CISPR 16-1-2

Edition 2.1 2017-11

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE

colour inside

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

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Coupling devices for conducted disturbance measurements

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-8322-5051-8

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CISPR 16-1-2

Edition 2.1 2017-11

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

colour inside

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

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –
Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Coupling devices for conducted disturbance measurements

**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 16-1-2:2014-03+AMD1:2017-11 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 8
1 Scope 10
2 Normative references 10
3 Terms, definitions and abbreviations 11
3.1 Terms and definitions 11
3.2 Abbreviations 13
4 Artificial ~~mains~~ networks for AC mains and other power ports 14
4.1 General 14
4.2 ~~AMN~~ AN impedances 14
4.3 50 Ω/50 µH + 5 Ω artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 9 kHz to 150 kHz 15
4.4 50 Ω/50 µH artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz 16
4.5 50 Ω/5 µH + 1 Ω artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 150 kHz to 108 MHz 17
4.6 ~~150 Ω artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 150 kHz to 30 MHz~~ (Void) 19
4.7 150 Ω artificial ~~mains~~ delta-network (~~Δ-AMN~~ Δ-AN) for mains and other power ports for use in the frequency range 150 kHz to 30 MHz 19
4.7.1 ~~General parameters~~ Requirements 19
4.7.2 ~~Balance of the 150 Ω artificial mains delta-network~~ Measurement of the Δ-AN parameters 20
4.7.3 Current carrying capacity and series voltage drop 21
4.8 Isolation 21
4.8.1 Requirement 21
4.8.2 Measurement procedure 22
4.9 Current carrying capacity and series voltage drop 22
4.10 Modified reference ground connection 22
4.11 Measurement of the voltage division factor of artificial mains V-networks 23
5 Current and voltage probes 24
5.1 Current probes 24
5.1.1 General 24
5.1.2 Construction 24
5.1.3 Characteristics 24
5.2 Voltage probe 25
5.2.1 High impedance voltage probe 25
5.2.2 Capacitive voltage probe 26
6 Coupling units for conducted current immunity measurement 29
6.1 General 29
6.2 Characteristics 29
6.2.1 General 29
6.2.2 Impedance 29
6.2.3 Insertion loss 29
7 Coupling devices for measuring signal lines 30
7.1 General 30
7.2 Requirements for AANs (or Y-networks) 30

7.3 Requirements for artificial networks for coaxial and other screened cables 34
8 The artificial hand and series RC element 34
8.1 General 34
8.2 Construction of the artificial hand and RC element 34
8.3 The use of the artificial hand 35
9 CDNE for measurement of disturbance voltage in frequency range 30 MHz to 300 MHz 38
9.1 Instrumentation 38
9.1.1 General 38
9.1.2 Description of the CDNE measurement 39
9.1.3 Description of the RGP 39
9.2 Technical requirements for the CDNE-*X* 40
9.2.1 Mechanical and electrical parameters 40
9.2.2 Validation of the CDNE 40
9.3 Technical requirement for the RGP 43
Annex A (normative) Characteristics and their measurement, circuit schemes and examples of modern implementations of AMNs and other ANs for use with power or load ports of EUTs 44
A.1 General 44
A.2 An example of the 50 Ω/50 µH + 5 Ω artificial mains V-network 44
A.3 An example of the 50 Ω/50 µH artificial mains V-network 45
A.4 Examples of the 50 Ω/5 µH + 1 Ω artificial mains V-network 45
A.5 ~~An example of the 150 Ω artificial mains V-network~~ (Void) 46
A.6 Examples of the 150 Ω ~~artificial mains delta-network~~ Δ-AN 47
A.7 Example design for an AMN with a 50 µH inductor 50
A.7.1 The inductor 50
A.7.2 The case of the inductor 51
A.7.3 Isolation of the inductor 52
A.8 Measurement of the voltage division factor of an artificial mains V-network 52
Annex B (informative) Construction, frequency range, and calibration of current probes 55
B.1 Physical and electrical considerations for current probes 55
B.2 Equivalent electrical circuit of current probe 57
B.3 Detrimental effects of current probe measurements 57
B.4 Typical frequency response characteristics of current probes 58
B.5 A shielding structure for use with current probes 59
B.5.1 General 59
B.5.2 Theoretical model 60
B.5.3 Construction of the shielding structure 61
B.5.4 High-pass filter 61
B.6 Calibration of current probes 61
Annex C (informative) Construction of the coupling units for current injection for the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz 65
C.1 Coupling unit type A for coaxial antenna input 65
C.2 Coupling unit type M, for mains leads 65
C.3 Coupling unit type L, for loudspeaker leads 68
C.4 Coupling unit type Sw, for audio-frequency signals 69
C.5 Coupling unit type Sw, for audio, video, and control signals 69

Annex D (informative) Principle of operation and examples of coupling units for conducted current immunity measurements 71
D.1 Principle of operation 71
D.2 Types of unit and their construction 71
Annex E (normative) Example and measurement of the parameters of the asymmetric artificial network (AAN) 75
E.1 Description of an example of an AAN: the T-network 75
E.2 Measurements of the parameters of an asymmetric artificial network (AAN) 75
Annex F (normative) Example and measurement of the parameters of the AN for coaxial and other screened cables 81
F.1 Description of ANs for coaxial and other screened cables 81
F.2 Measurements of parameters of an AN for coaxial and other screened cables 81
Annex G (informative) Construction and evaluation of capacitive voltage probe 83
G.1 General 83
G.2 Physical and electrical considerations for CVP 83
G.3 Determination of the frequency response of the voltage division factor 83
G.4 Method of measurement to determine the influence of external electric fields 84
G.4.1 Influence of external electric field 84
G.4.2 Method of measurement to determine the influence of the external electric field 84
G.5 Pulse response 84
G.6 Voltage division factor dependence 85
Annex J (informative) Example CDNE set-up diagrams 93
J.1 CDNE-M2 and CDNE-M3 93
J.2 CDNE-S*x* 95
Annex K (normative) Measurement of Δ-AN parameters 96
Annex I (informative) Rationale for the introduction of a phase tolerance for the V-AMN input impedance 91
Annex H (informative) Rationale for the introduction of a minimum decoupling factor between mains and EUT/receiver ports for the V-AMN 90
Bibliography 98

Figure 1 – Impedance (magnitude and phase) of the V-network for Band A (see 4.3, the relevant frequency range is from 9 kHz to 150 kHz) 18
Figure 2 – Impedance (magnitude and phase) of the V-network for Band B (see 4.4) 18
Figure 3 – Impedance (magnitude and phase) of the V-network for Bands B and C (from 150 kHz to 108 MHz; see 4.5) 19
~~Figure 4 – Method for checking the balance of the arrangement for the measurement of symmetrical voltages ....~~
Figure 5 – Example of artificial mains 50 Ω/50 μH + 5 Ω V-network (see 4.3 and A.2) 23
Figure 6 – Example of artificial mains V-networks, 50 Ω/50 μH, 50 Ω /5 μH + 1 Ω or 150 Ω (see 4.4, 4.5, 4.6, A.3, A.4 and A.5, respectively) 23
Figure 7 – Circuit for RF voltage measurement on supply mains 26
Figure 8 – Circuit used to make voltage measurements between a cable and reference ground 28

Figure 9 – Measuring set-up to check the insertion loss of the coupling units in the frequency range 30 MHz to 150 MHz 29
Figure 10 – Principal circuit and LCL requirements of an AAN 32
Figure 11 – Application of the artificial hand 37
Figure 12 – Examples of application of artificial hand to ITE 38
Figure 13 – Arrangement for validation of a CDNE 41
Figure 14 – IMA arrangement for correcting the electrical length 42
Figure 15 – Test arrangement for the measurement of the symmetric impedance (Z_{DM}) 43
Figure A.1 – Example of an alternative 50 Ω/5 μH + 1 Ω V-AMN for devices used with low impedance power sources 46
Figure A.2 – Example of ~~a Δ-AMN for a measuring receiver with unbalanced input~~ a 150 Ω Δ-AN for low current drain across the AN for the measurement of asymmetric and symmetric disturbance voltages 48
Figure A.3 – Schematic of 50 μH inductor 51
Figure A.4 – General view of an AMN 51
Figure A.5 – Attenuation of an AMN filter 52
Figure A.6 – Test set-up for determining the voltage division factor 53
Figure A.7 – Example of a 150 Ω Δ-AN for high current drain across the AN for the measurement of asymmetric and symmetric disturbance voltages 50
Figure B.1 – Typical current probe configuration 56
Figure B.2 – High-pass filter with cut-off frequency of 9 kHz 58
Figure B.3 – Transfer impedance of typical current probes 59
Figure B.4 – Set-up for current measurement using the AMN 60
Figure B.5 – Shield configuration used with current transformer 61
Figure B.6 – Schematic diagram of circuit with coaxial adaptor and current probe transfer admittance Y_T measurement 62
Figure B.7 – Transfer admittance Y_T as a function of frequency 63
Figure B.8 – Return loss of the coaxial adaptor terminated with 50 Ω and with the current probe (also terminated with 50 Ω) inside 63
Figure B.9 – Current probe between the two halves of the coaxial adaptor 64
Figure C.1 – Example of coupling unit type A, for coaxial input schematic diagram and construction details (see C.1 and D.2) 66
Figure C.2 – Example of coupling unit type M, for mains leads, schematic diagram and construction details (see C.2 and D.2) 67
Figure C.3 – Example of coupling unit type L for loudspeaker leads, schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2) 68
Figure C.4 – Example of coupling unit type Sw, for audio signals. Schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2) 69
Figure C.5 – Example of coupling unit type Sw, for audio, video and control signals, schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2) 70
Figure D.1 – General principle of the current-injection method (see D.1) 73
Figure D.2 – Coupling unit type Sr with load resistances – Schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2) 74
Figure E.1 – Example of a T-network circuit for one pair of wires 76
Figure E.2 – Arrangement for the termination impedance measurement 77
Figure E.3 – Arrangement for LCL probe verification 77
Figure E.4 – Arrangement for the LCL probe calibration using an L-circuit 78

Figure E.5 – LCL measurement of the AAN using an LCL probe 78
Figure E.6 – Test set-up for the decoupling attenuation (isolation) of the AAN $a_{decoup} = 20\lg\left|\frac{V_1}{V_2}\right| - a_{vdiv}$ in dB for asymmetric signals between AE port and EUT port 79
Figure E.7 – Test set-up for the insertion loss (symmetric) of the AAN 79
Figure E.8 – Calibration test set-up for the AAN voltage division factor of the asymmetric circuit: $F_{AAN} = a_{vdiv} = 20\lg\left|\frac{V_1}{V_2}\right|$ in dB 80
Figure F.1 – Example of a coaxial cable AN 81
Figure F.2 – Test set-up for the coaxial and screened cable AN voltage division factor $F_{AN} = 20\lg\left|\frac{V_1}{V_2}\right|$ in dB 82
Figure G.1 – Configuration of a CVP 86
Figure G.2 – Equivalent circuit of a CVP 87
Figure G.3 – Test set-up to measure the frequency response 87
Figure G.4 – Electrostatic coupling model and its equivalent circuit 88
Figure G.5 – Test set-up to measure the reduction, through the shielding effect, of the influence of the external electric field caused by electrostatic coupling 88
Figure G.6 – Conversion factor deviation when cable position is changed 89
Figure G.7 – Investigation result of the cable radius dependence 89
Figure H.1 – Isolation measurement arrangement 90
Figure I.1 – Definition of impedance magnitude and phase tolerances 91
Figure J.1 – CDNE-M3 with internal attenuator a_{meas} of at least 6 dB 93
Figure J.2 – CDNE-M2 with internal attenuator a_{meas} of at least 6 dB 94
Figure J.3 – CDNE-Sx for screened cable with x internal wires and an internal attenuator of at least 6 dB 95
Figure K.1 – Calibration of the set-up with an open, short and match (50 Ω) standard reference termination 96
Figure K.2 – Set-up for the measurement of the symmetric impedance 96
Figure K.3 – Set-up for test system normalization 97
Figure K.4 – Set-up for symmetric voltage division factor measurement 97
Figure K.5 – Set-up for the measurement of the insertion loss of a balun by measuring the insertion loss of two identical baluns 97

Table 1 – Magnitudes and phase angles of the V-network (see Figure 1) 15
Table 2 – Magnitudes and phase angles of the V-network (see Figure 2) 16
Table 3 – Magnitudes and phase angles of the V-network (see Figure 3) 17
Table 4 – Values of minimum isolation for V-networks 21
Table 5 – Characteristics of the AAN for the measurement of asymmetric disturbance voltage 33
Table 6 – Characteristics of artificial networks for coaxial and other screened cables 34
Table 7 – Electrical parameters of the CDNE-X 40
Table 8 – Parameters of the 150 Ω Δ-AN (150 kHz to 30 MHz) 20
Table 9 – Parameters of the 150 Ω Δ-AN (9 kHz to 150 kHz) 20
Table A.1 – Component values of 50 Ω/50 µH + 5 Ω V-network 44

Table A.2 – Component values of 50 Ω/50 μH V-network 45
Table A.3 – Component values of 50 Ω/5 μH + 1 Ω V-network 46
~~Table A.4 – Component values of the 150 Ω V-network ..... 49~~
Table A.~~5~~4 – Component values of the 150 Ω ~~delta network~~ Δ-AN shown in Figure A.2 49

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

_____

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

FOREWORD

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

DISCLAIMER
This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of CISPR 16-1-2 bears the edition number 2.1. It consists of the second edition (2014-03) [documents CISPR/A/1051/FDIS and CISPR/A/1059/RVD] and its amendment 1 (2017-11) [documents CIS/A/1222/FDIS and CIS/A/1232/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

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

International Standard CISPR 16-1-2 has been prepared by subcommittee A: Radio-interference measurements and statistical methods, of IEC technical committee CISPR: International special committee on radio interference.

This second edition constitutes a technical revision.

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

a) requirements from CISPR 22 for the AAN have been copied to this standard;

b) the CDNE for measurement of disturbance voltage in the frequency range 30 MHz to 300 MHz is added;

c) additional maintenance is included.

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.*

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.

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 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 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Coupling devices for conducted disturbance measurements

1 Scope

This part of the CISPR 16 series specifies the characteristics and performance of equipment for the measurement of radio disturbance voltages and currents in the frequency range 9 kHz to 1 GHz.

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

Specifications for ancillary apparatus are included for artificial mains networks, current and voltage probes and coupling units for current injection on cables.

It is intended that the requirements of this publication are fulfilled at all frequencies and for all levels of radio disturbance voltages and currents within the CISPR indicating range of the measuring equipment.

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

2 Normative references

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

CISPR 16-1-1:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

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

CISPR 16-4-2:2011, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty*

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 106
1 Domaine d'application 108
2 Références normatives 108
3 Termes, définitions et abréviations 109
3.1 Termes et définitions 109
3.2 Abréviations 112
4 Réseaux fictifs pour les accès d'alimentation, notamment les accès d'alimentation secteur en courant alternatif 112
4.1 Généralités 112
4.2 Impédances de l'~~AMN~~ AN 113
4.3 Réseau fictif en V (AMN en V) de 50 Ω/50 µH + 5 Ω pour une utilisation dans la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 150 kHz 114
4.4 Réseau fictif en V (AMN en V) de 50 Ω/50 µH pour une utilisation dans la plage de fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz 115
4.5 Réseau fictif en V (AMN en V) de 50 Ω/5 µH + 1 Ω pour une utilisation dans la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 108 MHz 116
4.6 ~~Réseau fictif en V (AMN en V) de 150 Ω pour une utilisation dans la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz~~ (Vide) 118
4.7 Réseau fictif en delta (AN en Δ) de 150 Ω pour les accès d'alimentation, notamment secteur, destinés à une utilisation dans la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz 118
4.7.1 ~~Paramètres généraux~~ Exigences 118
4.7.2 ~~Symétrie d'un réseau fictif en delta de 150 Ω~~ Mesure des paramètres d'AN en Δ 119
4.7.3 Courants maximaux admissibles et chute de tension série 120
4.8 Isolation 120
4.8.1 Exigence 120
4.8.2 Procédure de mesure 121
4.9 Courants maximaux et chute de tension série 121
4.10 Prise de terre de référence modifiée 121
4.11 Mesure du facteur de division en tension des réseaux fictifs en V 122
5 Sondes de courant et de tension 123
5.1 Sondes de courant 123
5.1.1 Généralités 123
5.1.2 Conception 123
5.1.3 Caractéristiques 123
5.2 Sonde de tension 124
5.2.1 Sonde de tension à haute impédance 124
5.2.2 Sonde de tension à couplage capacitif 125
6 Boîtiers de couplage pour la mesure de l'immunité aux courants conduits 128
6.1 Généralités 128
6.2 Caractéristiques 128
6.2.1 Généralités 128
6.2.2 Impédance 128
6.2.3 Pertes d'insertion 128
7 Dispositifs de couplage pour la mesure des lignes de signaux 129
7.1 Généralités 129

7.2 Exigences applicables aux AAN (ou réseaux en Y) 129
7.3 Exigences relatives aux réseaux fictifs pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés 133
8 Main fictive et élément RC série 134
8.1 Généralités 134
8.2 Conception d'une main fictive et d'un élément RC en série 134
8.3 Utilisation de la main fictive 135
9 CDNE pour la mesure de la tension perturbatrice à une plage de fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz 138
9.1 Instrumentation 138
9.1.1 Généralités 138
9.1.2 Description de la mesure du CDNE 139
9.1.3 Description du RGP 140
9.2 Exigences techniques relatives au CDNE-*X* 140
9.2.1 Paramètres mécaniques et électriques 140
9.2.2 Validation du CDNE 141
9.3 Exigences techniques relatives au RGP 143
Annexe A (normative) Caractéristiques et mesures associées, schémas électriques et exemples de mises en œuvre modernes d'AMN et d'autres AN destinés être utilisés avec les accès d'alimentation et de charge des EUT 144
A.1 Généralités 144
A.2 Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω/50 µH + 5 Ω 144
A.3 Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω/50 µH 145
A.4 Exemple du réseau fictif en V de 50 Ω/5 µH + 1 Ω 146
A.5 ~~Exemple de réseau fictif en V de 150 Ω~~ (Vide) 147
A.6 Exemple~~s de réseau fictif en delta~~ d'AN en Δ de 150 Ω 147
A.7 Exemple de conception pour un AMN avec une inductance de 50 µH 151
A.7.1 L'inductance 151
A.7.2 Boîtier de l'inductance 152
A.7.3 Isolation de l'inductance 153
A.8 Mesure du facteur de division en tension d'un réseau fictif en V 153
Annexe B (informative) Conception, plage de fréquences et étalonnage des sondes de courant 156
B.1 Aspects électriques et physiques des sondes de courant 156
B.2 Circuit électrique équivalent d'une sonde de courant 158
B.3 Inconvénients des mesures avec sonde de courant 158
B.4 Caractéristiques de la réponse en fréquence standard des sondes de courant 159
B.5.1 Généralités 160
B.5 Structure de blindage utilisable avec les sondes de courant 160
B.5.2 Modèle théorique 161
B.5.3 Conception de la structure de blindage 162
B.5.4 Filtre passe-haut 162
B.6 Etalonnage des sondes de courant 162
Annexe C (informative) Conception des boîtiers de couplage pour injection de courant avec une plage de fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz 166
C.1 Boîtier de couplage de type A, pour entrée d'antenne coaxiale 166
C.2 Boîtier de couplage de type M, pour câble d'alimentation 166
C.3 Boîtier de couplage de type L, pour câble de haut-parleur 169

C.4 Boîtier de couplage de type Sw, pour signaux audio 170
C.5 Boîtier de couplage de type Sw, pour signaux audio, vidéo, et de commande 170
Annexe D (informative) Principe de fonctionnement et exemples de boîtiers de couplage pour les mesures d'immunité aux courants conduits 172
D.1 Principe de fonctionnement 172
D.2 Types de boîtiers et conception 172
Annexe E (normative) Exemple et mesure des paramètres du réseau fictif asymétrique (AAN) 176
E.1 Description d'un exemple d'AAN: réseau en T 176
E.2 Mesures des paramètres d'un réseau fictif asymétrique (AAN) 176
Annexe F (normative) Exemple et mesure des paramètres d'un AN pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés 182
F.1 Description des AN pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés 182
F.2 Mesure des paramètres d'un AN pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés 182
Annexe G (informative) Conception et évaluation de sonde de tension à couplage capacitif 184
G.1 Généralités 184
G.2 Aspects électriques et physiques d'une CVP 184
G.3 Détermination de la réponse en fréquence du facteur de division en tension 184
G.4 Méthode de mesure pour la détermination de l'influence des champs électriques extérieurs 185
G.4.1 Influence du champ électrique extérieur 185
G.4.2 Méthode de mesure pour la détermination de l'influence d'un champ électrique extérieur 185
G.5 Réponse en impulsions 186
G.6 Dépendance du facteur de division en tension 186
Annexe H (informative) Justification de l'introduction d'un facteur de découplage minimal entre l'accès de l'alimentation et l'accès de l'EUT/du récepteur pour un AMN en V 191
Annexe I (informative) Justification de l'introduction d'une tolérance de phase pour l'impédance d'entrée d'un AMN en V 192
Annexe J (informative) Exemple de schémas de configuration d'un CDNE 194
J.1 CDNE-M2 et CDNE-M3 194
J.2 CDNE-S*x* 196
Annexe K (normative) Mesure des paramètres d'un AN en Δ 197
Bibliographie 199

Figure 1 – Impédance (amplitude et phase) du réseau en V pour la bande A (de 9 kHz à 150 kHz) (voir 4.3) 117
Figure 2 – Impédance (amplitude et phase) du réseau en V pour la bande B (voir 4.4) 117
Figure 3 – Impédance (amplitude et phase) du réseau en V pour les bandes B et C (de 150 kHz to 108 MHz) (voir 4.5) 118
~~Figure 4 – Méthode de vérification de la symétrie de l'installation pour la mesure de tensions symétriques ....~~
Figure 5 – Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω/50 μH + 5 Ω (voir 4.3 et A.2) 122
Figure 6 – Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω/50 μH, 50 Ω/5 μH + 1 Ω ou 150 Ω (voir 4.4, 4.5, 4.6, A.3, A.4 et A.5 respectives) 122

Figure 7 – Dispositif pour la mesure de tensions RF sur le réseau d'alimentation 125
Figure 8 – Circuit utilisé pour réaliser des mesures de tension entre un câble et la terre de référence 127
Figure 9 – Dispositif de mesure pour la vérification de la perte d'insertion des boîtiers de couplage dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 150 MHz 129
Figure 10 – Circuit principal et exigences en matière d'ACL d'AAN 131
Figure 11 – Utilisation d'une main fictive 137
Figure 12 – Exemples d'utilisation d'une main fictive avec un ITE 138
Figure 13 – Installation pour la validation d'un CDNE 141
Figure 14 – Installation de l'IMA pour la correction de la longueur électrique 142
Figure 15 – Installation d'essai pour la mesure de l'impédance symétrique (Z_{DM}) 143
Figure A.1 – Exemple d'un autre AMN en V de 50 Ω/5 µH + 1 Ω pour appareils avec sources de faible impédance 147
Figure A.2 – Exemples d'un ~~AMN~~ AN en Δ ~~pour un récepteur de mesure à entrée non symétrique~~ de 150 Ω à faible consommation de courant destiné à la mesure des tensions perturbatrices symétrique et asymétrique 149
Figure A.3 – Schéma de l'inductance de 50 µH 152
Figure A.4 – Vue d'ensemble d'un AMN 152
Figure A.5 – Affaiblissement d'un filtre d'AMN 153
Figure A.6 – Configuration d'essai pour la détermination du facteur de division en tension 154
Figure A.7 – Exemple d'AN en Δ de 150 Ω à forte consommation de courant destiné à la mesure des tensions perturbatrices symétrique et asymétrique 151
Figure B.1 – Configuration type d'une sonde de courant 157
Figure B.2 – Filtre passe-haut avec fréquence de coupure de 9 kHz 159
Figure B.3 – Impédance de transfert des sondes de courant standard 160
Figure B.4 – Configuration de mesure du courant avec l'AMN 161
Figure B.5 – Structure de blindage utilisé avec le transformateur de courant 162
Figure B.6 – Schéma du circuit avec adaptateur coaxial et sonde de courant pour la mesure de l'admittance de transfert Y_T 163
Figure B.7 – Admittance de transfert Y_T en fonction de la fréquence 164
Figure B.8 – Affaiblissement de réflexion de l'adaptateur coaxial terminé par une résistance de 50 Ω et intégrant une sonde de courant (également terminée par une résistance de 50 Ω) 164
Figure B.9 – Sonde de courant entre les deux moitiés d'un adaptateur coaxial 165
Figure C.1 – Exemple de boîtier de couplage de type A, pour entrée coaxiale, schéma et détails de conception (voir C.1 et D.2) 167
Figure C.2 – Exemple de boîtier de couplage de type M, pour câbles d'alimentation, schéma et détails de conception (voir C.2 et D.2) 168
Figure C.3 – Exemple de boîtier de couplage de type L pour les câbles de haut-parleur, schéma et plan de conception simplifié (voir D.2) 169
Figure C.4 – Exemple de boîtier de couplage de type Sw pour signaux audio, schéma et plan de conception simplifié (voir D.2) 170
Figure C.5 – Exemple de boîtier de couplage de type Sw, pour signaux audio, vidéo et de commande, schéma et plan de conception simplifié (voir D.2) 171
Figure D.1 – Principe général de la méthode d'injection de courant (voir D.1) 174
Figure D.2 – Boîtier de couplage de type Sr, avec résistances de charge – Schéma et plan de conception simplifié (voir D.2) 175

Figure E.1 – Exemple d'un circuit de réseau en T pour une paire de fils 177
Figure E.2 – Installation pour la mesure de l'impédance de charge 178
Figure E.3 – Installation pour la vérification de la sonde d'ACL 178
Figure E.4 – Installation pour l'étalonnage d'une sonde d'ACL avec un circuit en L 179
Figure E.5 – Mesure de l'ACL de l'AAN avec une sonde d'ACL 179
Figure E.6 – Configuration d'essai pour l'atténuation de découplage (isolation) de l'AAN $a_{\text{decoup}} = 20\lg\left|\frac{V_1}{V_2}\right| - a_{\text{vdiv}}$ en dB pour des signaux asymétriques entre l'accès de l'AE et celui de l'EUT 180
Figure E.7 – Configuration d'essai pour la perte d'insertion (symétrique) de l'AAN 180
Figure E.8 – Etalonnage du dispositif d'essai pour le facteur de division en tension du circuit asymétrique de l'AAN: $F_{\text{AAN}} = a_{\text{vdiv}} = 20\lg\left|\frac{V_1}{V_2}\right|$ en dB 181
Figure F.1 – Exemple d'AN pour câble coaxial 182
Figure F.2 – Configuration d'essai d'AN pour câbles coaxiaux et câbles blindés Facteur de division en tension $F_{\text{AN}} = 20\lg\left|\frac{V_1}{V_2}\right|$ en dB 183
Figure G.1 – Configuration d'une CVP 187
Figure G.2 – Circuit équivalent d'une CVP 188
Figure G.3 – Configuration d'essai pour la mesure de la réponse en fréquence 188
Figure G.4 – Modèle de couplage électrostatique et circuit équivalent 189
Figure G.5 – Configuration d'essai visant à mesurer la réduction, par effet de blindage, de l'influence du champ électrique extérieur lié au couplage électrostatique 189
Figure G.6 – Ecart du facteur de conversion lorsque la position du câble varie dans l'électrode 190
Figure G.7 – Résultat de l'étude sur la dépendance du rayon du câble 190
Figure H.1 – Installation de mesure de l'isolation 191
Figure I.1 – Définition des tolérances d'amplitude et de phase d'impédance 192
Figure J.1 – CDNE-M3 avec atténuateur interne a_{meas} d'au moins 6 dB 194
Figure J.2 – CDNE-M2 avec atténuateur interne a_{meas} d'au moins 6 dB 195
Figure J.3 – CDNE-Sx pour câble blindé avec x fils internes et un atténuateur interne d'au moins 6 dB 196
Figure K.1 – Etalonnage du montage avec borne de référence normalisée ouverte, court-circuitée et en correspondance (50 Ω) 197
Figure K.2 – Montage de mesure de l'impédance symétrique 197
Figure K.3 – Montage de normalisation du système d'essai 198
Figure K.4 – Montage de mesure du facteur de division en tension symétrique 198
Figure K.5 – Montage de mesure de la perte d'insertion d'un symétriseur par la mesure de la perte d'insertion de deux symétriseurs identiques 198

Tableau 1 – Amplitudes et angles de phase du réseau en V (voir Figure 1) 114
Tableau 2 – Amplitudes et angles de phase du réseau en V (voir Figure 2) 115
Tableau 3 – Amplitudes et angles de phase du réseau en V (voir Figure 3) 116
Tableau 4 – Valeurs d'isolation minimale pour les réseaux en V 121
Tableau 5 – Caractéristiques de l'AAN pour la mesure de la tension perturbatrice asymétrique 132

Tableau 6 – Caractéristiques des réseaux fictifs pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés 134
Tableau 7 – Paramètres électriques du CDNE-X 140
Tableau 8 – Paramètres d'AN en Δ de 150 Ω (pour la plage de 150 kHz à 30 MHz) 119
Tableau 9 – Paramètres d'AN en Δ de 150 Ω (pour la plage de 9 kHz à 150 kHz) 119
Tableau A.1 – Valeurs des composants du réseau en V de 50 Ω/50 µH + 5 Ω 145
Tableau A.2 – Valeurs des composants du réseau en V de 50 Ω/50 µH 146
Tableau A.3 – Valeurs des composants du réseau en V de 50 Ω/5 µH + 1 Ω 146
~~Table A.4 – Valeurs des composants du réseau en V de 150 Ω .....~~
Tableau A.~~5~~4 – Valeurs des composants ~~du réseau en delta~~ AN en Δ de 150 Ω représentés à la Figure A.2 150

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 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Dispositifs de couplage pour la mesure des perturbations conduites

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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ
Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de la CISPR 16-1-2 porte le numéro d'édition 2.1. Elle comprend la deuxième édition (2014-03) [documents CISPR/A/1051/FDIS et CISPR/A/1059/RVD] et son amendement 1 (2017-11) [documents CIS/A/1222/FDIS et CIS/A/1232/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

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

La Norme internationale CISPR 16-1-2 a été établie par le sous-comité A de la CISPR: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques, du comité d'études CISPR de la IEC: Comité international spécial des perturbations radioélectriques.

Cette deuxième édition constitue une révision technique.

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

a) des exigences de la CISPR 22 relatives aux AAN ont été copiées dans la présente norme;
b) le CDNE pour la mesure de la tension perturbatrice dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 300 MHz a été ajouté;
c) une maintenance supplémentaire est incluse.

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

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 la IEC.

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement 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 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Dispositifs de couplage pour la mesure des perturbations conduites

1 Domaine d'application

La présente partie de la série CISPR 16 spécifie les caractéristiques et les performances des appareils de mesure de tensions et de courants perturbateurs radioélectriques dans la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 1 GHz.

NOTE Selon le Guide 107 de la IEC, la présente partie de la CISPR 16 constitue une norme fondamentale en CEM destinée à l'usage des comités de produits de la IEC. Comme mentionné dans le Guide 107, les comités de produits sont responsables de la détermination de l'applicabilité de la norme CEM. Le CISPR et ses sous-comités sont prêts à coopérer avec les comités de produits à l'évaluation de la valeur des essais CEM spécifiques à certains produits.

Les spécifications relatives aux matériels d'appoint sont incluses pour les réseaux fictifs, les sondes de courant et de tension et les boîtiers de couplage pour injection de courant au niveau des câbles.

Il est prévu que les exigences de la présente publication satisfassent à toutes les fréquences et à tous les niveaux de tension et de courant radioélectriques perturbateurs, dans les limites de la plage de lecture des appareils de mesure de la CISPR.

Les méthodes de mesure sont traitées dans la série CISPR 16-2, et des informations supplémentaires relatives aux perturbations radioélectriques sont communiquées par la série CISPR 16-3, alors que les incertitudes, les statistiques et la modélisation des limites sont fournies dans la série CISPR 16-4.

2 Références normatives

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

CISPR 16-1-1:2010, *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 16-2-1:2014, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations conduites*

CISPR 16-4-2:2011, *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 de l'instrumentation*

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible sur «http://www.electropedia.org»)

IEC 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CISPR 16-1-2

Edition 2.1 2017-11

FINAL VERSION

VERSION FINALE

colour inside

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

BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –
Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Coupling devices for conducted disturbance measurements

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 16-1-2:2014-03+AMD1:2017-11 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 7
1 Scope 9
2 Normative references 9
3 Terms, definitions and abbreviations 10
3.1 Terms and definitions 10
3.2 Abbreviations 12
4 Artificial networks for AC mains and other power ports 13
4.1 General 13
4.2 AN impedances 13
4.3 50 Ω/50 μH + 5 Ω artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 9 kHz to 150 kHz 14
4.4 50 Ω/50 μH artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz 15
4.5 50 Ω/5 μH + 1 Ω artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 150 kHz to 108 MHz 16
4.6 (Void) 18
4.7 150 Ω artificial delta-network (Δ-AN) for mains and other power ports for use in the frequency range 150 kHz to 30 MHz 18
4.7.1 Requirements 18
4.7.2 Measurement of the Δ-AN parameters 19
4.7.3 Current carrying capacity and series voltage drop 19
4.8 Isolation 20
4.8.1 Requirement 20
4.8.2 Measurement procedure 20
4.9 Current carrying capacity and series voltage drop 21
4.10 Modified reference ground connection 21
4.11 Measurement of the voltage division factor of artificial mains V-networks 22
5 Current and voltage probes 22
5.1 Current probes 22
5.1.1 General 22
5.1.2 Construction 23
5.1.3 Characteristics 23
5.2 Voltage probe 23
5.2.1 High impedance voltage probe 23
5.2.2 Capacitive voltage probe 24
6 Coupling units for conducted current immunity measurement 27
6.1 General 27
6.2 Characteristics 27
6.2.1 General 27
6.2.2 Impedance 27
6.2.3 Insertion loss 27
7 Coupling devices for measuring signal lines 28
7.1 General 28
7.2 Requirements for AANs (or Y-networks) 28
7.3 Requirements for artificial networks for coaxial and other screened cables 32

8 The artificial hand and series RC element 32
8.1 General 32
8.2 Construction of the artificial hand and RC element 32
8.3 The use of the artificial hand 33
9 CDNE for measurement of disturbance voltage in frequency range 30 MHz to 300 MHz 36
9.1 Instrumentation 36
9.1.1 General 36
9.1.2 Description of the CDNE measurement 37
9.1.3 Description of the RGP 37
9.2 Technical requirements for the CDNE-*X* 38
9.2.1 Mechanical and electrical parameters 38
9.2.2 Validation of the CDNE 38
9.3 Technical requirement for the RGP 41
Annex A (normative) Characteristics and their measurement, circuit schemes and examples of modern implementations of AMNs and other ANs for use with power or load ports of EUTs 42
A.1 General 42
A.2 An example of the 50 Ω/50 μH + 5 Ω artificial mains V-network 42
A.3 An example of the 50 Ω/50 μH artificial mains V-network 43
A.4 Examples of the 50 Ω/5 μH + 1 Ω artificial mains V-network 43
A.5 (Void) 44
A.6 Examples of the 150 Ω Δ-AN 44
A.7 Example design for an AMN with a 50 μH inductor 47
A.7.1 The inductor 47
A.7.2 The case of the inductor 48
A.7.3 Isolation of the inductor 49
A.8 Measurement of the voltage division factor of an artificial mains V-network 49
Annex B (informative) Construction, frequency range, and calibration of current probes 52
B.1 Physical and electrical considerations for current probes 52
B.2 Equivalent electrical circuit of current probe 54
B.3 Detrimental effects of current probe measurements 54
B.4 Typical frequency response characteristics of current probes 55
B.5 A shielding structure for use with current probes 56
B.5.1 General 56
B.5.2 Theoretical model 57
B.5.3 Construction of the shielding structure 58
B.5.4 High-pass filter 58
B.6 Calibration of current probes 58
Annex C (informative) Construction of the coupling units for current injection for the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz 62
C.1 Coupling unit type A for coaxial antenna input 62
C.2 Coupling unit type M, for mains leads 62
C.3 Coupling unit type L, for loudspeaker leads 65
C.4 Coupling unit type Sw, for audio-frequency signals 66
C.5 Coupling unit type Sw, for audio, video, and control signals 66
Annex D (informative) Principle of operation and examples of coupling units for conducted current immunity measurements 68

D.1 Principle of operation 68
D.2 Types of unit and their construction 68
Annex E (normative) Example and measurement of the parameters of the asymmetric artificial network (AAN) 72
E.1 Description of an example of an AAN: the T-network 72
E.2 Measurements of the parameters of an asymmetric artificial network (AAN) 72
Annex F (normative) Example and measurement of the parameters of the AN for coaxial and other screened cables 78
F.1 Description of ANs for coaxial and other screened cables 78
F.2 Measurements of parameters of an AN for coaxial and other screened cables 78
Annex G (informative) Construction and evaluation of capacitive voltage probe 80
G.1 General 80
G.2 Physical and electrical considerations for CVP 80
G.3 Determination of the frequency response of the voltage division factor 80
G.4 Method of measurement to determine the influence of external electric fields 81
G.4.1 Influence of external electric field 81
G.4.2 Method of measurement to determine the influence of the external electric field 81
G.5 Pulse response 81
G.6 Voltage division factor dependence 82
Annex J (informative) Example CDNE set-up diagrams 90
J.1 CDNE-M2 and CDNE-M3 90
J.2 CDNE-Sx 92
Annex K (normative) Measurement of Δ-AN parameters 93
Annex I (informative) Rationale for the introduction of a phase tolerance for the V-AMN input impedance 88
Annex H (informative) Rationale for the introduction of a minimum decoupling factor between mains and EUT/receiver ports for the V-AMN 87
Bibliography 95

Figure 1 – Impedance (magnitude and phase) of the V-network for Band A (see 4.3, the relevant frequency range is from 9 kHz to 150 kHz) 17
Figure 2 – Impedance (magnitude and phase) of the V-network for Band B (see 4.4) 17
Figure 3 – Impedance (magnitude and phase) of the V-network for Bands B and C (from 150 kHz to 108 MHz; see 4.5) 18
Figure 5 – Example of artificial mains 50 Ω/50 μH + 5 Ω V-network (see 4.3 and A.2) 21
Figure 6 – Example of artificial mains V-networks, 50 Ω/50 μH, 50 Ω /5 μH + 1 Ω or 150 Ω (see 4.4, 4.5, 4.6, A.3, A.4 and A.5, respectively) 22
Figure 7 – Circuit for RF voltage measurement on supply mains 24
Figure 8 – Circuit used to make voltage measurements between a cable and reference ground 26
Figure 9 – Measuring set-up to check the insertion loss of the coupling units in the frequency range 30 MHz to 150 MHz 27
Figure 10 – Principal circuit and LCL requirements of an AAN 30
Figure 11 – Application of the artificial hand 35
Figure 12 – Examples of application of artificial hand to ITE 36

Figure 13 – Arrangement for validation of a CDNE 39
Figure 14 – IMA arrangement for correcting the electrical length 40
Figure 15 – Test arrangement for the measurement of the symmetric impedance (Z_{DM}) 41
Figure A.1 – Example of an alternative 50 Ω/5 μH + 1 Ω V-AMN for devices used with low impedance power sources 44
Figure A.2 – Example of a 150 Ω Δ-AN for low current drain across the AN for the measurement of asymmetric and symmetric disturbance voltages 45
Figure A.3 – Schematic of 50 μH inductor 48
Figure A.4 – General view of an AMN 48
Figure A.5 – Attenuation of an AMN filter 49
Figure A.6 – Test set-up for determining the voltage division factor 50
Figure A.7 – Example of a 150 Ω Δ-AN for high current drain across the AN for the measurement of asymmetric and symmetric disturbance voltages 47
Figure B.1 – Typical current probe configuration 53
Figure B.2 – High-pass filter with cut-off frequency of 9 kHz 55
Figure B.3 – Transfer impedance of typical current probes 56
Figure B.4 – Set-up for current measurement using the AMN 57
Figure B.5 – Shield configuration used with current transformer 58
Figure B.6 – Schematic diagram of circuit with coaxial adaptor and current probe transfer admittance Y_T measurement 59
Figure B.7 – Transfer admittance Y_T as a function of frequency 60
Figure B.8 – Return loss of the coaxial adaptor terminated with 50 Ω and with the current probe (also terminated with 50 Ω) inside 60
Figure B.9 – Current probe between the two halves of the coaxial adaptor 61
Figure C.1 – Example of coupling unit type A, for coaxial input schematic diagram and construction details (see C.1 and D.2) 63
Figure C.2 – Example of coupling unit type M, for mains leads, schematic diagram and construction details (see C.2 and D.2) 64
Figure C.3 – Example of coupling unit type L for loudspeaker leads, schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2) 65
Figure C.4 – Example of coupling unit type Sw, for audio signals. Schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2) 66
Figure C.5 – Example of coupling unit type Sw, for audio, video and control signals, schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2) 67
Figure D.1 – General principle of the current-injection method (see D.1) 70
Figure D.2 – Coupling unit type Sr with load resistances – Schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2) 71
Figure E.1 – Example of a T-network circuit for one pair of wires 73
Figure E.2 – Arrangement for the termination impedance measurement 74
Figure E.3 – Arrangement for LCL probe verification 74
Figure E.4 – Arrangement for the LCL probe calibration using an L-circuit 75
Figure E.5 – LCL measurement of the AAN using an LCL probe 75
Figure E.6 – Test set-up for the decoupling attenuation (isolation) of the AAN $a_{decoup} = 20 \lg \left| \frac{V_1}{V_2} \right| - a_{vdiv}$ in dB for asymmetric signals between AE port and EUT port 76
Figure E.7 – Test set-up for the insertion loss (symmetric) of the AAN 76

Figure E.8 – Calibration test set-up for the AAN voltage division factor of the asymmetric circuit: $F_{AAN} = a_{vdiv} = 20\lg\left|\frac{V_1}{V_2}\right|$ in dB 77

Figure F.1 – Example of a coaxial cable AN 78

Figure F.2 – Test set-up for the coaxial and screened cable AN voltage division factor $F_{AN} = 20\lg\left|\frac{V_1}{V_2}\right|$ in dB 79

Figure G.1 – Configuration of a CVP 83

Figure G.2 – Equivalent circuit of a CVP 84

Figure G.3 – Test set-up to measure the frequency response 84

Figure G.4 – Electrostatic coupling model and its equivalent circuit 85

Figure G.5 – Test set-up to measure the reduction, through the shielding effect, of the influence of the external electric field caused by electrostatic coupling 85

Figure G.6 – Conversion factor deviation when cable position is changed 86

Figure G.7 – Investigation result of the cable radius dependence 86

Figure H.1 – Isolation measurement arrangement 87

Figure I.1 – Definition of impedance magnitude and phase tolerances 88

Figure J.1 – CDNE-M3 with internal attenuator a_{meas} of at least 6 dB 90

Figure J.2 – CDNE-M2 with internal attenuator a_{meas} of at least 6 dB 91

Figure J.3 – CDNE-Sx for screened cable with x internal wires and an internal attenuator of at least 6 dB 92

Figure K.1 – Calibration of the set-up with an open, short and match (50 Ω) standard reference termination 93

Figure K.2 – Set-up for the measurement of the symmetric impedance 93

Figure K.3 – Set-up for test system normalization 94

Figure K.4 – Set-up for symmetric voltage division factor measurement 94

Figure K.5 – Set-up for the measurement of the insertion loss of a balun by measuring the insertion loss of two identical baluns 94

Table 1 – Magnitudes and phase angles of the V-network (see Figure 1) 14

Table 2 – Magnitudes and phase angles of the V-network (see Figure 2) 15

Table 3 – Magnitudes and phase angles of the V-network (see Figure 3) 16

Table 4 – Values of minimum isolation for V-networks 20

Table 5 – Characteristics of the AAN for the measurement of asymmetric disturbance voltage 31

Table 6 – Characteristics of artificial networks for coaxial and other screened cables 32

Table 7 – Electrical parameters of the CDNE-X 38

Table 8 – Parameters of the 150 Ω Δ-AN (150 kHz to 30 MHz) 19

Table 9 – Parameters of the 150 Ω Δ-AN (9 kHz to 150 kHz) 19

Table A.1 – Component values of 50 Ω/50 μH + 5 Ω V-network 42

Table A.2 – Component values of 50 Ω/50 μH V-network 43

Table A.3 – Component values of 50 Ω/5 μH + 1 Ω V-network 44

Table A.4 – Component values of the 150 Ω Δ-AN shown in Figure A.2 46

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

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

FOREWORD

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

DISCLAIMER
This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of CISPR 16-1-2 bears the edition number 2.1. It consists of the second edition (2014-03) [documents CISPR/A/1051/FDIS and CISPR/A/1059/RVD] and its amendment 1 (2017-11) [documents CIS/A/1222/FDIS and CIS/A/1232/RVD]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

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

International Standard CISPR 16-1-2 has been prepared by subcommittee A: Radio-interference measurements and statistical methods, of IEC technical committee CISPR: International special committee on radio interference.

This second edition constitutes a technical revision.

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

a) requirements from CISPR 22 for the AAN have been copied to this standard;

b) the CDNE for measurement of disturbance voltage in the frequency range 30 MHz to 300 MHz is added;

c) additional maintenance is included.

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.*

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.

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 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 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Coupling devices for conducted disturbance measurements

1 Scope

This part of the CISPR 16 series specifies the characteristics and performance of equipment for the measurement of radio disturbance voltages and currents in the frequency range 9 kHz to 1 GHz.

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

Specifications for ancillary apparatus are included for artificial mains networks, current and voltage probes and coupling units for current injection on cables.

It is intended that the requirements of this publication are fulfilled at all frequencies and for all levels of radio disturbance voltages and currents within the CISPR indicating range of the measuring equipment.

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

2 Normative references

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

CISPR 16-1-1:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

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

CISPR 16-4-2:2011, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty*

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 102
1 Domaine d'application 104
2 Références normatives 104
3 Termes, définitions et abréviations 105
3.1 Termes et définitions 105
3.2 Abréviations 107
4 Réseaux fictifs pour les accès d'alimentation, notamment les accès d'alimentation secteur en courant alternatif 108
4.1 Généralités 108
4.2 Impédances de l'AN 109
4.3 Réseau fictif en V (AMN en V) de 50 Ω/50 µH + 5 Ω pour une utilisation dans la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 150 kHz 109
4.4 Réseau fictif en V (AMN en V) de 50 Ω/50 µH pour une utilisation dans la plage de fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz 110
4.5 Réseau fictif en V (AMN en V) de 50 Ω/5 µH + 1 Ω pour une utilisation dans la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 108 MHz 112
4.6 (Vide) 114
4.7 Réseau fictif en delta (AN en Δ) de 150 Ω pour les accès d'alimentation, notamment secteur, destinés à une utilisation dans la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz 114
4.7.1 Exigences 114
4.7.2 Mesure des paramètres d'AN en Δ 115
4.7.3 Courants maximaux admissibles et chute de tension série 115
4.8 Isolation 116
4.8.1 Exigence 116
4.8.2 Procédure de mesure 116
4.9 Courants maximaux et chute de tension série 117
4.10 Prise de terre de référence modifiée 117
4.11 Mesure du facteur de division en tension des réseaux fictifs en V 118
5 Sondes de courant et de tension 118
5.1 Sondes de courant 118
5.1.1 Généralités 118
5.1.2 Conception 119
5.1.3 Caractéristiques 119
5.2 Sonde de tension 120
5.2.1 Sonde de tension à haute impédance 120
5.2.2 Sonde de tension à couplage capacitif 121
6 Boîtiers de couplage pour la mesure de l'immunité aux courants conduits 123
6.1 Généralités 123
6.2 Caractéristiques 123
6.2.1 Généralités 123
6.2.2 Impédance 123
6.2.3 Pertes d'insertion 123
7 Dispositifs de couplage pour la mesure des lignes de signaux 124
7.1 Généralités 124
7.2 Exigences applicables aux AAN (ou réseaux en Y) 124

7.3 Exigences relatives aux réseaux fictifs pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés 128
8 Main fictive et élément RC série 129
8.1 Généralités 129
8.2 Conception d'une main fictive et d'un élément RC en série 129
8.3 Utilisation de la main fictive 130
9 CDNE pour la mesure de la tension perturbatrice à une plage de fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz 133
9.1 Instrumentation 133
9.1.1 Généralités 133
9.1.2 Description de la mesure du CDNE 134
9.1.3 Description du RGP 135
9.2 Exigences techniques relatives au CDNE-*X* 135
9.2.1 Paramètres mécaniques et électriques 135
9.2.2 Validation du CDNE 136
9.3 Exigences techniques relatives au RGP 138
Annexe A (normative) Caractéristiques et mesures associées, schémas électriques et exemples de mises en œuvre modernes d'AMN et d'autres AN destinés être utilisés avec les accès d'alimentation et de charge des EUT 139
A.1 Généralités 139
A.2 Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω/50 μH + 5 Ω 139
A.3 Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω/50 μH 140
A.4 Exemple du réseau fictif en V de 50 Ω/5 μH + 1 Ω 141
A.5 (Vide) 142
A.6 Exemples d'AN en Δ de 150 Ω 142
A.7 Exemple de conception pour un AMN avec une inductance de 50 μH 144
A.7.1 L'inductance 144
A.7.2 Boîtier de l'inductance 145
A.7.3 Isolation de l'inductance 146
A.8 Mesure du facteur de division en tension d'un réseau fictif en V 146
Annexe B (informative) Conception, plage de fréquences et étalonnage des sondes de courant 149
B.1 Aspects électriques et physiques des sondes de courant 149
B.2 Circuit électrique équivalent d'une sonde de courant 151
B.3 Inconvénients des mesures avec sonde de courant 151
B.4 Caractéristiques de la réponse en fréquence standard des sondes de courant 152
B.5.1 Généralités 153
B.5 Structure de blindage utilisable avec les sondes de courant 153
B.5.2 Modèle théorique 154
B.5.3 Conception de la structure de blindage 155
B.5.4 Filtre passe-haut 155
B.6 Etalonnage des sondes de courant 155
Annexe C (informative) Conception des boîtiers de couplage pour injection de courant avec une plage de fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz 159
C.1 Boîtier de couplage de type A, pour entrée d'antenne coaxiale 159
C.2 Boîtier de couplage de type M, pour câble d'alimentation 159
C.3 Boîtier de couplage de type L, pour câble de haut-parleur 162
C.4 Boîtier de couplage de type Sw, pour signaux audio 163

C.5 Boîtier de couplage de type Sw, pour signaux audio, vidéo, et de commande 163
Annexe D (informative) Principe de fonctionnement et exemples de boîtiers de couplage pour les mesures d'immunité aux courants conduits 165
D.1 Principe de fonctionnement 165
D.2 Types de boîtiers et conception 165
Annexe E (normative) Exemple et mesure des paramètres du réseau fictif asymétrique (AAN) 169
E.1 Description d'un exemple d'AAN: réseau en T 169
E.2 Mesures des paramètres d'un réseau fictif asymétrique (AAN) 169
Annexe F (normative) Exemple et mesure des paramètres d'un AN pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés 175
F.1 Description des AN pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés 175
F.2 Mesure des paramètres d'un AN pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés 175
Annexe G (informative) Conception et évaluation de sonde de tension à couplage capacitif 177
G.1 Généralités 177
G.2 Aspects électriques et physiques d'une CVP 177
G.3 Détermination de la réponse en fréquence du facteur de division en tension 177
G.4 Méthode de mesure pour la détermination de l'influence des champs électriques extérieurs 178
G.4.1 Influence du champ électrique extérieur 178
G.4.2 Méthode de mesure pour la détermination de l'influence d'un champ électrique extérieur 178
G.5 Réponse en impulsions 179
G.6 Dépendance du facteur de division en tension 179
Annexe H (informative) Justification de l'introduction d'un facteur de découplage minimal entre l'accès de l'alimentation et l'accès de l'EUT/du récepteur pour un AMN en V 184
Annexe I (informative) Justification de l'introduction d'une tolérance de phase pour l'impédance d'entrée d'un AMN en V 185
Annexe J (informative) Exemple de schémas de configuration d'un CDNE 187
J.1 CDNE-M2 et CDNE-M3 187
J.2 CDNE-S*x* 189
Annexe K (normative) Mesure des paramètres d'un AN en Δ 190
Bibliographie 192

Figure 1 – Impédance (amplitude et phase) du réseau en V pour la bande A (de 9 kHz à 150 kHz) (voir 4.3) 113
Figure 2 – Impédance (amplitude et phase) du réseau en V pour la bande B (voir 4.4) 113
Figure 3 – Impédance (amplitude et phase) du réseau en V pour les bandes B et C (de 150 kHz to 108 MHz) (voir 4.5) 114
Figure 5 – Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω/50 μH + 5 Ω (voir 4.3 et A.2) 117
Figure 6 – Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω/50 μH, 50 Ω/5 μH + 1 Ω ou 150 Ω (voir 4.4, 4.5, 4.6, A.3, A.4 et A.5 respectives) 118
Figure 7 – Dispositif pour la mesure de tensions RF sur le réseau d'alimentation 120
Figure 8 – Circuit utilisé pour réaliser des mesures de tension entre un câble et la terre de référence 122

Figure 9 – Dispositif de mesure pour la vérification de la perte d'insertion des boîtiers de couplage dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 150 MHz 124
Figure 10 – Circuit principal et exigences en matière d'ACL d'AAN 126
Figure 11 – Utilisation d'une main fictive 132
Figure 12 – Exemples d'utilisation d'une main fictive avec un ITE 133
Figure 13 – Installation pour la validation d'un CDNE 136
Figure 14 – Installation de l'IMA pour la correction de la longueur électrique 137
Figure 15 – Installation d'essai pour la mesure de l'impédance symétrique (Z_{DM}) 138
Figure A.1 – Exemple d'un autre AMN en V de 50 Ω/5 μH + 1 Ω pour appareils avec sources de faible impédance 142
Figure A.2 – Exemples d'un AN en Δ de 150 Ω à faible consommation de courant destiné à la mesure des tensions perturbatrices symétrique et asymétrique 143
Figure A.3 – Schéma de l'inductance de 50 μH 145
Figure A.4 – Vue d'ensemble d'un AMN 145
Figure A.5 – Affaiblissement d'un filtre d'AMN 146
Figure A.6 – Configuration d'essai pour la détermination du facteur de division en tension 147
Figure A.7 – Exemple d'AN en Δ de 150 Ω à forte consommation de courant destiné à la mesure des tensions perturbatrices symétrique et asymétrique 144
Figure B.1 – Configuration type d'une sonde de courant 150
Figure B.2 – Filtre passe-haut avec fréquence de coupure de 9 kHz 152
Figure B.3 – Impédance de transfert des sondes de courant standard 153
Figure B.4 – Configuration de mesure du courant avec l'AMN 154
Figure B.5 – Structure de blindage utilisé avec le transformateur de courant 155
Figure B.6 – Schéma du circuit avec adaptateur coaxial et sonde de courant pour la mesure de l'admittance de transfert Y_T 156
Figure B.7 – Admittance de transfert Y_T en fonction de la fréquence 157
Figure B.8 – Affaiblissement de réflexion de l'adaptateur coaxial terminé par une résistance de 50 Ω et intégrant une sonde de courant (également terminée par une résistance de 50 Ω) 157
Figure B.9 – Sonde de courant entre les deux moitiés d'un adaptateur coaxial 158
Figure C.1 – Exemple de boîtier de couplage de type A, pour entrée coaxiale, schéma et détails de conception (voir C.1 et D.2) 160
Figure C.2 – Exemple de boîtier de couplage de type M, pour câbles d'alimentation, schéma et détails de conception (voir C.2 et D.2) 161
Figure C.3 – Exemple de boîtier de couplage de type L pour les câbles de haut-parleur, schéma et plan de conception simplifié (voir D.2) 162
Figure C.4 – Exemple de boîtier de couplage de type Sw pour signaux audio, schéma et plan de conception simplifié (voir D.2) 163
Figure C.5 – Exemple de boîtier de couplage de type Sw, pour signaux audio, vidéo et de commande, schéma et plan de conception simplifié (voir D.2) 164
Figure D.1 – Principe général de la méthode d'injection de courant (voir D.1) 167
Figure D.2 – Boîtier de couplage de type Sr, avec résistances de charge – Schéma et plan de conception simplifié (voir D.2) 168
Figure E.1 – Exemple d'un circuit de réseau en T pour une paire de fils 170
Figure E.2 – Installation pour la mesure de l'impédance de charge 171
Figure E.3 – Installation pour la vérification de la sonde d'ACL 171

Figure E.4 – Installation pour l'étalonnage d'une sonde d'ACL avec un circuit en L 172
Figure E.5 – Mesure de l'ACL de l'AAN avec une sonde d'ACL 172
Figure E.6 – Configuration d'essai pour l'atténuation de découplage (isolation) de l'AAN $a_{\text{decoup}} = 20\lg\left|\frac{V_1}{V_2}\right| - a_{\text{vdiv}}$ en dB pour des signaux asymétriques entre l'accès de l'AE et celui de l'EUT 173
Figure E.7 – Configuration d'essai pour la perte d'insertion (symétrique) de l'AAN 173
Figure E.8 – Etalonnage du dispositif d'essai pour le facteur de division en tension du circuit asymétrique de l'AAN: $F_{\text{AAN}} = a_{\text{vdiv}} = 20\lg\left|\frac{V_1}{V_2}\right|$ en dB 174
Figure F.1 – Exemple d'AN pour câble coaxial 175
Figure F.2 – Configuration d'essai d'AN pour câbles coaxiaux et câbles blindés Facteur de division en tension $F_{\text{AN}} = 20\lg\left|\frac{V_1}{V_2}\right|$ en dB 176
Figure G.1 – Configuration d'une CVP 180
Figure G.2 – Circuit équivalent d'une CVP 181
Figure G.3 – Configuration d'essai pour la mesure de la réponse en fréquence 181
Figure G.4 – Modèle de couplage électrostatique et circuit équivalent 182
Figure G.5 – Configuration d'essai visant à mesurer la réduction, par effet de blindage, de l'influence du champ électrique extérieur lié au couplage électrostatique 182
Figure G.6 – Ecart du facteur de conversion lorsque la position du câble varie dans l'électrode 183
Figure G.7 – Résultat de l'étude sur la dépendance du rayon du câble 183
Figure H.1 – Installation de mesure de l'isolation 184
Figure I.1 – Définition des tolérances d'amplitude et de phase d'impédance 185
Figure J.1 – CDNE-M3 avec atténuateur interne a_{meas} d'au moins 6 dB 187
Figure J.2 – CDNE-M2 avec atténuateur interne a_{meas} d'au moins 6 dB 188
Figure J.3 – CDNE-Sx pour câble blindé avec x fils internes et un atténuateur interne d'au moins 6 dB 189
Figure K.1 – Etalonnage du montage avec borne de référence normalisée ouverte, court-circuitée et en correspondance (50 Ω) 190
Figure K.2 – Montage de mesure de l'impédance symétrique 190
Figure K.3 – Montage de normalisation du système d'essai 191
Figure K.4 – Montage de mesure du facteur de division en tension symétrique 191
Figure K.5 – Montage de mesure de la perte d'insertion d'un symétriseur par la mesure de la perte d'insertion de deux symétriseurs identiques 191

Tableau 1 – Amplitudes et angles de phase du réseau en V (voir Figure 1) 110
Tableau 2 – Amplitudes et angles de phase du réseau en V (voir Figure 2) 111
Tableau 3 – Amplitudes et angles de phase du réseau en V (voir Figure 3) 112
Tableau 4 – Valeurs d'isolation minimale pour les réseaux en V 116
Tableau 5 – Caractéristiques de l'AAN pour la mesure de la tension perturbatrice asymétrique 127
Tableau 6 – Caractéristiques des réseaux fictifs pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés 129
Tableau 7 – Paramètres électriques du CDNE-X 135

Tableau 8 – Paramètres d'AN en Δ de 150 Ω (pour la plage de 150 kHz à 30 MHz) 115
Tableau 9 – Paramètres d'AN en Δ de 150 Ω (pour la plage de 9 kHz à 150 kHz) 115
Tableau A.1 – Valeurs des composants du réseau en V de 50 Ω/50 μH + 5 Ω 140
Tableau A.2 – Valeurs des composants du réseau en V de 50 Ω/50 μH 141
Tableau A.3 – Valeurs des composants du réseau en V de 50 Ω/5 μH + 1 Ω 141
Tableau A.4 – Valeurs des composants AN en Δ de 150 Ω représentés à la Figure A.2 143

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 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Dispositifs de couplage pour la mesure des perturbations conduites

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.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ
Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de la CISPR 16-1-2 porte le numéro d'édition 2.1. Elle comprend la deuxième édition (2014-03) [documents CISPR/A/1051/FDIS et CISPR/A/1059/RVD] et son amendement 1 (2017-11) [documents CIS/A/1222/FDIS et CIS/A/1232/RVD]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale CISPR 16-1-2 a été établie par le sous-comité A de la CISPR: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques, du comité d'études CISPR de la IEC: Comité international spécial des perturbations radioélectriques.

Cette deuxième édition constitue une révision technique.

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

a) des exigences de la CISPR 22 relatives aux AAN ont été copiées dans la présente norme;
b) le CDNE pour la mesure de la tension perturbatrice dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 300 MHz a été ajouté;
c) une maintenance supplémentaire est incluse.

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

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 la IEC.

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement 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 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Dispositifs de couplage pour la mesure des perturbations conduites

1 Domaine d'application

La présente partie de la série CISPR 16 spécifie les caractéristiques et les performances des appareils de mesure de tensions et de courants perturbateurs radioélectriques dans la plage de fréquences comprises entre 9 kHz et 1 GHz.

NOTE Selon le Guide 107 de la IEC, la présente partie de la CISPR 16 constitue une norme fondamentale en CEM destinée à l'usage des comités de produits de la IEC. Comme mentionné dans le Guide 107, les comités de produits sont responsables de la détermination de l'applicabilité de la norme CEM. Le CISPR et ses sous-comités sont prêts à coopérer avec les comités de produits à l'évaluation de la valeur des essais CEM spécifiques à certains produits.

Les spécifications relatives aux matériels d'appoint sont incluses pour les réseaux fictifs, les sondes de courant et de tension et les boîtiers de couplage pour injection de courant au niveau des câbles.

Il est prévu que les exigences de la présente publication satisfassent à toutes les fréquences et à tous les niveaux de tension et de courant radioélectriques perturbateurs, dans les limites de la plage de lecture des appareils de mesure de la CISPR.

Les méthodes de mesure sont traitées dans la série CISPR 16-2, et des informations supplémentaires relatives aux perturbations radioélectriques sont communiquées par la série CISPR 16-3, alors que les incertitudes, les statistiques et la modélisation des limites sont fournies dans la série CISPR 16-4.

2 Références normatives

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

CISPR 16-1-1:2010, *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 16-2-1:2014, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations conduites*

CISPR 16-4-2:2011, *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 de l'instrumentation*

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible sur «http://www.electropedia.org»)

IEC 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*