

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



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.

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



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**

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 μ H + 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 μ H artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz	16
4.5 50 Ω /5 μ H + 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 (A-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 μ H + 5 Ω artificial mains V-network.....	44
A.3	An example of the 50 Ω /50 μ H artificial mains V-network	45
A.4	Examples of the 50 Ω /5 μ H + 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 μ H 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-Sx	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	20
Figure 5 – Example of artificial mains 50 Ω /50 μ H + 5 Ω V-network (see 4.3 and A.2).....	23
Figure 6 – Example of artificial mains V-networks, 50 Ω /50 μ H, 50 Ω /5 μ H + 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 $50 \Omega/5 \mu\text{H} + 1 \Omega$ 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 $150 \Omega \Delta$ -AN for low current drain across the AN for the measurement of asymmetric and symmetric disturbance voltages	48
Figure A.3 – Schematic of $50 \mu\text{H}$ 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 $150 \Omega \Delta$ -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 50Ω and with the current probe (also terminated with 50Ω) 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	
$a_{\text{decoup}} = 20 \lg \left \frac{V_1}{V_2} \right - a_{\text{vdiv}}$ 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_{\text{AAN}} = a_{\text{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_{\text{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 μ H + 5 Ω V-network	44

Table A.2 – Component values of 50 Ω /50 μ H V-network	45
Table A.3 – Component values of 50 Ω /5 μ H + 1 Ω V-network	46
Table A.4 – Component values of the 150 Ω V-network	47
Table A.54 – 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 μ H + 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 μ H 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 μ H + 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 μ H + 5 Ω	144
A.3	Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω /50 μ H	145
A.4	Exemple du réseau fictif en V de 50 Ω /5 μ H + 1 Ω	146
A.5	Exemple de réseau fictif en V de 150 Ω (Vide)	147
A.6	Exemples 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 μ H	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	Étalonnage 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-Sx	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		118
Figure 5 – Exemple de réseau fictif en V de $50 \Omega/50 \mu\text{H} + 5 \Omega$ (voir 4.3 et A.2)		122
Figure 6 – Exemple de réseau fictif en V de $50 \Omega/50 \mu\text{H}$, $50 \Omega/5 \mu\text{H} + 1 \Omega$ ou 150Ω (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 $50 \Omega/5 \mu H + 1 \Omega$ 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 150Ω à faible consommation de courant destiné à la mesure des tensions perturbatrices symétrique et asymétrique.....	149
Figure A.3 – Schéma de l'inductance de $50 \mu H$	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 150Ω 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 50Ω et intégrant une sonde de courant (également terminée par une résistance de 50Ω)	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 μ H + 5 Ω	145
Tableau A.2 – Valeurs des composants du réseau en V de 50 Ω /50 μ H	146
Tableau A.3 – Valeurs des composants du réseau en V de 50 Ω /5 μ H + 1 Ω	146
Table A.4 – Valeurs des composants du réseau en V de 150 Ω	146
Tableau A.54 – 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(s) 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*

FINAL VERSION

VERSION FINALE



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

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 μ H + 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 μ H artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz	15
4.5 50 Ω /5 μ H + 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 μ H + 5 Ω artificial mains V-network.....	42
A.3	An example of the 50 Ω /50 μ H artificial mains V-network	43
A.4	Examples of the 50 Ω /5 μ H + 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 μ H 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-S _x	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 μ H + 5 Ω V-network (see 4.3 and A.2).....		21
Figure 6 – Example of artificial mains V-networks, 50 Ω /50 μ H, 50 Ω /5 μ H + 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 μ H + 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 μ H 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	
$a_{\text{decoup}} = 20 \lg \left \frac{V_1}{V_2} \right - a_{\text{vdiv}}$ 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_{\text{AAN}} = a_{\text{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_{\text{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-S _x 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 $50\ \Omega/50\ \mu\text{H} + 5\ \Omega$ 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 $50\ \Omega/50\ \mu\text{H}$ 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 $50\ \Omega/5\ \mu\text{H} + 1\ \Omega$ 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 $150\ \Omega$ 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 $50 \Omega/50 \mu\text{H} + 5 \Omega$	139
A.3	Exemple de réseau fictif en V de $50 \Omega/50 \mu\text{H}$	140
A.4	Exemple du réseau fictif en V de $50 \Omega/5 \mu\text{H} + 1 \Omega$	141
A.5	(Vide).....	142
A.6	Exemples d'AN en Δ de 150Ω	142
A.7	Exemple de conception pour un AMN avec une inductance de $50 \mu\text{H}$	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 μ H + 5 Ω (voir 4.3 et A.2)		117
Figure 6 – Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω /50 μ H, 50 Ω /5 μ H + 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 $50 \Omega/5 \mu H + 1 \Omega$ pour appareils avec sources de faible impédance.....	142
Figure A.2 – Exemples d'un AN en Δ de 150Ω à faible consommation de courant destiné à la mesure des tensions perturbatrices symétrique et asymétrique.....	143
Figure A.3 – Schéma de l'inductance de $50 \mu H$	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 150Ω 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 50Ω et intégrant une sonde de courant (également terminée par une résistance de 50Ω)	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-S _x 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 μ H + 5 Ω	140
Tableau A.2 – Valeurs des composants du réseau en V de 50 Ω /50 μ H	141
Tableau A.3 – Valeurs des composants du réseau en V de 50 Ω /5 μ H + 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*