CISPR 16-1-4

Edition 5.0 2025-10

INTERNATIONAL STANDARD

REDLINE VERSION

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

ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-8327-0762-3

CONTENTS

FOREWORD 9
1 Scope 1
2 Normative references 11
3 Terms, definitions and abbreviated terms 12
3.1 Terms and definitions 12
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 19
4.3.3 Shielding of loop antenna 21
4.4 Antennas for the frequency range 150 kHz to 30 MHz 21
4.4.1 Electric field antenna 21
4.4.2 Magnetic field antenna 21
4.4.3 Balance and electric field discrimination of antennas 21
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 22
4.5.3 Antenna characteristics 22
4.5.4 Balance of antenna 24
4.5.5 Cross-polar response of antenna 25
4.6 Antennas for the frequency range 1 GHz to 18 GHz 26
4.6.1 General 26
4.6.2 Receive antenna 27
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 30
5.4 Set-up table and antenna positioner 30
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 37
6.2.1 General 37
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 45
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 55
6.10 Site validation for FAR sites 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 66
7.1 General 66
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 68
7.4 Antenna requirements for S_{VSWR} standard test procedure 68
7.4.1 General 68
7.4.2 Transmit antenna 68
7.4.3 Antennas and test equipment for the S_{VSWR} reciprocal test procedure 71
7.5 Required positions for site validation testing 72
7.5.1 General 72
7.5.2 Descriptions of S_{VSWR} measurement positions in a horizontal plane (Figure 27) 73
7.5.3 Descriptions of S_{VSWR} additional measurement positions (Figure 28) 74
7.5.4 Summary of S_{VSWR} measurement positions 74
7.6 S_{VSWR} site validation – standard test procedure 77

7.7 S_{VSWR} site validation – reciprocal test procedure using an isotropic field probe 78
7.8 S_{VSWR} conditional measurement position requirements 79
7.9 S_{VSWR} site validation test report 80
7.10 Limitations of the S_{VSWR} site validation method 81
7.11 Alternative test sites 81
8 Cable termination devices used in radiated emission testing 81
8.1 Common-mode absorption devices 81
8.1.1 General 81
8.1.2 CMAD S-parameter measurements 82
8.1.3 CMAD test jig 82
8.1.4 Measurement method using the TRL calibration 83
8.1.5 Specification of ferrite clamp-type CMAD 85
8.1.6 CMAD performance (degradation) check using spectrum analyzer and tracking generator 86
8.2 VHF-LISN cable termination devices 88
8.2.1 General 88
8.2.2 Balanced VHF-LISN 89
8.2.3 Unbalanced VHF-LISN 90
8.2.4 Measurement of the VHF-LISN impedance 92
9 Reverberating chamber for total radiated power measurement 98
10 TEM waveguides for radiated disturbance measurements 98
Annex A (normative) Parameters of antennas 99
A.1 General 99
A.2 Preferred antennas 99
A.2.1 General 99
A.2.2 Calculable antenna 99
A.2.3 Low-uncertainty antennas 100
A.3 Simple dipole antennas 101
A.3.1 General 101
A.3.2 Tuned dipole 101
A.3.3 Shortened dipole 101
A.4 Broadband antenna parameters 103
A.4.1 General 103
A.4.2 Antenna type 103
A.4.3 Specification of the antenna 103
A.4.4 Antenna calibration 104
A.4.5 Antenna user information 104
~~Annex B (XXX) (Void) .....~~
Annex B (normative) Large-loop antenna system for magnetic field induced-current measurements in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz 107
B.1 General 107
B.2 Construction of an LLAS 107
B.3 Construction of a large-loop antenna (LLA) 107
B.4 Validation of an LLAS 112
B.5 Construction of the LLAS verification dipole antenna 114
B.6 Conversion factors 115
B.6.1 General 115

B.6.2 Current conversion factors for an LLAS with non-standard diameter 116
B.6.3 Conversion of LLAS measured current to magnetic field strength 117
B.7 Examples 119
Annex C (normative) Construction details for open area test sites in the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz (see Clause 6) 120
C.1 General 120
C.2 Ground plane construction 120
C.2.1 Material 120
C.2.2 Roughness 120
C.3 Services to EUT 121
C.4 Weather-protection enclosure construction 121
C.4.1 Materials and fasteners 121
C.4.2 Internal arrangements 122
C.4.3 Size 122
C.4.4 Uniformity with time and weather 122
C.5 Turntable and set-up table 122
C.6 Receive antenna mast installation 123
Annex D (informative) Basis for the ±4 dB site acceptability criterion (see Clause 6) 124
D.1 General 124
D.2 Error analysis 124
~~Annex E (XXX) (Void) .....~~
Annex E (informative) Examples of uncertainty budgets for site validation of a COMTS using RSM with a calibrated antenna pair (see 6.6) 127
E.1 Quantities to be considered for antenna pair reference site attenuation calibration using the averaging technique 127
E.2 Quantities to be considered for antenna pair reference site attenuation calibration using a REFTS 128
E.3 Quantities to be considered for COMTS validation using an antenna pair reference site attenuation 128
Annex F (informative) Definition of uncertainty in cross-polar response measurement 130
F.1 General 130
F.2 Example uncertainty estimate 133
F.3 Rationale for the estimates of input quantities in Table F.1 and Table F.3 134
F.4 Measurement of XPR below 100 MHz at an OATS 136
Annex G (informative) Measurement uncertainties of COMTS validation results in the frequency range 9 kHz to 30 MHz 137
G.1 Quantities to be considered for COMTS validation using the NSIL method 137
G.2 Quantities to be considered for COMTS validation using the RSM method 139
Annex H (normative) Derivation of NSIL values in the frequency range 9 kHz to 30 MHz 142
H.1 General 142
H.2 Magnetic field antenna factor 143
H.3 Site insertion loss 144
H.4 Normalized site insertion loss 146
H.5 NSIL tables 149
Annex I (informative) Recommendations for the design of test sites in the frequency range 9 kHz to 30 MHz 154
I.1 General 154
I.2 Dimensions and quality of the ground plane 154
I.3 Obstruction free area 155

I.4 Resonance-free area 155
Annex J (informative) Accuracy of NSIL values in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz 157
J.1 General 157
J.2 Cross-check of NEC with analytic formulas 157
J.3 Recommended NEC versions 158
J.4 Instabilities at the lower frequency end 159
J.5 Extrapolation methods to solve instabilities 159
J.6 Reducing the number of segments to solve instabilities 160
Annex K (informative) Example calculation for 10 m SAC sites that do not fulfil the ±4 dB criterion within 9 kHz to 30 MHz 161
Annex L (normative) Calibration of the sum of magnetic field antenna factors in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz 164
L.1 General 164
L.2 Calibration procedure 164
L.3 Measurement uncertainties 165
Bibliography 167

Figure 1 – Example of size-compliant loop antenna 20
Figure 2 – Schematic of radiation from EUT reaching an LPDA antenna directly and via ground reflection at a 3 m site, showing the beamwidth half-angle, φ, at the reflected ray 24
Figure 3 – RX antenna E-plane radiation pattern example, with limit area shaded for 3 m distance and 2 m EUT width 28
Figure 4 – Determination of maximum useable EUT width using half-power beamwidth 29
Figure 5 – 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 6 – Antenna positions (top view) 33
Figure 7 – Antenna positions (3D view) 34
Figure 8 – Test set-up for V_{DIRECT} with power amplifier and attenuator 35
Figure 9 – Obstruction-free area of a test site with a turntable 38
Figure 10 – Obstruction-free area with stationary EUT 38
Figure 11 – Test point locations for 3 m and 10 m test distances 47
Figure 12 – Paired test point locations for all test distances 49
Figure 13 – Example of paired test point selection for a test distance of 10 m 49
Figure 14 – Illustration of an investigation of influence of antenna mast on A_{APR} 50
Figure 15 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – vertical polarization validation measurements 53
Figure 16 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – horizontal polarization validation measurements 53
Figure 17 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – vertical polarization validation measurements for a smaller EUT 54
Figure 18 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – horizontal polarization validation measurements for a smaller EUT 54
Figure 19 – Measurement positions for FAR site validation 57
Figure 20 – Example of one measurement position and antenna tilt for FAR site validation 58

Figure 21 – Typical quasi free-space test site reference SA measurement set-up 60
Figure 22 – Theoretical free-space NSA as a function of frequency for different measurement distances [see Equation (18)] 63
Figure 23 – Position of the antenna relative to the edge above a rectangle set-up table (top view) 66
Figure 24 – Antenna position above the set-up table (side view) 66
Figure 25 – Transmit antenna E-plane radiation pattern example (this example is for informative purposes only) 69
Figure 26 – Transmit antenna H-plane radiation pattern (this example is for informative purposes only) 71
Figure 27 – S_{VSWR} measurement positions in a horizontal plane (see 7.5.2 for description) 72
Figure 28 – S_{VSWR} positions (height requirements) 74
Figure 29 – S_{VSWR} conditional measurement position requirements 80
Figure 30 – Definition of the reference planes inside the test jig 83
Figure 31 – The four configurations for the TRL calibration 85
Figure 32 – Limits for the magnitude of S_{11}, measured according to the provisions of 8.1.1 to 8.1.3 86
Figure 33 – Example of a 50 Ω adaptor construction in the vertical flange of the jig 87
Figure 34 – Example of a matching adaptor with balun or transformer 88
Figure 35 – Example of a matching adaptor with resistive matching network 88
Figure 36 – Example circuit diagram of a balanced VHF-LISN 90
Figure 37 – Example circuit diagram of an unbalanced VHF-LISN 91
Figure 38 – Terminal-to-reference ground impedances of the VHF-LISN at the EUT mains port 93
Figure 39 – Example VHF-LISN impedance measurement set-up geometry 95
Figure 40 – Example IMA 96
Figure 41 – Connection between the IMA and the VHF-LISN 97
Figure A.1 – Short dipole antenna factors for R_L = 50 Ω 102
Figure B.1 – The LLAS, consisting of three mutually perpendicular large-loop antennas 109
Figure B.2 – An LLA containing two opposite slits, positioned symmetrically with respect to the current probe C 110
Figure B.3 – Construction of an LLA slit 110
Figure B.4 – Example of an LLA slit construction using a strap of printed circuit board to obtain a rigid construction 111
Figure B.5 – Construction of the metal box containing the current probe 111
Figure B.6 – Example showing the routing of several cables from an EUT to minimize capacitive coupling from the leads to the LLAS 112
Figure B.7 – The eight positions of the LLAS verification dipole during validation of an LLA 113
Figure B.8 – Reference validation factors for loops of 2 m, 3 m, and 4 m diameters 113
Figure B.9 – Construction of the LLAS verification dipole antenna 115
Figure B.10 – Sensitivity S_D of an LLA with diameter D relative to an LLA with 2 m diameter 117
Figure B.11 – Conversion factor C_{dA} [for conversion into dB(μA/m)] for three standard measurement distances d 118

Figure C.1 – The Rayleigh criterion for roughness in the ground plane 121
Figure H.1 – Investigation of wire radius, normalized to 0,001 m 146
Figure H.2 – Investigation of feed point location (not to scale) 147
Figure H.3 – Variation of NSIL values for various set-ups, for a distance of 3 m, h = 1,3 149
Figure H.4 – Specification of feed point location for tabular values (not to scale) 150
Figure H.5 – Calculation examples, loop diameter 60 cm, feed point location per Figure H.4 152
Figure I.1 – Recommended minimum dimensions of the ground plane (top view) 154
Figure I.2 – Recommended obstruction free area (top view) 155
Figure J.1 – Comparison of NSIL values by analytic formulas and computer simulation 158
Figure K.1 – Example site validation result 162
Figure K.2 – U_{lab} calculated from site validation result 163
Figure K.3 – Frequency-dependent correction factor 163
Figure L.1 – Antenna arrangement for the sum of antenna factors method 165

Table 1 – Maximum frequency step size 32
Table 2 – Acceptance criterion 36
Table 3 – Site validation methods applicable for OATS, OATS-based, SAC, and FAR site types 40
Table 4 – Theoretical normalized site attenuation, A_N – recommended geometries for broadband antennas [a] 43
Table 5 – Example template for A_{APR} data sets 46
Table 6 – RSM frequency steps 46
Table 7 – Maximum dimensions of test volume versus test distance 55
Table 8 – Frequency ranges and step sizes for FAR site validation 57
Table 9 – S_{VSWR} measurement position designations 75
Table 10 – S_{VSWR} reporting requirements 80
Table 11 – Specifications for the EUT mains port of the balanced VHF-LISN 89
Table 12 – Specifications for the EUT mains port of the unbalanced VHF-LISN 91
Table B.1 – Reference validation factors of Figure B.8 for loops of 2 m, 3 m, and 4 m diameters 114
Table B.2 – Sensitivity S_D of an LLA with diameter D relative to an LLA with 2 m diameter (Figure B.10) 116
Table B.3 – Magnetic field strength conversion factor C_{dA} for three measurement distances (Figure B.11) 119
Table C.1 – Maximum roughness for 3 m, 10 m and 30 m measurement distances 121
Table D.1 – Error budget 125
Table E.1 – Antenna pair reference site attenuation calibration using the large-OATS averaging technique 127
Table E.2 – Antenna pair reference site attenuation calibration using REFTS 128
Table E.3 – COMTS validation using an antenna pair reference site attenuation 129
Table F.1 – Example uncertainty estimate for XPR measurement in a FAR and assumed a_{xpT} = 22 dB, a_{xpR} = 34 dB 134

Table F.2 – Uncertainties depending on other values of A_{xpT} (other assumptions as in Table F.1) 136
Table F.3 – Example uncertainty estimate for XPR measurement at an OATS and assumed a_{xpT} = 22 dB, a_{xpR} = 34 dB 136
Table G.1 – Example measurement uncertainty budget for COMTS validation using the NSIL method 137
Table G.2 – Example measurement uncertainty budget for COMTS validation using the RSM method 140
Table H.1 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, d = 3 m, h = 1,3 m) 152
Table H.2 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, d = 5 m, h = 1,3 m) 152
Table H.3 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, d = 10 m, h = 1,3 m) 153
Table I.1 – Skin depth for some practical materials at 9 kHz 155
Table J.1 – Recommended NEC implementations 159
Table J.2 – Observed instabilities 159
Table K.1 – Measurement uncertainty of radiated disturbance results from 9 kHz to 30 MHz 161
Table K.2 – Influence of δA_i on U_{lab} 161
Table L.1 – Example of an uncertainty budget for sum of antenna factors method 165

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at https://patents.iec.ch. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This redline version of the official IEC Standard allows the user to identify the changes made to the previous edition CISPR 16-1-4:2019+AMD1:2020+AMD2:2023 CSV. A vertical bar appears in the margin wherever a change has been made. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text.

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

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2019, Amendment 1:2020 and Amendment 2:2023. This edition constitutes a technical revision.

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

a) revision of the definition 3.1.7 and of the general introduction 8.1.1 for CMAD;
b) introduction of a new cable termination device, the very high frequency line impedance stabilization network (VHF-LISN) in 8.2;
c) addition of definition 3.1.34 for VHF-LISN, 3.1.20 for reference ground, 3.1.21 for reference ground plane and 3.1.31 for TN-C-S power system;
d) various non-technical editorial, style, and wording adjustments for consistency with drafting rules.

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

Draft	Report on voting
CIS/A/1466/FDIS	CIS/A/1475/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107 [1], *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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 this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

– reconfirmed,
– withdrawn, or
– revised.

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 [1], [1] 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 CISPR 16-2-3, further information on radio disturbance is given in CISPR TR 16-3 [2], and uncertainties, statistics, and limit modelling are covered in CISPR 16-4 series [3].

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 16-1-2:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Coupling devices for conducted disturbance measurements*
CISPR 16-1-2:2014/AMD1:2017

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~~2023

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

[1] Numbers in square brackets refer to the bibliography.

~~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 60050-161:2014, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60050-195:2021, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 195: Earthing and protection against electric shock*

~~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*~~

CISPR 16-1-4

Edition 5.0 2025-10

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 mesurages des perturbations rayonnées

ICS 33.100.10, 33.100.20

ISBN 978-2-8327-0736-4

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 18
4 Antennas for measurement of radiated radio disturbance 18
4.1 General 18
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 19
4.3.3 Shielding of loop antenna 21
4.4 Antennas for the frequency range 150 kHz to 30 MHz 21
4.4.1 Electric field antenna 21
4.4.2 Magnetic field antenna 21
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 22
4.5.3 Antenna characteristics 22
4.5.4 Balance of antenna 24
4.5.5 Cross-polar response of antenna 25
4.6 Antennas for the frequency range 1 GHz to 18 GHz 26
4.6.1 General 26
4.6.2 Receive antenna 27
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 30
5.4 Set-up table and antenna positioner 30
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 37
6.2.1 General 37
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 55
6.10 Site validation for FAR sites 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 66
7.1 General 66
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 68
7.4 Antenna requirements for S_{VSWR} standard test procedure 68
7.4.1 General 68
7.4.2 Transmit antenna 68
7.4.3 Antennas and test equipment for the S_{VSWR} reciprocal test procedure 71
7.5 Required positions for site validation testing 72
7.5.1 General 72
7.5.2 Descriptions of S_{VSWR} measurement positions in a horizontal plane (Figure 27) 73
7.5.3 Descriptions of S_{VSWR} additional measurement positions (Figure 28) 74
7.5.4 Summary of S_{VSWR} measurement positions 74
7.6 S_{VSWR} site validation – standard test procedure 77

7.7 S_{VSWR} site validation – reciprocal test procedure using an isotropic field probe 78
7.8 S_{VSWR} conditional measurement position requirements 79
7.9 S_{VSWR} site validation test report 80
7.10 Limitations of the S_{VSWR} site validation method 81
7.11 Alternative test sites 81
8 Cable termination devices used in radiated emission testing 81
8.1 Common-mode absorption devices 81
8.1.1 General 81
8.1.2 CMAD S-parameter measurements 82
8.1.3 CMAD test jig 82
8.1.4 Measurement method using the TRL calibration 83
8.1.5 Specification of ferrite clamp-type CMAD 85
8.1.6 CMAD performance (degradation) check using spectrum analyzer and tracking generator 86
8.2 VHF-LISN cable termination devices 88
8.2.1 General 88
8.2.2 Balanced VHF-LISN 89
8.2.3 Unbalanced VHF-LISN 90
8.2.4 Measurement of the VHF-LISN impedance 92
9 Reverberating chamber for total radiated power measurement 98
10 TEM waveguides for radiated disturbance measurements 98
Annex A (normative) Parameters of antennas 99
A.1 General 99
A.2 Preferred antennas 99
A.2.1 General 99
A.2.2 Calculable antenna 99
A.2.3 Low-uncertainty antennas 100
A.3 Simple dipole antennas 101
A.3.1 General 101
A.3.2 Tuned dipole 101
A.3.3 Shortened dipole 101
A.4 Broadband antenna parameters 103
A.4.1 General 103
A.4.2 Antenna type 103
A.4.3 Specification of the antenna 103
A.4.4 Antenna calibration 104
A.4.5 Antenna user information 104
Annex B (normative) Large-loop antenna system for magnetic field induced-current measurements in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz 106
B.1 General 106
B.2 Construction of an LLAS 106
B.3 Construction of a large-loop antenna (LLA) 106
B.4 Validation of an LLAS 111
B.5 Construction of the LLAS verification dipole antenna 113
B.6 Conversion factors 114
B.6.1 General 114
B.6.2 Current conversion factors for an LLAS with non-standard diameter 115

B.6.3 Conversion of LLAS measured current to magnetic field strength 116
B.7 Examples 118
Annex C (normative) Construction details for open area test sites in the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz (see Clause 6) 119
C.1 General 119
C.2 Ground plane construction 119
C.2.1 Material 119
C.2.2 Roughness 119
C.3 Services to EUT 120
C.4 Weather-protection enclosure construction 120
C.4.1 Materials and fasteners 120
C.4.2 Internal arrangements 121
C.4.3 Size 121
C.4.4 Uniformity with time and weather 121
C.5 Turntable and set-up table 121
C.6 Receive antenna mast installation 122
Annex D (informative) Basis for the ±4 dB site acceptability criterion (see Clause 6) 123
D.1 General 123
D.2 Error analysis 123
Annex E (informative) Examples of uncertainty budgets for site validation of a COMTS using RSM with a calibrated antenna pair (see 6.6) 125
E.1 Quantities to be considered for antenna pair reference site attenuation calibration using the averaging technique 125
E.2 Quantities to be considered for antenna pair reference site attenuation calibration using a REFTS 126
E.3 Quantities to be considered for COMTS validation using an antenna pair reference site attenuation 126
Annex F (informative) Definition of uncertainty in cross-polar response measurement 128
F.1 General 128
F.2 Example uncertainty estimate 131
F.3 Rationale for the estimates of input quantities in Table F.1 and Table F.3 132
F.4 Measurement of XPR below 100 MHz at an OATS 134
Annex G (informative) Measurement uncertainties of COMTS validation results in the frequency range 9 kHz to 30 MHz 135
G.1 Quantities to be considered for COMTS validation using the NSIL method 135
G.2 Quantities to be considered for COMTS validation using the RSM method 137
Annex H (normative) Derivation of NSIL values in the frequency range 9 kHz to 30 MHz 140
H.1 General 140
H.2 Magnetic field antenna factor 141
H.3 Site insertion loss 142
H.4 Normalized site insertion loss 144
H.5 NSIL tables 147
Annex I (informative) Recommendations for the design of test sites in the frequency range 9 kHz to 30 MHz 152
I.1 General 152
I.2 Dimensions and quality of the ground plane 152
I.3 Obstruction free area 153
I.4 Resonance-free area 153

Annex J (informative) Accuracy of NSIL values in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz 155
J.1 General 155
J.2 Cross-check of NEC with analytic formulas 155
J.3 Recommended NEC versions 156
J.4 Instabilities at the lower frequency end 157
J.5 Extrapolation methods to solve instabilities 157
J.6 Reducing the number of segments to solve instabilities 158
Annex K (informative) Example calculation for 10 m SAC sites that do not fulfil the ±4 dB criterion within 9 kHz to 30 MHz 159
Annex L (normative) Calibration of the sum of magnetic field antenna factors in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz 162
L.1 General 162
L.2 Calibration procedure 162
L.3 Measurement uncertainties 163
Bibliography 165

Figure 1 – Example of size-compliant loop antenna 20
Figure 2 – Schematic of radiation from EUT reaching an LPDA antenna directly and via ground reflection at a 3 m site, showing the beamwidth half-angle, φ, at the reflected ray 24
Figure 3 – RX antenna E-plane radiation pattern example, with limit area shaded for 3 m distance and 2 m EUT width 28
Figure 4 – Determination of maximum useable EUT width using half-power beamwidth 29
Figure 5 – 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 6 – Antenna positions (top view) 33
Figure 7 – Antenna positions (3D view) 34
Figure 8 – Test set-up for V_{DIRECT} with power amplifier and attenuator 35
Figure 9 – Obstruction-free area of a test site with a turntable 38
Figure 10 – Obstruction-free area with stationary EUT 38
Figure 11 – Test point locations for 3 m and 10 m test distances 47
Figure 12 – Paired test point locations for all test distances 49
Figure 13 – Example of paired test point selection for a test distance of 10 m 49
Figure 14 – Illustration of an investigation of influence of antenna mast on A_{APR} 50
Figure 15 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – vertical polarization validation measurements 53
Figure 16 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – horizontal polarization validation measurements 53
Figure 17 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – vertical polarization validation measurements for a smaller EUT 54
Figure 18 – Typical antenna positions for a weather-protected OATS or a SAC – horizontal polarization validation measurements for a smaller EUT 54
Figure 19 – Measurement positions for FAR site validation 57
Figure 20 – Example of one measurement position and antenna tilt for FAR site validation 58
Figure 21 – Typical quasi free-space test site reference SA measurement set-up 60

Figure 22 – Theoretical free-space NSA as a function of frequency for different measurement distances [see Equation (18)] 63
Figure 23 – Position of the antenna relative to the edge above a rectangle set-up table (top view) 66
Figure 24 – Antenna position above the set-up table (side view) 66
Figure 25 – Transmit antenna E-plane radiation pattern example (this example is for informative purposes only) 69
Figure 26 – Transmit antenna H-plane radiation pattern (this example is for informative purposes only) 71
Figure 27 – S_{VSWR} measurement positions in a horizontal plane (see 7.5.2 for description) 72
Figure 28 – S_{VSWR} positions (height requirements) 74
Figure 29 – S_{VSWR} conditional measurement position requirements 80
Figure 30 – Definition of the reference planes inside the test jig 83
Figure 31 – The four configurations for the TRL calibration 85
Figure 32 – Limits for the magnitude of S_{11}, measured according to the provisions of 8.1.1 to 8.1.3 86
Figure 33 – Example of a 50 Ω adaptor construction in the vertical flange of the jig 87
Figure 34 – Example of a matching adaptor with balun or transformer 87
Figure 35 – Example of a matching adaptor with resistive matching network 88
Figure 36 – Example circuit diagram of a balanced VHF-LISN 90
Figure 37 – Example circuit diagram of an unbalanced VHF-LISN 91
Figure 38 – Terminal-to-reference ground impedances of the VHF-LISN at the EUT mains port 93
Figure 39 – Example VHF-LISN impedance measurement set-up geometry 95
Figure 40 – Example IMA 96
Figure 41 – Connection between the IMA and the VHF-LISN 97
Figure A.1 – Short dipole antenna factors for R_L = 50 Ω 102
Figure B.1 – The LLAS, consisting of three mutually perpendicular large-loop antennas 108
Figure B.2 – An LLA containing two opposite slits, positioned symmetrically with respect to the current probe C 109
Figure B.3 – Construction of an LLA slit 109
Figure B.4 – Example of an LLA slit construction using a strap of printed circuit board to obtain a rigid construction 110
Figure B.5 – Construction of the metal box containing the current probe 110
Figure B.6 – Example showing the routing of several cables from an EUT to minimize capacitive coupling from the leads to the LLAS 111
Figure B.7 – The eight positions of the LLAS verification dipole during validation of an LLA 112
Figure B.8 – Reference validation factors for loops of 2 m, 3 m, and 4 m diameters 112
Figure B.9 – Construction of the LLAS verification dipole antenna 114
Figure B.10 – Sensitivity S_D of an LLA with diameter D relative to an LLA with 2 m diameter 116
Figure B.11 – Conversion factor C_{dA} [for conversion into dB(μA/m)] for three standard measurement distances d 117
Figure C.1 – The Rayleigh criterion for roughness in the ground plane 120

Figure H.1 – Investigation of wire radius, normalized to 0,001 m 144
Figure H.2 – Investigation of feed point location (not to scale) 145
Figure H.3 – Variation of NSIL values for various set-ups, for a distance of 3 m, h = 1,3 147
Figure H.4 – Specification of feed point location for tabular values (not to scale) 148
Figure H.5 – Calculation examples, loop diameter 60 cm, feed point location per Figure H.4 150
Figure I.1 – Recommended minimum dimensions of the ground plane (top view) 152
Figure I.2 – Recommended obstruction free area (top view) 153
Figure J.1 – Comparison of NSIL values by analytic formulas and computer simulation 156
Figure K.1 – Example site validation result 160
Figure K.2 – U_{lab} calculated from site validation result 161
Figure K.3 – Frequency-dependent correction factor 161
Figure L.1 – Antenna arrangement for the sum of antenna factors method 163

Table 1 – Maximum frequency step size 32
Table 2 – Acceptance criterion 36
Table 3 – Site validation methods applicable for OATS, OATS-based, SAC, and FAR site types 40
Table 4 – Theoretical normalized site attenuation, A_{N} – recommended geometries for broadband antennas [a] 43
Table 5 – Example template for A_{APR} data sets 46
Table 6 – RSM frequency steps 46
Table 7 – Maximum dimensions of test volume versus test distance 55
Table 8 – Frequency ranges and step sizes for FAR site validation 57
Table 9 – S_{VSWR} measurement position designations 75
Table 10 – S_{VSWR} reporting requirements 80
Table 11 – Specifications for the EUT mains port of the balanced VHF-LISN 89
Table 12 – Specifications for the EUT mains port of the unbalanced VHF-LISN 91
Table B.1 – Reference validation factors of Figure B.8 for loops of 2 m, 3 m, and 4 m diameters 113
Table B.2 – Sensitivity S_{D} of an LLA with diameter D relative to an LLA with 2 m diameter (Figure B.10) 115
Table B.3 – Magnetic field strength conversion factor C_{dA} for three measurement distances (Figure B.11) 118
Table C.1 – Maximum roughness for 3 m, 10 m and 30 m measurement distances 120
Table D.1 – Error budget 124
Table E.1 – Antenna pair reference site attenuation calibration using the large-OATS averaging technique 125
Table E.2 – Antenna pair reference site attenuation calibration using REFTS 126
Table E.3 – COMTS validation using an antenna pair reference site attenuation 127
Table F.1 – Example uncertainty estimate for XPR measurement in a FAR and assumed a_{xpT} = 22 dB, a_{xpR} = 34 dB 132
Table F.2 – Uncertainties depending on other values of A_{xpT} (other assumptions as in Table F.1) 134

Table F.3 – Example uncertainty estimate for XPR measurement at an OATS and assumed a_{xpT} = 22 dB, a_{xpR} = 34 dB 134
Table G.1 – Example measurement uncertainty budget for COMTS validation using the NSIL method 135
Table G.2 – Example measurement uncertainty budget for COMTS validation using the RSM method 138
Table H.1 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, d = 3 m, h = 1,3 m) 150
Table H.2 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, d = 5 m, h = 1,3 m) 150
Table H.3 – Calculation examples (loop diameter 60 cm, d = 10 m, h = 1,3 m) 151
Table I.1 – Skin depth for some practical materials at 9 kHz 153
Table J.1 – Recommended NEC implementations 157
Table J.2 – Observed instabilities 157
Table K.1 – Measurement uncertainty of radiated disturbance results from 9 kHz to 30 MHz 159
Table K.2 – Influence of δA_i on U_{lab} 159
Table L.1 – Example of an uncertainty budget for sum of antenna factors method 163

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at https://patents.iec.ch. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2019, Amendment 1:2020 and Amendment 2:2023. This edition constitutes a technical revision.

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

a) revision of the definition 3.1.7 and of the general introduction 8.1.1 for CMAD;
b) introduction of a new cable termination device, the very high frequency line impedance stabilization network (VHF-LISN) in 8.2;
c) addition of definition 3.1.34 for VHF-LISN, 3.1.20 for reference ground, 3.1.21 for reference ground plane and 3.1.31 for TN-C-S power system;
d) various non-technical editorial, style, and wording adjustments for consistency with drafting rules.

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

Draft	Report on voting
CIS/A/1466/FDIS	CIS/A/1475/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107 [1], *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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 this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

– reconfirmed,
– withdrawn, or
– revised.

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 [1], [1] 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 CISPR 16-2-3, further information on radio disturbance is given in CISPR TR 16-3 [2], and uncertainties, statistics, and limit modelling are covered in CISPR 16-4 series [3].

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 16-1-2:2014, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Coupling devices for conducted disturbance measurements*
CISPR 16-1-2:2014/AMD1:2017

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/AMD2:2023

IEC 60050-161:2014, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 161: Electromagnetic compatibility*

---

[1] Numbers in square brackets refer to the bibliography.

IEC 60050-195:2021, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 195: Earthing and protection against electric shock*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 10
1 Domaine d'application 12
2 Références normatives 12
3 Termes, définitions et abréviations 13
3.1 Termes et définitions 13
3.2 Abréviations 20
4 Antennes pour le mesurage des perturbations radioélectriques rayonnées 21
4.1 Généralités 21
4.2 Paramètre physique (mesurande) pour les mesurages des perturbations rayonnées 21
4.3 Antennes pour la plage de fréquences de 9 kHz à 150 kHz 22
4.3.1 Généralités 22
4.3.2 Antenne à champ magnétique 22
4.3.3 Blindage de l'antenne-cadre 23
4.4 Antennes pour la plage de fréquences de 150 kHz à 30 MHz 23
4.4.1 Antenne à champ électrique 23
4.4.2 Antenne à champ magnétique 24
4.4.3 Symétrisation et discrimination du champ électrique des antennes 24
4.5 Antennes pour la plage de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz 24
4.5.1 Généralités 24
4.5.2 Antenne à faible incertitude pour utilisation en cas de non-conformité présumée des limites d'intensité du champ électrique 24
4.5.3 Caractéristiques de l'antenne 25
4.5.4 Symétrisation de l'antenne 27
4.5.5 Réponse de polarisation croisée de l'antenne 29
4.6 Antennes pour la plage de fréquences de 1 GHz à 18 GHz 30
4.6.1 Généralités 30
4.6.2 Antenne de réception 30
4.7 Montages d'antennes particuliers – Système d'antennes-cadres de grand diamètre 32
5 Emplacements d'essai pour le mesurage des champs radioélectriques perturbateurs dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz 33
5.1 Généralités 33
5.2 Environnement radiofréquence ambiant d'un emplacement d'essai 33
5.3 Distance de mesure et volume d'essai 33
5.4 Table d'essai et positionneur d'antenne 33
5.5 Procédure de validation de l'emplacement d'essai 34
5.5.1 Généralités 34
5.5.2 Perte d'insertion normalisée de l'emplacement (NSIL) 38
5.5.3 Méthode de l'emplacement de référence 38
5.5.4 Critère d'acceptation 39
6 Emplacements d'essai pour le mesurage des champs radioélectriques perturbateurs dans la plage de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz 39
6.1 Généralités 39
6.2 OATS 40
6.2.1 Généralités 40
6.2.2 Enceinte de protection contre les intempéries 40

6.2.3 Zone sans obstacle 40
6.2.4 Environnement radiofréquence ambiant d'un emplacement d'essai 41
6.2.5 Plan de masse 42
6.3 Aptitude des autres emplacements d'essai 42
6.3.1 Autres emplacements d'essai avec un plan de masse 42
6.3.2 Emplacements d'essai sans plan de masse (FAR) 43
6.4 Validation des emplacements d'essai 43
6.4.1 Généralités 43
6.4.2 Vue d'ensemble des validations d'un emplacement d'essai 44
6.5 Paramètres de base de la méthode du NSA pour les OATS et les SAC 44
6.5.1 Équation générale et tableau des valeurs de NSA théoriques 44
6.5.2 Étalonnage de l'antenne 48
6.6 Méthode de l'emplacement de référence pour les OATS et les SAC 48
6.6.1 Généralités 48
6.6.2 Antennes non admises pour les mesurages par RSM 49
6.6.3 Détermination de l'affaiblissement de l'emplacement de référence avec une paire d'antennes sur un REFTS 50
6.6.4 Détermination de l'affaiblissement de l'emplacement de référence avec une paire d'antennes par la technique de moyennage sur un OATS de grandes dimensions 51
6.7 Validation d'un OATS par la méthode du NSA 54
6.7.1 Méthode de la fréquence discrète 54
6.7.2 Méthode par balayage de fréquence 55
6.8 Validation d'un OATS protégé contre les intempéries par une enceinte ou une SAC 56
6.9 Causes possibles de dépassement des limites d'acceptabilité d'un emplacement 60
6.10 Critère de validation pour les emplacements FAR 60
6.10.1 Généralités 60
6.10.2 RSM pour les emplacements FAR 64
6.10.3 Méthode du NSA pour les emplacements FAR 66
6.10.4 Critère de validation d'emplacement pour les emplacements FAR 69
6.11 Évaluation de la table d'essai et du pylône d'antenne 69
6.11.1 Généralités 69
6.11.2 Procédure d'évaluation de l'influence de la table d'essai 70
7 Emplacements d'essai pour le mesurage des champs radioélectriques perturbateurs dans la plage de fréquences de 1 GHz à 18 GHz 72
7.1 Généralités 72
7.2 Emplacement d'essai de référence 72
7.3 Validation des emplacements d'essai 72
7.3.1 Généralités 72
7.3.2 Critère d'acceptation pour la validation de l'emplacement 74
7.4 Exigences relatives à l'antenne pour la procédure d'essai normalisée avec le S_{VSWR} 74
7.4.1 Généralités 74
7.4.2 Antenne d'émission 75
7.4.3 Antennes et équipement d'essai pour la procédure d'essai inverse avec le S_{VSWR} 78
7.5 Positions exigées pour les essais de validation de l'emplacement 78
7.5.1 Généralités 78

7.5.2 Description des positions de mesure de S_{VSWR} dans un plan horizontal (Figure 27) 79
7.5.3 Description des positions de mesure supplémentaires de S_{VSWR} (Figure 28) 80
7.5.4 Récapitulatif des positions de mesure de S_{VSWR} 81
7.6 Validation de l'emplacement de S_{VSWR} – procédure d'essai normalisée 84
7.7 Validation d'emplacement avec le S_{VSWR} – procédure d'essai inverse utilisant une sonde de champ isotrope 85
7.8 Exigences concernant les positions de mesure conditionnelles de S_{VSWR} 86
7.9 Rapport d'essai de validation d'emplacement avec le S_{VSWR} 87
7.10 Limites de la méthode de validation d'emplacement avec le S_{VSWR} 88
7.11 Autres emplacements d'essai 88
8 Dispositifs de terminaison de câble utilisés pour les essais des émissions rayonnées 89
8.1 Dispositifs d'absorption en mode commun 89
8.1.1 Généralités 89
8.1.2 Mesurages des paramètres S d'un CMAD 89
8.1.3 Montage d'essai de CMAD 89
8.1.4 Méthode de mesure utilisant l'étalonnage TRL 91
8.1.5 Spécification d'un CMAD du type à pince en ferrite 93
8.1.6 Vérification de la performance (dégradation) des CMAD en utilisant un analyseur de spectre et un générateur de poursuite 95
8.2 Dispositifs de terminaison de câble RISL-VHF 97
8.2.1 Généralités 97
8.2.2 RISL-VHF symétrique 98
8.2.3 RISL-VHF asymétrique 99
8.2.4 Mesurage de l'impédance du RISL-VHF 101
9 Chambre de réverbération pour le mesurage de la puissance totale rayonnée 107
10 Guides d'onde TEM pour les mesurages des perturbations rayonnées 107
Annexe A (normative) Paramètres des antennes 108
A.1 Généralités 108
A.2 Antennes préférentielles 108
A.2.1 Généralités 108
A.2.2 Antenne calculable 108
A.2.3 Antennes à faible incertitude 109
A.3 Antennes doublets simples 110
A.3.1 Généralités 110
A.3.2 Doublet accordé 110
A.3.3 Doublet raccourci 111
A.4 Paramètres des antennes à large bande 113
A.4.1 Généralités 113
A.4.2 Type d'antenne 113
A.4.3 Spécification de l'antenne 113
A.4.4 Étalonnage de l'antenne 114
A.4.5 Informations pour les utilisateurs de l'antenne 114
Annexe B (normative) Système d'antennes-cadres de grand diamètre pour les mesurages du courant induit par un champ magnétique dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz 116

B.1 Généralités 116
B.2 Construction d'un LLAS 116
B.3 Construction d'une antenne-cadre de grand diamètre (LLA) 116
B.4 Validation d'une LLAS 121
B.5 Construction de l'antenne doublet de vérification du LLAS 123
B.6 Facteurs de conversion 124
B.6.1 Généralités 124
B.6.2 Facteurs de conversion actuels pour un LLAS de diamètre non normalisé 125
B.6.3 Conversion du courant mesuré du LLAS en intensité du champ magnétique 126
B.7 Exemples 129
Annexe C (normative) Détails de construction des emplacements d'essai en zone dégagée dans la plage de fréquences de 30 MHz à1 000 MHz (voir l'Article 6) 130
C.1 Généralités 130
C.2 Construction du plan de masse 130
C.2.1 Matériau 130
C.2.2 Rugosité 130
C.3 Servitudes de l'EUT 131
C.4 Construction de l'enceinte de protection contre les intempéries 131
C.4.1 Matériaux et fixations 131
C.4.2 Montages internes 132
C.4.3 Taille 132
C.4.4 Stabilité dans le temps et aux conditions climatiques 132
C.5 Table tournante et table d'essai 132
C.6 Installation du mât de l'antenne de réception 133
Annexe D (informative) Fondement du critère des ±4 dB pour l'acceptabilité d'un emplacement (voir l'Article 6) 134
D.1 Généralités 134
D.2 Analyse des erreurs 134
Annexe E (informative) Exemples de bilans d'incertitude pour la validation d'emplacement d'un COMTS à l'aide de la méthode RSM avec une paire d'antennes étalonnées (voir le 6.6) 136
E.1 Grandeurs à étudier pour l'étalonnage de l'affaiblissement de l'emplacement de référence avec une paire d'antennes par la technique de moyennage 136
E.2 Grandeurs à étudier pour l'étalonnage de l'affaiblissement de l'emplacement de référence avec une paire d'antennes à l'aide d'un REFTS 137
E.3 Grandeurs à prendre en compte pour la validation d'un COMTS à l'aide de l'affaiblissement de l'emplacement de référence avec une paire d'antennes 137
Annexe F (informative) Définition de l'incertitude de mesure sur la réponse de polarisation croisée 139
F.1 Généralités 139
F.2 Exemple d'estimation de l'incertitude 142
F.3 Justification des estimations des grandeurs d'entrée indiquées dans le Tableau F.1 et le Tableau F.3 144
F.4 Mesurage de la XPR au-dessous de 100 MHz sur un OATS 145
Annexe G (informative) Incertitudes de mesure des résultats de validation d'un COMTS dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz 147
G.1 Grandeurs à prendre en compte pour la validation d'un COMTS à l'aide de la méthode NSIL 147

G.2 Grandeurs à prendre en compte pour la validation d'un COMTS à l'aide de la méthode RSM 149
Annexe H (normative) Détermination des valeurs de NSIL dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz 152
H.1 Généralités 152
H.2 Facteur d'antenne à champ magnétique 153
H.3 Perte d'insertion de l'emplacement 154
H.4 Perte d'insertion normalisée de l'emplacement 156
H.5 Tableaux de NSIL 159
Annexe I (informative) Recommandations pour la conception des emplacements d'essai dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz 164
I.1 Généralités 164
I.2 Dimensions et qualité du plan de masse 164
I.3 Zone sans obstacle 165
I.4 Zone sans résonance 165
Annexe J (informative) Exactitude des valeurs de NSIL dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz 167
J.1 Généralités 167
J.2 Vérification croisée du NEC avec des formules analytiques 167
J.3 Versions recommandées du NEC 168
J.4 Instabilités à l'extrémité inférieure de la plage de fréquences 169
J.5 Méthodes d'extrapolation pour résoudre les instabilités 169
J.6 Réduction du nombre de segments pour résoudre les instabilités 170
Annexe K (informative) Exemple de calcul pour les emplacements de SAC de 10 m qui ne remplissent pas le critère de ±4 dB dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz 171
Annexe L (normative) Étalonnage de la somme des facteurs d'antenne à champ magnétique dans la plage de fréquences de 9 kHz à 30 MHz 174
L.1 Généralités 174
L.2 Procédure d'étalonnage 174
L.3 Incertitudes de mesure 175
Bibliographie 177

Figure 1 – Exemple d'antenne-cadre de taille conforme 22
Figure 2 – Représentation schématique du rayonnement de l'EUT atteignant une antenne LPDA directement et par des réflexions sur le sol à un emplacement de 3 m, présentant la moitié de l'angle d'ouverture de faisceau φ au niveau du rayon réfléchi 27
Figure 3 – Exemple de diagramme de rayonnement dans le plan E d'une antenne RX, la zone limitée grisée correspondant à une distance de 3 m et un EUT d'une largeur de 2 m 31
Figure 4 – Détermination de la largeur maximale exploitable de l'EUT dans le cadre de l'utilisation de l'ouverture de faisceau à mi-puissance 32
Figure 5 – Montage général 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 35
Figure 6 – Positions de l'antenne (vue de dessus) 36
Figure 7 – Positions de l'antenne (vue en trois dimensions) 37
Figure 8 – Montage d'essai pour V_{DIRECT} avec amplificateur de puissance et affaiblisseur 38
Figure 9 – Zone sans obstacle d'un emplacement d'essai équipé d'une table tournante 41

Figure 10 – Zone sans obstacle avec EUT fixe 41
Figure 11 – Position des points d'essai pour un essai à des distances de 3 m et de 10 m 50
Figure 12 – Position des points d'essai appariés pour toutes les distances d'essai 53
Figure 13 – Exemple de choix de points d'essai appariés pour une distance d'essai de 10 m 53
Figure 14 – Représentation d'une étude de l'influence du mât d'antenne sur A_{APR} 54
Figure 15 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – Mesurages de validation en polarisation verticale 58
Figure 16 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – Mesurages de validation en polarisation horizontale 58
Figure 17 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – Mesurages de validation en polarisation verticale pour un EUT de petites dimensions 59
Figure 18 – Positions types des antennes pour un OATS protégé contre les intempéries ou une SAC – Mesurages de validation en polarisation horizontale pour un EUT de petites dimensions 59
Figure 19 – Positions de mesure pour la validation d'emplacement FAR 62
Figure 20 – Exemple de position de mesure et d'inclinaison d'antenne pour la validation d'emplacement FAR 63
Figure 21 – Montage de mesure du SA de référence type pour un emplacement d'essai en quasi espace libre 66
Figure 22 – NSA théorique en espace libre en fonction de la fréquence pour différentes distances de mesure [voir l'Équation (18)] 69
Figure 23 – Position de l'antenne par rapport au bord au-dessus d'une table d'essai rectangulaire (vue de dessus) 72
Figure 24 – Position de l'antenne au-dessus de la table d'essai (vue latérale) 72
Figure 25 – Exemple de diagramme de rayonnement dans le plan E d'une antenne d'émission (exemple fourni à titre informatif uniquement) 76
Figure 26 – Diagramme de rayonnement dans le plan H d'une antenne d'émission (exemple fourni à titre informatif uniquement) 77
Figure 27 – Positions de mesure de S_{VSWR} dans un plan horizontal (voir la description fournie au 7.5.2) 78
Figure 28 – Positions de S_{VSWR} (exigences de hauteur) 80
Figure 29 – Exigences concernant les positions de mesure conditionnelles de S_{VSWR} 87
Figure 30 – Définition des plans de référence à l'intérieur du montage d'essai 90
Figure 31 – Les quatre configurations pour l'étalonnage TRL 93
Figure 32 – Limites pour l'amplitude de S_{11}, mesurée selon les dispositions du 8.1.1 au 8.1.3 94
Figure 33 – Exemple de conception d'adaptateur de 50 Ω dans le flasque vertical du montage 96
Figure 34 – Exemple d'adaptateur avec symétriseur ou transformateur 96
Figure 35 – Exemple d'adaptateur avec réseau d'adaptation résistif 97
Figure 36 – Exemple de diagramme de circuit d'un RISL-VHF symétrique 99
Figure 37 – Exemple de diagramme de circuit d'un RISL-VHF asymétrique 100
Figure 38 – Impédances des bornes du RISL-VHF par rapport à la terre de référence au niveau de l'accès d'alimentation de l'EUT 102

Figure 39 – Exemple de géométrie pour le montage de mesure d'impédance du RISL-VHF 104
Figure 40 – Exemple d'IMA 105
Figure 41 – Connexion entre l'IMA et le RISL-VHF 106
Figure A.1 – Facteurs d'antenne des doublets courts pour R_L = 50 Ω 112
Figure B.1 – LLAS composé de trois antennes-cadres de grand diamètre occupant des plans mutuellement perpendiculaires 118
Figure B.2 – LLA comportant deux fentes opposées, positionnées symétriquement par rapport à la sonde de courant C 119
Figure B.3 – Construction d'une fente de LLA 119
Figure B.4 – Exemple de construction d'une fente de LLA utilisant une bande de circuit imprimé pour obtenir une construction rigide 120
Figure B.5 – Construction du boîtier métallique contenant la sonde de courant 120
Figure B.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 121
Figure B.7 – Les huit positions du doublet de vérification du LLAS durant la validation d'une LLA 122
Figure B.8 – Facteurs de validation de référence pour des boucles de 2 m, 3 m et 4 m de diamètre 122
Figure B.9 – Construction de l'antenne doublet de vérification du LLAS 124
Figure B.10 – Sensibilité S_D d'une LLA de diamètre D par rapport à une LLA d'un diamètre de 2 m 126
Figure B.11 – Facteur de conversion C_{dA} [pour la conversion en dB(µA/m)] pour trois distances de mesure normalisées d 127
Figure C.1 – Critère de Rayleigh pour la rugosité du plan de masse 131
Figure H.1 – Étude du rayon du fil, normalisé à 0,001 m 157
Figure H.2 – Étude de la position du point d'alimentation (non à l'échelle) 157
Figure H.3 − Variation des valeurs de NSIL pour différents montages, à une distance de 3 m, h = 1,3 159
Figure H.4 − Spécification de la position des points d'alimentation pour les valeurs indiquées dans les tableaux (non à l'échelle) 160
Figure H.5 − Exemples de calcul, diamètre du cadre de 60 cm, position des points d'alimentation selon la Figure H.4 162
Figure I.1 − Dimensions minimales recommandées du plan de masse (vue du dessus) 164
Figure I.2 – Zone sans obstacle recommandée (vue du dessus) 165
Figure J.1 – Comparaison des valeurs de NSIL obtenues par formules analytiques et simulation informatique 168
Figure K.1 Exemple de résultat de validation de l'emplacement 172
Figure K.2 – U_{lab} calculée à partir du résultat de validation de l'emplacement 173
Figure K.3 – Facteur de correction dépendant de la fréquence 173
Figure L.1 – Montage des antennes pour la méthode de somme des facteurs d'antenne 175

Tableau 1 – Taille de pas de fréquence maximale 35
Tableau 2 – Critère d'acceptation 39
Tableau 3 – Méthodes de validation d'emplacement applicables pour les emplacements de type OATS, à base d'OATS, SAC et FAR 44

Tableau 4 – Affaiblissement normalisé théorique de l'emplacement, A_N – Géométries recommandées pour les antennes à large bande [a] 46
Tableau 5 – Exemple de modèle pour les ensembles de données A_{APR} 49
Tableau 6 – Pas de fréquence de la RSM 49
Tableau 7 – Dimensions maximales du volume d'essai en fonction de la distance d'essai 60
Tableau 8 – Plages de fréquences et tailles de pas de fréquence pour la validation d'emplacement FAR 63
Tableau 9 – Désignations des positions de mesure de S_{VSWR} 81
Tableau 10 – Exigences concernant les rapports de S_{VSWR} 88
Tableau 11 – Spécifications relatives à l'accès d'alimentation de l'EUT du RISL-VHF symétrique 98
Tableau 12 – Spécifications relatives à l'accès d'alimentation de l'EUT du RISL-VHF asymétrique 100
Tableau B.1 – Facteurs de validation de référence de la Figure B.8 pour des boucles de 2 m, 3 m et 4 m de diamètre 123
Tableau B.2 – Sensibilité S_D d'une LLA de diamètre D par rapport à une LLA d'un diamètre de 2 m (Figure B.10) 125
Tableau B.3 – Facteur de conversion de champ magnétique C_{dA} pour trois distances de mesure (Figure B.11) 128
Tableau C.1 – Rugosité maximale pour des distances de mesure de 3 m, 10 m et 30 m 131
Tableau D.1 – Bilan d'erreur 135
Tableau E.1 – Étalonnage de l'affaiblissement de l'emplacement de référence avec une paire d'antennes par la technique de moyennage sur un OATS de grandes dimensions 136
Tableau E.2 – Étalonnage de l'affaiblissement de l'emplacement de référence avec une paire d'antennes à l'aide d'un REFTS 137
Tableau E.3 – Validation d'un COMTS à l'aide de l'affaiblissement de l'emplacement de référence avec une paire d'antennes 138
Tableau F.1 – Exemple d'estimation de l'incertitude pour le mesurage de la XPR dans une FAR avec des valeurs a_{xpT} = 22 dB et a_{xpR} = 34 dB définies par hypothèse 143
Tableau F.2 – Incertitudes dépendant des autres valeurs de A_{xpT} (autres hypothèses du Tableau F.1) 145
Tableau F.3 – Exemple d'estimation de l'incertitude pour le mesurage de la XPR sur un OATS avec des valeurs a_{xpT} = 22 dB et a_{xpR} = 34 dB définies par hypothèse 146
Tableau G.1 – Exemple de bilan d'incertitude de mesure pour la validation d'un COMTS à l'aide de la méthode NSIL 147
Tableau G.2 – Exemple de bilan d'incertitude de mesure pour la validation d'un COMTS à l'aide de la méthode RSM 150
Tableau H.1 – Exemples de calcul (diamètre du cadre de 60 cm, d = 3 m, h = 1,3 m) 162
Tableau H.2 – Exemples de calcul (diamètre du cadre de 60 cm, d = 5 m, h = 1,3 m) 162
Tableau H.3 – Exemples de calcul (diamètre du cadre de 60 cm, d = 10 m, h = 1,3 m) 163
Tableau I.1 – Épaisseur de peau pour certains matériaux pratiques à 9 kHz 165
Tableau J.1 – Mises en œuvre recommandées du NEC 169
Tableau J.2 – Instabilités observées 169
Tableau K.1 – Incertitude de mesure sur les résultats des perturbations rayonnées de 9 kHz à 30 MHz 171

Tableau K.2 – Influence de δA_i sur U_{lab} 171

Tableau L.1 – Exemple de bilan d'incertitude pour la méthode de somme des facteurs d'antenne 175

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 mesurages des perturbations rayonnées

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse https://patents.iec.ch. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

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

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2019, l'Amendement 1:2020 et l'Amendement 2:2023. Cette édition constitue une révision technique.

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

a) révision de la définition 3.1.7 et de l'introduction générale 8.1.1 pour les CMAD;
b) ajout d'un nouveau dispositif de terminaison de câble, le réseau de stabilisation d'impédance de ligne à très haute fréquence (RISL-VHF), au 8.2;
c) ajout des définitions 3.1.34 pour le RISL-VHF, 3.1.20 pour la terre de référence, 3.1.21 pour le plan de masse de référence et 3.1.31 pour le système d'alimentation TN-C-S;
d) plusieurs ajustements non techniques de la rédaction, du style et de la formulation pour plus de cohérence avec les règles rédactionnelles.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
CIS/A/1466/FDIS	CIS/A/1475/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Elle a le statut d'une publication fondamentale en CEM conformément au Guide 107 de l'IEC [1], *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

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*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

– reconduit,
– supprimé, ou
– révisé.

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 plage 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 [1],[1] la CISPR 16-1-4 est une publication fondamentale en CEM destinée à être utilisée par les comités de produits de l'IEC. Comme cela est 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 perturbations rayonnées, dans les limites de la plage de lecture des appareils de mesure du CISPR.

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

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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, *Spécification des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Appareils de mesure*

CISPR 16-1-2:2014, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques - Dispositifs de couplage pour la mesure des perturbations conduites*
CISPR 16-1-2:2014/AMD1:2017

CISPR 16-1-5:2014, *Spécification 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 - Étalonnage des antennes CEM*
CISPR 16-1-6:2014/AMD1:2017
CISPR 16-1-6:2014/AMD2:2022

[1] Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

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/AMD2:2023

IEC 60050-161:2014, *Vocabulaire Électrotechnique International (IEV) - Partie 161: Compatibilité électromagnétique*

IEC 60050-195:2021, *Vocabulaire Électrotechnique International (IEV) - Partie 195: Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*