



REDLINE VERSION



INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

BASIC EMC PUBLICATION

**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**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

PRICE CODE

RJ

ICS 33.100.10, 33.100.20

ISBN 978-2-8322-1497-8

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

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 mains networks	13
4.1 General	13
4.2 AMN impedance	13
4.3 50 Ω/50 μH + 5 Ω artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 9 kHz to 150 kHz	14
4.4 50 Ω/50 μH artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz	15
4.5 50 Ω/5 μH + 1 Ω artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 150 kHz to 400 108 MHz.....	16
4.6 150 Ω artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 150 kHz to 30 MHz	21
4.7 150 Ω artificial mains delta-network (Δ-AMN) for use in the frequency range 150 kHz to 30 MHz.....	21
4.7.1 General parameters	21
4.7.2 Balance of the 150 Ω artificial mains delta-network.....	21
4.8 Isolation.....	22
4.8.1 Requirement	22
4.8.2 Measurement procedure	23
4.9 Current carrying capacity and series voltage drop.....	23
4.10 Modified reference ground connection	23
4.11 Measurement of the voltage division factor of artificial mains V-networks.....	24
5 Current and voltage probes	25
5.1 Current probes.....	25
5.1.1 General	25
5.1.2 Construction	25
5.1.3 Characteristics.....	25
5.2 Voltage probe	26
5.2.1 High impedance voltage probe	26
5.2.2 Capacitive voltage probe	27
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).....	31
7.3	Requirements for artificial networks for coaxial and other screened cables	34
8	The artificial hand and series RC element	35
8.1	General.....	35
8.2	Construction of the artificial hand and RC element.....	35
8.3	The use of the artificial hand.....	36
9	CDNE for measurement of disturbance voltage in frequency range 30 MHz to 300 MHz.....	39
9.1	Instrumentation	39
9.1.1	General	39
9.1.2	Description of the CDNE measurement.....	40
9.1.3	Description of the RGP	40
9.2	Technical requirements for the CDNE-X.....	41
9.2.1	Mechanical and electrical parameters	41
9.2.2	Validation of the CDNE	41
9.3	Technical requirement for the RGP	44
Annex A (normative) AMNs		
A.1	General.....	45
A.2	An example of the 50 Ω /50 μ H, 5 Ω artificial mains V-network	45
A.3	An example of the 50 Ω /50 μ H artificial mains V-network	46
A.4	Examples of the 50 Ω /5 μ H, 1 Ω artificial mains V-network.....	46
A.5	An example of the 150 Ω artificial mains V-network.....	47
A.6	Example of the 150 Ω artificial mains delta-network	48
A.7	Example design for an AMN with a 50 μ H inductor	49
A.7.1	The inductor	49
A.7.2	The case of the inductor	50
A.7.3	Isolation of the inductor	51
A.8	Measurement of the voltage division factor of an artificial mains V-network.....	51
Annex B (informative) Construction, frequency range, and calibration of current probes		
B.1	Physical and electrical considerations for current probes	54
B.2	Equivalent electrical circuit of current probe.....	55
B.3	Detrimental effects of current probe measurements	56
B.4	Typical frequency response characteristics of current probes.....	57
B.5	A shielding structure for use with current probes	58
B.5.1	General	58
B.5.2	Theoretical model	58
B.5.3	Construction of the shielding structure	59
B.5.4	High-pass filter	60
B.6	Calibration of current probes.....	60

Annex C (informative) Construction of the coupling units for current injection for the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz	63
C.1 Coupling unit type A for coaxial antenna input	63
C.2 Coupling unit type M, for mains leads	63
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	67
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	79
F.1 Description of ANs for coaxial and other screened cables	79
F.2 Measurements of parameters of an AN for coaxial and other screened cables	79
Annex G (informative) Construction and evaluation of capacitive voltage probe	81
G.1 General.....	81
G.2 Physical and electrical considerations for CVP.....	81
G.3 Determination of the frequency response of the voltage division factor	81
G.4 Method of measurement to determine the influence of external electric fields.....	82
G.4.1 Influence of external electric field	82
G.4.2 Method of measurement to determine the influence of the external electric field	82
G.5 Pulse response	82
G.6 Voltage division factor dependence.....	83
Annex H (informative) Rationale for the introduction of a minimum decoupling factor between mains and EUT/receiver ports for the V-AMN.....	88
Annex I (informative) Rationale for the introduction of a phase tolerance for the V-AMN input impedance.....	89
Annex J (informative) Example CDNE set-up diagrams	91
J.1 CDNE-M2 and CDNE-M3	91
J.2 CDNE-Sx	93
Bibliography.....	94
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)	20
Figure 2 – Impedance (magnitude and phase) of the V-network for Band B (see 4.4).....	20
Figure 3 – Impedance (magnitude and phase) of the V-network for Bands B and C (from 150 kHz to 108 MHz; see 4.5).....	21
Figure 4 – Method for checking the balance of the arrangement for the measurement of symmetrical voltages	22

Figure 5 – Example of artificial mains $50 \Omega/50 \mu\text{H} + 5 \Omega$ V-network (see 4.3 and A.2).....	24
Figure 6 – Example of artificial mains V-networks, $50 \Omega/50 \mu\text{H}$, $50 \Omega/5 \mu\text{H} + 1 \Omega$ or 150Ω (see 4.4, 4.5, 4.6, A.3, A.4 and A.5, respectively)	24
Figure 7 – Circuit for RF voltage measurement on supply mains	27
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	30
Figure 10 – Principal circuit and example LCL requirements of an AAN	32
Figure 11 – Application of the artificial hand	38
Figure 12 – Examples of application of artificial hand to ITE	39
Figure 13 – Arrangement for validation of a CDNE	42
Figure 14 – IMA arrangement for correcting the electrical length	43
Figure 15 – Test arrangement for the measurement of the symmetric impedance (Z_{DM})	44
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	47
Figure A.2 – Example of a Δ -AMN for a measuring apparatus receiver with unbalanced input	48
Figure A.3 – Schematic of $50 \mu\text{H}$ inductor	50
Figure A.4 – General view of an AMN	50
Figure A.5 – Attenuation of an AMN filter	51
Figure A.6 – Test set-up for determining the voltage division factor	52
Figure B.1 – Typical current probe configuration	55
Figure B.2 – High-pass filter with cut-off frequency of 9 kHz	56
Figure B.3 – Transfer impedance of typical current probes.....	57
Figure B.4 – Set-up for current measurement using the AMN	59
Figure B.5 – Shield configuration used with current transformer.....	59
Figure B.6 – Schematic diagram of circuit with coaxial adaptor and current probe	
Current probe factor k transfer admittance Y_T measurement	61
Figure B.7 – Current probe factor k Transfer admittance Y_T as a function of frequency	61
Figure B.8 – Return loss of the coaxial adaptor terminated with 50Ω and with the current probe (also terminated with 50Ω) inside	62
Figure B.9 – Current probe between the two halves of the coaxial adaptor.....	62
Figure C.1 – Example of coupling unit type A, for coaxial input schematic diagram and construction details (see C.1 and D.2)	64
Figure C.2 – Example of coupling unit type M, for mains leads, schematic diagram and construction details (see C.2 and D.2)	65
Figure C.3 – Example of coupling unit type L for loudspeaker leads, schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2)	66
Figure C.4 – Example of coupling unit type Sw, for audio signals. Schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2)	67
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	74
Figure E.2 – Arrangement for the termination impedance measurement.....	74
Figure E.3 – Arrangement for LCL probe verification.....	75
Figure E.4 – Test Arrangement for the LCL probe calibration using an L-circuit	77
Figure E.5 – Test arrangement for the LCL measurement of the AAN	76
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	77
Figure E.7 – Test set-up for the insertion loss (symmetric) of the AAN.....	77
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	78
Figure F.1 – Example of a coaxial cable AN.....	79
Figure F.2 – Test set-up for the coaxial and screened cable AN voltage division factor	
$a_{\text{vdiv}} F_{\text{AN}} = 20\lg\left \frac{V_1}{V_2}\right $ in dB.....	80
Figure G.1 – Configuration of a CVP	84
Figure G.2 – Equivalent circuit of a CVP	85
Figure G.3 – Test set-up to measure the frequency response	85
Figure G.4 – Electrostatic coupling model and its equivalent circuit	86
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	86
Figure G.6 – Conversion factor deviation when cable position is changed.....	87
Figure G.7 – Investigation result of the cable radius dependence.....	87
Figure H.1 – Isolation measurement arrangement.....	88
Figure I.1 – Definition of impedance magnitude and phase tolerances	89
Figure J.1 – CDNE-M3 with internal attenuator a_{meas} of at least 6 dB.....	91
Figure J.2 – CDNE-M2 with internal attenuator a_{meas} of at least 6 dB.....	92
Figure J.3 – CDNE-S _x for screened cable with x internal wires and an internal attenuator of at least 6 dB.....	93
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	22
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	35
Table 7 – Electrical parameters of the CDNE-X.....	41
Table A.1 – Component values of 50 Ω/50 μH + 5 Ω V-network	45
Table A.2 – Component values of 50 Ω/50 μH V-network	46
Table A.3 – Component values of 50 Ω/5 μH + 1 Ω V-network	47
Table A.4 – Component values of the 150 Ω V-network	48
Table A.5 – Component values of the 150 Ω delta-network	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 –
~~Ancillary equipment – Conducted disturbances~~
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 Redline version is not an official IEC Standard and is intended only to provide the user with an indication of what changes have been made to the previous version. Only the current version of the standard is to be considered the official document.

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

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 cancels and replaces the first edition published in 2003 and its Amendment 1 (2004) and Amendment 2 (2006). This 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*.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
CISPR/A/1051/FDIS	CISPR/A/1059/RVD

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

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 this publication 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 – ~~Ancillary equipment – Conducted disturbances~~ Coupling devices for conducted disturbance measurements

1 Scope

This part of the CISPR 16 series ~~is designated a basic standard, which~~ 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 ~~shall be complied with~~ 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 14-1:2000, Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission~~

CISPR 16-1-1:~~2003~~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:~~2003~~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 16-3:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR Technical reports~~

~~CISPR 16-4-1:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests~~

CISPR 16-4-2:~~2003~~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 60050(161):1990, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility~~

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

~~International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology, International Organization for Standardization, Geneva, 2nd edition, 1993~~

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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 mains networks	12
4.1 General.....	12
4.2 AMN impedance.....	12
4.3 50 Ω/50 μH + 5 Ω artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 9 kHz to 150 kHz	13
4.4 50 Ω/50 μH artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz	14
4.5 50 Ω/5 μH + 1 Ω artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 150 kHz to 108 MHz	15
4.6 150 Ω artificial mains V-network (V-AMN) for use in the frequency range 150 kHz to 30 MHz	17
4.7 150 Ω artificial mains delta-network (Δ-AMN) for use in the frequency range 150 kHz to 30 MHz.....	17
4.7.1 General parameters	17
4.7.2 Balance of the 150 Ω artificial mains delta-network.....	17
4.8 Isolation.....	18
4.8.1 Requirement.....	18
4.8.2 Measurement procedure	18
4.9 Current carrying capacity and series voltage drop.....	19
4.10 Modified reference ground connection	19
4.11 Measurement of the voltage division factor of artificial mains V-networks.....	20
5 Current and voltage probes	21
5.1 Current probes.....	21
5.1.1 General	21
5.1.2 Construction	21
5.1.3 Characteristics.....	21
5.2 Voltage probe	22
5.2.1 High impedance voltage probe.....	22
5.2.2 Capacitive voltage probe	23
6 Coupling units for conducted current immunity measurement	25
6.1 General.....	25
6.2 Characteristics.....	25
6.2.1 General	25
6.2.2 Impedance.....	25
6.2.3 Insertion loss.....	25
7 Coupling devices for measuring signal lines	26
7.1 General.....	26
7.2 Requirements for AANs (or Y-networks).....	26
7.3 Requirements for artificial networks for coaxial and other screened cables	30
8 The artificial hand and series RC element	30

8.1	General.....	30
8.2	Construction of the artificial hand and RC element.....	30
8.3	The use of the artificial hand.....	31
9	CDNE for measurement of disturbance voltage in frequency range 30 MHz to 300 MHz.....	34
9.1	Instrumentation.....	34
9.1.1	General.....	34
9.1.2	Description of the CDNE measurement.....	35
9.1.3	Description of the RGP.....	35
9.2	Technical requirements for the CDNE- X	36
9.2.1	Mechanical and electrical parameters.....	36
9.2.2	Validation of the CDNE.....	36
9.3	Technical requirement for the RGP.....	39
Annex A (normative) AMNs.....		40
A.1	General.....	40
A.2	An example of the 50 Ω /50 μ H + 5 Ω artificial mains V-network.....	40
A.3	An example of the 50 Ω /50 μ H artificial mains V-network.....	41
A.4	Examples of the 50 Ω /5 μ H + 1 Ω artificial mains V-network.....	41
A.5	An example of the 150 Ω artificial mains V-network.....	42
A.6	Example of the 150 Ω artificial mains delta-network.....	43
A.7	Example design for an AMN with a 50 μ H inductor.....	44
A.7.1	The inductor.....	44
A.7.2	The case of the inductor.....	45
A.7.3	Isolation of the inductor.....	46
A.8	Measurement of the voltage division factor of an artificial mains V-network.....	46
Annex B (informative) Construction, frequency range, and calibration of current probes.....		49
B.1	Physical and electrical considerations for current probes.....	49
B.2	Equivalent electrical circuit of current probe.....	51
B.3	Detrimental effects of current probe measurements.....	51
B.4	Typical frequency response characteristics of current probes.....	52
B.5	A shielding structure for use with current probes.....	53
B.5.1	General.....	53
B.5.2	Theoretical model.....	54
B.5.3	Construction of the shielding structure.....	55
B.5.4	High-pass filter.....	55
B.6	Calibration of current probes.....	55
Annex C (informative) Construction of the coupling units for current injection for the frequency range 0,15 MHz to 30 MHz.....		59
C.1	Coupling unit type A for coaxial antenna input.....	59
C.2	Coupling unit type M, for mains leads.....	59
C.3	Coupling unit type L, for loudspeaker leads.....	62
C.4	Coupling unit type Sw, for audio-frequency signals.....	63
C.5	Coupling unit type Sw, for audio, video, and control signals.....	63
Annex D (informative) Principle of operation and examples of coupling units for conducted current immunity measurements.....		65
D.1	Principle of operation.....	65
D.2	Types of unit and their construction.....	65

Annex E (normative) Example and measurement of the parameters of the asymmetric artificial network (AAN)..... 69

 E.1 Description of an example of an AAN: the T-network..... 69

 E.2 Measurements of the parameters of an asymmetric artificial network (AAN) 69

Annex F (normative) Example and measurement of the parameters of the AN for coaxial and other screened cables..... 75

 F.1 Description of ANs for coaxial and other screened cables 75

 F.2 Measurements of parameters of an AN for coaxial and other screened cables 75

Annex G (informative) Construction and evaluation of capacitive voltage probe 77

 G.1 General..... 77

 G.2 Physical and electrical considerations for CVP..... 77

 G.3 Determination of the frequency response of the voltage division factor 77

 G.4 Method of measurement to determine the influence of external electric fields..... 78

 G.4.1 Influence of external electric field 78

 G.4.2 Method of measurement to determine the influence of the external electric field 78

 G.5 Pulse response 78

 G.6 Voltage division factor dependence..... 79

Annex H (informative) Rationale for the introduction of a minimum decoupling factor between mains and EUT/receiver ports for the V-AMN..... 84

Annex I (informative) Rationale for the introduction of a phase tolerance for the V-AMN input impedance..... 85

Annex J (informative) Example CDNE set-up diagrams 87

 J.1 CDNE-M2 and CDNE-M3 87

 J.2 CDNE-S_x 89

Bibliography..... 90

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) 16

Figure 2 – Impedance (magnitude and phase) of the V-network for Band B (see 4.4)..... 16

Figure 3 – Impedance (magnitude and phase) of the V-network for Bands B and C (from 150 kHz to 108 MHz; see 4.5)..... 17

Figure 4 – Method for checking the balance of the arrangement for the measurement of symmetrical voltages 18

Figure 5 – Example of artificial mains 50 Ω/50 μH + 5 Ω V-network (see 4.3 and A.2)..... 20

Figure 6 – Example of artificial mains V-networks, 50 Ω/50 μH, 50 Ω /5 μH + 1 Ω or 150 Ω (see 4.4, 4.5, 4.6, A.3, A.4 and A.5, respectively) 20

Figure 7 – Circuit for RF voltage measurement on supply mains 23

Figure 8 – Circuit used to make voltage measurements between a cable and reference ground 24

Figure 9 – Measuring set-up to check the insertion loss of the coupling units in the frequency range 30 MHz to 150 MHz 26

Figure 10 – Principal circuit and LCL requirements of an AAN 28

Figure 11 – Application of the artificial hand 33

Figure 12 – Examples of application of artificial hand to ITE 34

Figure 13 – Arrangement for validation of a CDNE..... 37

Figure 14 – IMA arrangement for correcting the electrical length.....	38
Figure 15 – Test arrangement for the measurement of the symmetric impedance (Z_{DM}).....	39
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	42
Figure A.2 – Example of a Δ -AMN for a measuring receiver with unbalanced input	43
Figure A.3 – Schematic of $50 \mu\text{H}$ inductor	45
Figure A.4 – General view of an AMN	45
Figure A.5 – Attenuation of an AMN filter	46
Figure A.6 – Test set-up for determining the voltage division factor	47
Figure B.1 – Typical current probe configuration	50
Figure B.2 – High-pass filter with cut-off frequency of 9 kHz	52
Figure B.3 – Transfer impedance of typical current probes.....	53
Figure B.4 – Set-up for current measurement using the AMN	54
Figure B.5 – Shield configuration used with current transformer.....	55
Figure B.6 – Schematic diagram of circuit with coaxial adaptor and current probe transfer admittance Y_T measurement.....	56
Figure B.7 – Transfer admittance Y_T as a function of frequency.....	57
Figure B.8 – Return loss of the coaxial adaptor terminated with 50Ω and with the current probe (also terminated with 50Ω) inside	57
Figure B.9 – Current probe between the two halves of the coaxial adaptor.....	58
Figure C.1 – Example of coupling unit type A, for coaxial input schematic diagram and construction details (see C.1 and D.2)	60
Figure C.2 – Example of coupling unit type M, for mains leads, schematic diagram and construction details (see C.2 and D.2)	61
Figure C.3 – Example of coupling unit type L for loudspeaker leads, schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2)	62
Figure C.4 – Example of coupling unit type Sw, for audio signals. Schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2)	63
Figure C.5 – Example of coupling unit type Sw, for audio, video and control signals, schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2)	64
Figure D.1 – General principle of the current-injection method (see D.1).....	67
Figure D.2 – Coupling unit type Sr with load resistances – Schematic diagram and simplified construction drawing (see D.2).....	68
Figure E.1 – Example of a T-network circuit for one pair of wires	70
Figure E.2 – Arrangement for the termination impedance measurement.....	71
Figure E.3 – Arrangement for LCL probe verification.....	71
Figure E.4 – Arrangement for the LCL probe calibration using an L-circuit	72
Figure E.5 – LCL measurement of the AAN using an LCL probe	72
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	73
Figure E.7 – Test set-up for the insertion loss (symmetric) of the AAN.....	73
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	74
Figure F.1 – Example of a coaxial cable AN.....	75

Figure F.2 – Test set-up for the coaxial and screened cable AN voltage division factor
 $F_{AN} = 20 \lg \left| \frac{V_1}{V_2} \right|$ in dB 76

Figure G.1 – Configuration of a CVP 80

Figure G.2 – Equivalent circuit of a CVP 81

Figure G.3 – Test set-up to measure the frequency response 81

Figure G.4 – Electrostatic coupling model and its equivalent circuit 82

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 82

Figure G.6 – Conversion factor deviation when cable position is changed 83

Figure G.7 – Investigation result of the cable radius dependence 83

Figure H.1 – Isolation measurement arrangement 84

Figure I.1 – Definition of impedance magnitude and phase tolerances 85

Figure J.1 – CDNE-M3 with internal attenuator a_{meas} of at least 6 dB 87

Figure J.2 – CDNE-M2 with internal attenuator a_{meas} of at least 6 dB 88

Figure J.3 – CDNE-S_x for screened cable with x internal wires and an internal attenuator of at least 6 dB 89

Table 1 – Magnitudes and phase angles of the V-network (see Figure 1) 13

Table 2 – Magnitudes and phase angles of the V-network (see Figure 2) 14

Table 3 – Magnitudes and phase angles of the V-network (see Figure 3) 15

Table 4 – Values of minimum isolation for V-networks 18

Table 5 – Characteristics of the AAN for the measurement of asymmetric disturbance voltage 29

Table 6 – Characteristics of artificial networks for coaxial and other screened cables 30

Table 7 – Electrical parameters of the CDNE- X 36

Table A.1 – Component values of 50 Ω/50 μH + 5 Ω V-network 40

Table A.2 – Component values of 50 Ω/50 μH V-network 41

Table A.3 – Component values of 50 Ω/5 μH + 1 Ω V-network 42

Table A.4 – Component values of the 150 Ω V-network 43

Table A.5 – Component values of the 150 Ω delta-network 44

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.

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 cancels and replaces the first edition published in 2003 and its Amendment 1 (2004) and Amendment 2 (2006). This 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*.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
CISPR/A/1051/FDIS	CISPR/A/1059/RVD

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

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 this publication 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	97
1 Domaine d'application	99
2 Références normatives	99
3 Termes, définitions et abréviations	100
3.1 Termes et définitions	100
3.2 Abréviations	102
4 Réseaux fictifs d'alimentation	103
4.1 Généralités	103
4.2 Impédance de l'AMN	103
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	104
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	105
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	106
4.6 Réseau fictif en V (AMN en V) de 150Ω pour une utilisation dans la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz	108
4.7 Réseau fictif en delta (AMN en Δ) de 150Ω pour une utilisation dans la plage de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz	108
4.7.1 Paramètres généraux	108
4.7.2 Symétrie d'un réseau fictif en delta de 150Ω	108
4.8 Isolation	109
4.8.1 Exigence	109
4.8.2 Procédure de mesure	109
4.9 Courants maximaux et chute de tension série	110
4.10 Prise de terre de référence modifiée	110
4.11 Mesure du facteur de division en tension des réseaux fictifs en V	111
5 Sondes de courant et de tension	111
5.1 Sondes de courant	111
5.1.1 Généralités	111
5.1.2 Conception	112
5.1.3 Caractéristiques	112
5.2 Sonde de tension	113
5.2.1 Sonde de tension à haute impédance	113
5.2.2 Sonde de tension à couplage capacitif	114
6 Boîtiers de couplage pour la mesure de l'immunité aux courants conduits	117
6.1 Généralités	117
6.2 Caractéristiques	117
6.2.1 Généralités	117
6.2.2 Impédance	117
6.2.3 Pertes d'insertion	117
7 Dispositifs de couplage pour la mesure des lignes de signaux	118
7.1 Généralités	118
7.2 Exigences applicables aux AAN (ou réseaux en Y)	118
7.3 Exigences relatives aux réseaux fictifs pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés	122
8 Main fictive et élément RC série	122

8.1	Généralités	122
8.2	Conception d'une main fictive et d'un élément RC en série	123
8.3	Utilisation de la main fictive	123
9	CDNE pour la mesure de la tension perturbatrice à une plage de fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz	126
9.1	Instrumentation	126
9.1.1	Généralités	126
9.1.2	Description de la mesure du CDNE	127
9.1.3	Description du RGP	128
9.2	Exigences techniques relatives au CDNE- X	128
9.2.1	Paramètres mécaniques et électriques	128
9.2.2	Validation du CDNE	129
9.3	Exigences techniques relatives au RGP	131
Annexe A (normative) AMN		133
A.1	Généralités	133
A.2	Exemple de réseau fictif en V de $50 \Omega/50 \mu\text{H} + 5 \Omega$	133
A.3	Exemple de réseau fictif en V de $50 \Omega/50 \mu\text{H}$	134
A.4	Exemple du réseau fictif en V de $50 \Omega/5 \mu\text{H} + 1 \Omega$	135
A.5	Exemple de réseau fictif en V de 150Ω	135
A.6	Exemple de réseau fictif en delta de 150Ω	136
A.7	Exemple de conception pour un AMN avec une inductance de $50 \mu\text{H}$	137
A.7.1	L'inductance	137
A.7.2	Boîtier de l'inductance	138
A.7.3	Isolation de l'inductance	139
A.8	Mesure du facteur de division en tension d'un réseau fictif en V	139
Annexe B (informative) Conception, plage de fréquences et étalonnage des sondes de courant		142
B.1	Aspects électriques et physiques des sondes de courant	142
B.2	Circuit électrique équivalent d'une sonde de courant	144
B.3	Inconvénients des mesures avec sonde de courant	144
B.4	Caractéristiques de la réponse en fréquence standard des sondes de courant	145
B.5	Structure de blindage utilisable avec les sondes de courant	146
B.5.1	Généralités	146
B.5.2	Modèle théorique	147
B.5.3	Conception de la structure de blindage	148
B.5.4	Filtre passe-haut	148
B.6	Étalonnage des sondes de courant	148
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		152
C.1	Boîtier de couplage de type A, pour entrée d'antenne coaxiale	152
C.2	Boîtier de couplage de type M, pour câble d'alimentation	152
C.3	Boîtier de couplage de type L, pour câble de haut-parleur	155
C.4	Boîtier de couplage de type Sw, pour signaux audio	156
C.5	Boîtier de couplage de type Sw, pour signaux audio, vidéo, et de commande	156
Annexe D (informative) Principe de fonctionnement et exemples de boîtiers de couplage pour les mesures d'immunité aux courants conduits		158
D.1	Principe de fonctionnement	158

D.2	Types de boîtiers et conception	158
Annexe E (normative)	Exemple et mesure des paramètres du réseau fictif asymétrique (AAN)	162
E.1	Description d'un exemple d'AAN: réseau en T	162
E.2	Mesures des paramètres d'un réseau fictif asymétrique (AAN)	162
Annexe F (normative)	Exemple et mesure des paramètres d'un AN pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés	168
F.1	Description des AN pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés	168
F.2	Mesure des paramètres d'un AN pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés	168
Annexe G (informative)	Conception et évaluation de sonde de tension à couplage capacitif	170
G.1	Généralités	170
G.2	Aspects électriques et physiques d'une CVP	170
G.3	Détermination de la réponse en fréquence du facteur de division en tension	170
G.4	Méthode de mesure pour la détermination de l'influence des champs électriques extérieurs	171
G.4.1	Influence du champ électrique extérieur	171
G.4.2	Méthode de mesure pour la détermination de l'influence d'un champ électrique extérieur	171
G.5	Réponse en impulsions	172
G.6	Dépendance du facteur de division en tension	172
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	177
Annexe I (informative)	Justification de l'introduction d'une tolérance de phase pour l'impédance d'entrée d'un AMN en V	178
Annexe J (informative)	Exemple de schémas de configuration d'un CDNE	180
J.1	CDNE-M2 et CDNE-M3	180
J.2	CDNE-S _x	182
Bibliographie	183
Figure 1	– Impédance (amplitude et phase) du réseau en V pour la bande A (de 9 kHz à 150 kHz) (voir 4.3)	107
Figure 2	– Impédance (amplitude et phase) du réseau en V pour la bande B (voir 4.4)	107
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)	108
Figure 4	– Méthode de vérification de la symétrie de l'installation pour la mesure de tensions symétriques	109
Figure 5	– Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω/50 μH + 5 Ω (voir 4.3 et A.2)	111
Figure 6	– Exemple de réseau fictif en V de 50 Ω/50 μH, 50 Ω/5 μH + 1 Ω ou 150 Ω (voir 4.4, 4.5, 4.6, A.3, A.4 et A.5 respectives)	111
Figure 7	– Dispositif pour la mesure de tensions RF sur le réseau d'alimentation	114
Figure 8	– Circuit utilisé pour réaliser des mesures de tension entre un câble et la terre de référence	116
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	118
Figure 10	– Circuit principal et exigences en matière d'ACL d'AAN	120
Figure 11	– Utilisation d'une main fictive	125

Figure 12 – Exemples d'utilisation d'une main fictive avec un ITE	126
Figure 13 – Installation pour la validation d'un CDNE.....	129
Figure 14 – Installation de l'IMA pour la correction de la longueur électrique	130
Figure 15 – Installation d'essai pour la mesure de l'impédance symétrique (Z_{DM})	131
Figure A.1 – Exemple d'un autre AMN en V de $50 \Omega/5 \mu\text{H} + 1 \Omega$ pour appareils avec sources de faible impédance.....	135
Figure A.2 – Exemple d'un AMN en Δ pour un récepteur de mesure à entrée non symétrique.....	136
Figure A.3 – Schéma de l'inductance de $50 \mu\text{H}$	138
Figure A.4 – Vue d'ensemble d'un AMN	138
Figure A.5 – Affaiblissement d'un filtre d'AMN.....	139
Figure A.6 – Configuration d'essai pour la détermination du facteur de division en tension.....	140
Figure B.1 – Configuration type d'une sonde de courant	143
Figure B.2 – Filtre passe-haut avec fréquence de coupure de 9 kHz	145
Figure B.3 – Impédance de transfert des sondes de courant standard	146
Figure B.4 – Configuration de mesure du courant avec l'AMN	147
Figure B.5 – Structure de blindage utilisé avec le transformateur de courant	148
Figure B.6 – Schéma du circuit avec adaptateur coaxial et sonde de courant pour la mesure de l'admittance de transfert Y_T	149
Figure B.7 – Admittance de transfert Y_T en fonction de la fréquence.....	150
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)	150
Figure B.9 – Sonde de courant entre les deux moitiés d'un adaptateur coaxial	151
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)	153
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)	154
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)	155
Figure C.4 – Exemple de boîtier de couplage de type Sw pour signaux audio, schéma et plan de conception simplifié (voir D.2)	156
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).....	157
Figure D.1 – Principe général de la méthode d'injection de courant (voir D.1).....	160
Figure D.2 – Boîtier de couplage de type Sr, avec résistances de charge – Schéma et plan de conception simplifié (voir D.2)	161
Figure E.1 – Exemple d'un circuit de réseau en T pour une paire de fils	163
Figure E.2 – Installation pour la mesure de l'impédance de charge	164
Figure E.3 – Installation pour la vérification de la sonde d'ACL	164
Figure E.4 – Installation pour l'étalonnage d'une sonde d'ACL avec un circuit en L	165
Figure E.5 – Mesure de l'ACL de l'AAN avec une sonde d'ACL	165
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	166

Figure E.7 – Configuration d'essai pour la perte d'insertion (symétrique) de l'AAN	166
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	167
Figure F.1 – Exemple d'AN pour câble coaxial	168
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	169
Figure G.1 – Configuration d'une CVP	173
Figure G.2 – Circuit équivalent d'une CVP	174
Figure G.3 – Configuration d'essai pour la mesure de la réponse en fréquence	174
Figure G.4 – Modèle de couplage électrostatique et circuit équivalent	175
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	175
Figure G.6 – Ecart du facteur de conversion lorsque la position du câble varie dans l'électrode	176
Figure G.7 – Résultat de l'étude sur la dépendance du rayon du câble	176
Figure H.1 – Installation de mesure de l'isolation	177
Figure I.1 – Définition des tolérances d'amplitude et de phase d'impédance	178
Figure J.1 – CDNE-M3 avec atténuateur interne a_{meas} d'au moins 6 dB	180
Figure J.2 – CDNE-M2 avec atténuateur interne a_{meas} d'au moins 6 dB	181
Figure J.3 – CDNE-S _x pour câble blindé avec x fils internes et un atténuateur interne d'au moins 6 dB	182
Tableau 1 – Amplitudes et angles de phase du réseau en V (voir Figure 1)	104
Tableau 2 – Amplitudes et angles de phase du réseau en V (voir Figure 2)	105
Tableau 3 – Amplitudes et angles de phase du réseau en V (voir Figure 3)	106
Tableau 4 – Valeurs d'isolation minimale pour les réseaux en V	109
Tableau 5 – Caractéristiques de l'AAN pour la mesure de la tension perturbatrice asymétrique	121
Tableau 6 – Caractéristiques des réseaux fictifs pour câbles coaxiaux et autres câbles blindés	122
Tableau 7 – Paramètres électriques du CDNE-X	128
Tableau A.1 – Valeurs des composants du réseau en V de $50 \Omega/50 \mu\text{H} + 5 \Omega$	133
Tableau A.2 – Valeurs des composants du réseau en V de $50 \Omega/50 \mu\text{H}$	134
Tableau A.3 – Valeurs des composants du réseau en V de $50 \Omega/5 \mu\text{H} + 1 \Omega$	135
Tableau A.4 – Valeurs des composants du réseau en V de 150Ω	136
Tableau A.5 – Valeurs des composants du réseau en delta de 150Ω	137

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 (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toute divergence entre une Publication de la CEI et une quelconque publication nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans la dernière.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Il convient que tous les utilisateurs vérifient qu'ils disposent de la dernière édition de la présente publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

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 CEI: Comité international spécial des perturbations radioélectriques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2003, l'Amendement 1 (2004) et l'Amendement 2 (2006). Cette 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 CEI, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CISPR/A/1051/FDIS	CISPR/A/1059/RVD

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

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 CEI.

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

Le comité a décidé que le contenu de la présente publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI à l'adresse «<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 CEI, la présente partie de la CISPR 16 constitue une norme fondamentale en CEM destinée à l'usage des comités de produits de la CEI. 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*

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

CEI 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*