres emplacements d'essai.....	241
8	Dispositifs d'absorption en mode commun .....	242
8.1	Généralités .....	242
8.2	Mesures des paramètres $S$ d'un CMAD .....	242
8.3	Montage d'essai de CMAD .....	242
8.4	Méthode de mesure utilisant l'étalonnage TRL .....	243
8.5	Spécification d'un CMAD du type à pince en ferrite .....	245
8.6	Vérification de la performance (dégradation) des CMAD en utilisant un analyseur de spectre et un générateur de poursuite.....	246
9	Chambre de réverbération pour la mesure de la puissance totale rayonnée.....	249
10	Guides d'onde TEM pour les mesures des perturbations rayonnées .....	249
Annexe A (normative) Paramètres des antennes.....		250
A.1	Généralités .....	250
A.2	Antennes préférentielles .....	250
A.2.1	Généralités .....	250
A.2.2	Antenne calculable .....	250
A.2.3	Antennes à faible incertitude.....	251
A.3	Antennes doublets simples .....	251
A.3.1	Généralités .....	251
A.3.2	Doublet accordé.....	252
A.3.3	Doublet raccourci.....	252
A.4	Paramètres des antennes à large bande .....	254
A.4.1	Généralités .....	254
A.4.2	Type d'antenne .....	254
A.4.3	Spécification de l'antenne .....	255
A.4.4	Etalonnage de l'antenne .....	255
A.4.5	Informations pour les utilisateurs de l'antenne .....	255
Annexe B (xxx) (Vide).....		257
Annexe C (normative) Système d'antennes de grand diamètre pour les mesures du courant induit par un champ magnétique dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....		258
C.1	Généralités .....	258
C.2	Construction d'un LLAS.....	258
C.3	Construction d'une antenne de grand diamètre (LLA).....	258
C.4	Validation du LLAS .....	263
C.5	Construction de l'antenne doublet de vérification du LLAS .....	265
C.6	Facteurs de conversion.....	266
C.6.1	Généralités .....	266

C.6.2	Facteurs de conversion actuels pour un LLAS de diamètre non normalisé .....	266
C.6.3	Conversion du courant mesuré du LLAS en intensité du champ magnétique .....	268
C.7	Exemples .....	270
Annexe D (normative)	Détails de construction des emplacements d'essai en zone dégagée dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz (voir Article 6) .....	272
D.1	Généralités .....	272
D.2	Construction du plan de sol .....	272
D.2.1	Matériau .....	272
D.2.2	Rugosité .....	272
D.3	Servitudes de l'EUT .....	273
D.4	Construction de l'enceinte de protection contre les intempéries .....	273
D.4.1	Matériaux et attaches .....	273
D.4.1	Montages internes .....	274
D.4.2	Taille .....	274
D.4.3	Stabilité dans le temps et aux conditions climatiques .....	274
D.5	Table tournante et table d'essai .....	274
D.6	Installation du mât de l'antenne de réception .....	275
Annexe E (xxx) (Vide)	.....	276
Annexe F (informative)	Fondement du critère des $\pm 4$ dB pour l'acceptabilité d'un emplacement (voir Article 6) .....	277
F.1	Généralités .....	277
F.2	Analyse des erreurs .....	277
Annexe G (informative)	Exemples de bilans d'incertitude pour la validation d'emplacement d'un COMTS à l'aide de la RSM avec une paire d'antennes étalonnées (voir 6.6) .....	279
G.1	Grandeurs à étudier pour l'étalonnage de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes à l'aide de la technique de moyennage .....	279
G.2	Grandeurs à étudier pour l'étalonnage de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes à l'aide d'un REFTS .....	280
G.3	Grandeurs à étudier pour la validation du COMTS à l'aide de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes .....	281
Annexe H (informative)	Définition de l'incertitude de mesure de la réponse de polarisation croisée .....	282
H.1	Généralités .....	282
H.2	Exemple d'estimation de l'incertitude .....	285
H.3	Justification des estimations des grandeurs d'entrée données dans le Tableau H.1 et le Tableau H.3 .....	286
H.4	Mesurage de la XPR en dessous de 100 MHz sur un OATS .....	288
Annexe I (informative)	Incertitudes de mesure des résultats de validation du COMTS dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....	289
I.1	Grandeurs à prendre en compte pour la validation du COMTS à l'aide de la méthode NSIL .....	289
I.2	Grandeurs à prendre en compte pour la validation du COMTS à l'aide de la méthode RSM .....	291
Annexe J (normative)	Dérivation des valeurs de NSIL dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....	294
J.1	Généralités .....	294
J.2	Facteur d'antenne à champ magnétique .....	294
J.3	Perte d'insertion de l'emplacement .....	296

J.4	Perte d'insertion normalisée de l'emplacement.....	297
J.5	Tableaux de NSIL .....	301
Annexe K (informative) Recommandations pour la conception des emplacements d'essai dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....		306
K.1	Généralités .....	306
K.2	Dimensions et qualité du plan de sol.....	306
K.3	Zone sans obstacle.....	307
K.4	Zone sans résonance.....	307
Annexe L (informative) Exactitude des valeurs de NSIL dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....		309
L.1	Généralités .....	309
L.2	Vérification croisée du NEC avec des formules analytiques .....	309
L.3	Versions recommandées du NEC.....	310
L.4	Instabilités à l'extrémité inférieure de la plage de fréquences.....	311
L.5	Méthodes d'extrapolation pour résoudre les instabilités .....	311
L.6	Réduction du nombre de segments pour résoudre les instabilités .....	311
Annexe M (informative) Exemple de calcul pour les SAC de 10 m qui ne satisfont pas au critère de $\pm 4$ dB dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz .....		312
Annexe N (normative) Étalonnage de la somme des facteurs d'antenne du champ magnétique dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz.....		315
N.1	Généralités .....	315
N.2	Procédure d'étalonnage .....	315
N.3	Incertitudes de mesure .....	316
Bibliographie.....		318
Figure 34 – Exemple d'antenne-cadre de taille adaptée .....		173
Figure 1 – Représentation schématique du rayonnement de l'EUT atteignant une antenne LPDA directement et via réflexion sur le sol à un emplacement de 3 m, présentant la moitié de l'angle d'ouverture de faisceau, $\varphi$ , au niveau du rayon réfléchi .....		177
Figure 2 – Exemple de diagramme de rayonnement dans le plan E d'une antenne RX dans la zone limite grisée pour une distance de 3 m et un EUT d'une largeur de 2 m.....		182
Figure 3 – Détermination de la largeur maximale exploitable de l'EUT dans le cadre de l'utilisation de l'ouverture de faisceau à mi-puissance .....		183
Figure 4 – Détermination de la hauteur maximale exploitable de l'EUT dans le cadre de l'utilisation de l'ouverture de faisceau à mi-puissance .....		183
Figure 35 – Disposition générale des trois orientations de mesure $H_x$ , $H_y$ et $H_z$ , où $d$ est la distance de mesure et $h$ est la hauteur du point de référence .....		186
Figure 36 – Positions d'antenne .....		187
Figure 37 – Positions d'antenne .....		188
Figure 38 – Montage d'essai pour $V_{\text{DIRECT}}$ avec amplificateur de puissance et atténuateur .....		189
Figure 5 – Zone sans obstacle d'un emplacement d'essai équipé d'une table tournante .....		192
Figure 6 – Zone sans obstacle avec EUT fixe .....		193
Figure 7 – Position des points d'essai pour un essai à des distances de 3 m et de 10 m .....		202
Figure 8 – Position des points d'essai appariés pour toutes les distances d'essai .....		204
Figure 9 – Exemple de choix de points d'essai appariés pour un essai à une distance de 10 m .....		205
Figure 10 – Représentation d'une étude de l'influence du mât d'antenne sur $A_{\text{APR}}$ .....		205



Figure 11 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – mesures de validation en polarisation verticale.....	209
Figure 12 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – mesures de validation en polarisation horizontale.....	210
Figure 13 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – mesures de validation en polarisation verticale pour un EUT de faibles dimensions .....	211
Figure 14 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – mesures de validation en polarisation horizontale pour un EUT de faibles dimensions .....	212
Figure 15 – Positions de mesure pour la validation d'emplacement d'une FAR.....	215
Figure 16 – Exemple de position de mesure et d'inclinaison d'antenne pour la validation d'emplacement d'une FAR .....	217
Figure 17 – Montage de mesure du SA de référence type pour un emplacement d'essai en quasi espace libre .....	220
Figure 18 – NSA théorique en espace libre en fonction de la fréquence pour différentes distances de mesure [voir Equation (16)] .....	222
Figure 19 – Position de l'antenne par rapport au bord au-dessus d'une table d'essai rectangulaire (vue de dessus).....	225
Figure 20 – Position de l'antenne au-dessus de la table d'essai (vue de côté) .....	225
Figure 21 – Exemple de diagramme de rayonnement dans le plan E d'une antenne d'émission (à titre informatif uniquement).....	229
Figure 22 – Diagramme de rayonnement dans le plan H d'une antenne d'émission (exemple donné à titre informatif uniquement) .....	230
Figure 23 – Positions de mesure de $S_{VSWR}$ dans un plan horizontal (voir description en 7.5.2).....	232
Figure 24 – Positions de $S_{VSWR}$ (exigences de hauteur).....	234
Figure 25 – Exigences concernant la position conditionnelle des mesures de $S_{VSWR}$ .....	240
Figure 26 – Définition des plans de référence à l'intérieur du montage d'essai.....	243
Figure 27 – Les quatre configurations pour l'étalonnage TRL .....	245
Figure 28 – Limites pour l'amplitude de $S_{11}$ , mesurée selon les dispositions de 8.1 à 8.3 .....	246
Figure 29 – Exemple de conception d'adaptateur 50 $\Omega$ dans le flasque vertical du montage .....	247
Figure 30 – Exemple d'adaptateur avec symétriseur ou transformateur.....	248
Figure 31 – Exemple d'adaptateur avec réseau d'adaptation résistif .....	248
Figure A.1 – Facteurs d'antenne des doublets courts pour $R_L = 50 \Omega$ .....	253
Figure C.1 – LLAS constitué de trois antennes de grand diamètre mutuellement perpendiculaires .....	260
Figure C.2 – LLA comportant deux fentes opposées, positionnées symétriquement par rapport à la sonde de courant .....	261
Figure C.3 – Construction de la fente de LLA.....	261
Figure C.4 – Exemple de construction de fente de LLA utilisant une bande de circuit imprimé pour obtenir une construction rigide.....	262
Figure C.5 – Construction du boîtier métallique renfermant la sonde de courant .....	262
Figure C.6 – Exemple montrant le cheminement de plusieurs câbles de l'EUT afin de réduire le plus possible le couplage capacitif entre les conducteurs et le LLAS.....	263
Figure C.7 – Les huit positions du doublet de vérification du LLAS durant la validation d'une LLA .....	264

Figure C.8 – Facteurs de validation de référence pour des boucles de 2 m, 3 m et 4 m de diamètre .....	264
Figure C.9 – Construction de l'antenne doublet de vérification du LLAS .....	266
Figure C.10 – Sensibilité $S_D$ d'une LLA de diamètre $D$ par rapport à une LLA de 2 m de diamètre .....	267
Figure C.11 – Facteur de conversion $C_{dA}$ [pour la conversion en dB ( $\mu A/m$ )] pour trois distances de mesure normalisées $d$ .....	269
Figure D.1 – Critère de Rayleigh pour la rugosité du plan de sol .....	273
Figure J.1 – Étude du rayon du fil, normalisé à 0,001 m .....	298
Figure J.2 – Étude de la position du point d'alimentation (non à l'échelle) .....	299
Figure J.3 – Variation des valeurs de NSIL pour différents montages, à une distance de 3 m, $h = 1,3$ m .....	301
Figure J.4 – Spécification de la position du point d'alimentation pour les valeurs présentes dans les tableaux (non à l'échelle) .....	302
Figure J.5 – Exemples de calcul, diamètre du cadre de 60 cm, position des points d'alimentation selon la Figure J.4 .....	304
Figure K.1 – Dimensions minimales recommandées du plan de sol (vue du dessus) .....	306
Figure K.2 – Zone sans obstacle recommandée (vue du dessus) .....	307
Figure L.1 – Comparaison des valeurs de NSIL obtenues par formules analytiques et simulation informatique .....	310
Figure M.1 – Exemple de résultat de validation de l'emplacement .....	313
Figure M.2 – $U_{lab}$ calculée à partir du résultat de validation de l'emplacement .....	314
Figure M.3 – Facteur de correction dépendant de la fréquence .....	314
Figure N.1 – Disposition des antennes pour la méthode de somme des facteurs d'antenne .....	316
Tableau 9 – Pas de fréquence maximal .....	186
Tableau 10 – Critère d'acceptation .....	190
Tableau 1 – Méthodes de validation d'emplacement applicables pour les emplacements de type OATS, à base d'OATS, SAC et FAR .....	195
Tableau 2 – Affaiblissement normalisé théorique de l'emplacement, $A_N$ – Géométries recommandées pour les antennes à large bande <sup>a</sup> (1 de 2) .....	198
Tableau 3 – Exemple de modèle pour les ensembles de données $A_{APR}$ .....	201
Tableau 4 – Pas de fréquence de la RSM .....	201
Tableau 5 – Dimensions maximales du volume d'essai en fonction de la distance d'essai .....	213
Tableau 6 – Gammes de fréquences et pas pour la validation d'emplacement d'une FAR .....	218
Tableau 7 – Désignations des positions de mesure de $S_{VSWR}$ (1 de 3) .....	235
Tableau 8 – Exigences concernant les rapports de $S_{VSWR}$ .....	241
Tableau C.1 – Facteurs de validation de référence de la Figure C.8 pour des boucles de 2 m, 3 m et 4 m de diamètre .....	265
Tableau C.2 – Sensibilité $S_D$ d'une LLA de diamètre $D$ par rapport à une LLA de 2 m de diamètre (Figure C.10) .....	268
Tableau C.3 – Facteur de conversion de l'intensité du champ magnétique $C_{dA}$ pour trois distances de mesure (Figure C.11) .....	270
Tableau D.1 – Rugosité maximale pour des distances de mesure de 3 m, 10 m et 30 m .....	273
Tableau F.1 – Bilan d'erreur .....	277

Tableau G.1 – Etalonnage de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes à l'aide de la technique de moyennage sur un OATS de grandes dimensions .....	279
Tableau G.2 – Etalonnage de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes à l'aide du REFTS .....	280
Tableau G.3 – Validation du COMTS à l'aide de l'affaiblissement de site de référence avec une paire d'antennes .....	281
Tableau H.1 – Exemple d'estimation de l'incertitude pour le mesurage de la XPR dans une FAR avec des valeurs $a_{xpT} = 22$ dB, $a_{xpR} = 34$ dB définies par hypothèse.....	286
Tableau H.2 – Incertitudes dépendant des autres valeurs de $A_{xpT}$ (autres hypothèses que celles retenues dans le Tableau H.1) .....	288
Tableau H.3 – Exemple d'estimation de l'incertitude pour un mesurage de la XPR sur un OATS avec des valeurs $a_{xpT} = 22$ dB, $a_{xpR} = 34$ dB définies par hypothèse .....	288
Tableau I.1 – Exemple de bilan d'incertitude de mesure pour la validation du COMTS à l'aide de la méthode NSIL .....	289
Tableau I.2 – Exemple de bilan d'incertitude de mesure pour la validation du COMTS à l'aide de la méthode RSM .....	292
Tableau J.1 – Exemples de calcul (diamètre du cadre de 60 cm, $d = 3$ m, $h = 1,3$ m) .....	304
Tableau J.2 – Exemples de calcul (diamètre du cadre de 60 cm, $d = 5$ m, $h = 1,3$ m) .....	304
Tableau J.3 – Exemples de calcul (diamètre du cadre de 60 cm, $d = 10$ m, $h = 1,3$ m) .....	305
Tableau K.1 – Épaisseur de peau pour certains matériaux pratiques à 9 kHz.....	307
Tableau L.1 – Mises en œuvre recommandées du NEC .....	310
Tableau L.2 – Instabilités observées .....	311
Tableau M.1 – Incertitude de mesure des résultats des perturbations rayonnées de 9 kHz à 30 MHz .....	312
Tableau M.2 – Influence de $\delta A_i$ sur $U_{lab}$ .....	312
Tableau N.1 – Exemple de bilan d'incertitude pour la méthode de somme des facteurs d'antenne.....	316

## 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 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées

### 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.

**Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.**

**La CISPR 16-1-4 édition 4.2 contient la quatrième édition (2019-01) [documents CIS/A/1262/FDIS et CIS/A/1275/RVD], son amendement 1 (2020-06) [documents**

CISPR 16-1-4:2019+AMD1:2020 – 163 –  
+AMD2:2023 CSV © IEC 2023

**CIS/A/1316/FDIS et CIS/A/1320/RVD] et son amendement 2 (2023-04) [documents CIS/A/1389/FDIS et CIS/A/1393/RVD].**

**Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par les amendements 1 et 2. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.**

Cette édition constitue une révision technique.

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

- des dispositions ont été ajoutées pour traiter la validation des emplacements d'essai dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz en utilisant la méthode de site de référence, pour tenir compte du diagramme de rayonnement de l'antenne de réception dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz, ainsi qu'une description plus détaillée de la validation des emplacements d'essai par la méthode du NSA avec des antennes à large bande dans la plage de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz.

La Norme internationale CISPR 16-1-4 a été établie par le sous-comité CISPR A: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

Elle a le statut d'une publication fondamentale en CEM conformément au Guide IEC 107, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*.

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 la publication de base et de ses amendements 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.**

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

## Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées

### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CISPR 16 spécifie les caractéristiques et les performances des appareils de mesure de perturbations rayonnées dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 18 GHz. Elle comprend les spécifications pour les antennes et les emplacements d'essai.

NOTE Conformément au Guide 107 de l'IEC, la CISPR 16-1-4 est une publication fondamentale en CEM 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 s'il convient d'appliquer ou non cette norme d'essai en 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 exigences de cette publication s'appliquent à toutes les fréquences et à tous niveaux de perturbation rayonnée, dans les limites de la plage de lecture des appareils de mesure du CISPR.

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

### 2 Références normatives

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

CISPR 16-1-1:2019, *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*

CISPR 16-1-5:2014, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-5: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Emplacements d'étalonnage d'antenne et emplacements d'essai de référence pour la plage comprise entre 5 MHz et 18 GHz*  
CISPR 16-1-5:2014/AMD1:2016

CISPR 16-1-6:2014, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-6: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Etalonnage des antennes CEM*  
CISPR 16-1-6:2014/AMD1:2017  
CISPR 16-1-6:2014/AMD2:2022

CISPR 16-1-4:2019+AMD1:2020 – 165 –  
+AMD2:2023 CSV © IEC 2023

CISPR 16-2-3:2016, *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 – Mesurages des perturbations rayonnées*

CISPR 16-2-3:2016/AMD1:2019

CISPR 16-2-3:2016/AMD2:20—

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

CISPR 16-4-2, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure CEM*

IEC 60050-161, *Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

IEC 61000-4-20, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-20: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'émission et d'immunité dans les guides d'onde TEM*

IEC 61000-4-21, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-21: Techniques d'essai et de mesure – Méthodes d'essai en chambre réverbérante*