

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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

**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**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-8322-0692-8

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION (to amendment 1)	9
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Definitions	10
4 Types of disturbance to be measured	16
4.1 General	16
4.2 Types of disturbance	16
4.3 Detector functions	17
5 Connection of measuring equipment.....	17
5.1 General	17
5.2 Connection of ancillary equipment.....	17
5.3 Connections to RF reference ground	17
5.4 Connection between the EUT and the artificial mains network	19
6 General measurement requirements and conditions	19
6.1 General	19
6.2 Disturbance not produced by the equipment under test	19
6.2.1 General	19
6.2.2 Compliance testing	20
6.3 Measurement of continuous disturbance.....	20
6.3.1 Narrowband continuous disturbance	20
6.3.2 Broadband continuous disturbance	20
6.3.3 Use of spectrum analyzers and scanning receivers.....	20
6.4 Operating conditions of the EUT EUT arrangement and measurement conditions	20
6.4.1 General EUT arrangement	20
6.4.2 Normal load conditions	20
6.4.3 Duration of operation	23
6.4.4 Running-in/Warm-up time	23
6.4.5 Supply	23
6.4.6 Mode of operation.....	23
6.4.7 Operation of multifunction equipment.....	23
6.4.8 Determination of EUT arrangement(s) that maximizes emissions.....	24
6.4.9 Recording of measurement results	24
6.5 Interpretation of measuring results	23
6.5.1 Continuous disturbance	24
6.5.2 Discontinuous disturbance.....	24
6.5.3 Measurement of the duration of disturbances	25
6.6 Measurement times and scan rates for continuous disturbance	25
6.6.1 General	25
6.6.2 Minimum measurement times	25
6.6.3 Scan rates for scanning receivers and spectrum analyzers	26

6.6.4	Scan times for stepping receivers	27
6.6.5	Strategies for obtaining a spectrum overview using the peak detector	28
6.6.6	Timing considerations using FFT-based instruments.....	31
7	Measurement of disturbances conducted along leads, 9 kHz to 30 MHz	33
7.1	Introduction	33
7.2	Measuring equipment (receivers, etc.).....	34
7.2.1	General	34
7.2.2	Use of detectors for conducted disturbance measurements	34
7.3	Ancillary measuring equipment.....	34
7.3.1	General	34
7.3.2	Artificial networks (AN)	34
7.3.3	Voltage probes	35
7.3.4	Current probes	35
7.4	Equipment under test configuration	36
7.4.1	Arrangement of the EUT and its connection to the AN	36
7.4.2	Procedure for the measurement of unsymmetric disturbance voltage with V-networks (AMNs)	44
7.4.3	Measurement of common mode voltages at differential mode signal terminals	51
7.4.4	Measurements using voltage probes.....	52
7.4.5	Measurement using a capacitive voltage probe (CVP)	54
7.4.6	Measurements using current probes	55
7.5	System test configuration for conducted emissions measurements	55
7.5.1	General approach to system measurements	55
7.5.2	System configuration	56
7.5.3	Measurements of interconnecting lines	58
7.5.4	Decoupling of system components.....	58
7.6	<i>In situ</i> measurements	59
7.6.1	General	59
7.6.2	Reference ground	59
7.6.3	Measurement with voltage probes.....	59
7.6.4	Selection of measuring points	60
8	Automated measurement of emissions	60
8.1	Introduction: Precautions for automating measurements.....	60
8.2	Generic measurement procedure.....	60
8.3	Prescan measurements	61
8.4	Data reduction.....	62
8.5	Emission maximization and final measurement.....	62
8.6	Post processing and reporting	62
8.7	Emission measurement strategies with FFT-based measuring instruments	62
Annex A (informative) Guidelines to connection of electrical equipment to the artificial mains network (see Clause 5).....		63
Annex B (informative) Use of spectrum analyzers and scanning receivers (see Clause 6).....		70
Annex C (informative) Decision tree for use of detectors for conducted measurements (see 7.2.2)		73

Annex D (informative) Scan rates and measurement times for use with the average detector	75
Annex E (informative) Guidelines for the improvement of the test setup with ANs	79
Annex F (normative) Determination of suitability of spectrum analyzers for compliance tests	84
Annex G (informative) Guidance for measurements on telecommunications ports	85
Annex H (normative) Specifics for conducted disturbance on telecommunication ports	92
Annex I (informative) Examples of AANs and ANs for screened cables	99
Bibliography.....	108
Figure 1 – Example of a recommended test setup with PE chokes with three AMNs and a sheath current absorber on the RF cable.....	18
Figure 2 – Measurement of a combination of a CW signal (“NB”) and an impulsive signal (“BB”) using multiple sweeps with maximum hold.....	28
Figure 3 – Example of a timing analysis	29
Figure 4 – A broadband spectrum measured with a stepped receiver	30
Figure 5 – Intermittent narrowband disturbances measured using fast short repetitive sweeps with maximum hold function to obtain an overview of the emission spectrum.....	30
Figure 6 – Test configuration: table-top equipment for conducted disturbance measurements on power mains.....	38
Figure 7 – Arrangement of EUT and AMN at 40 cm distance with a) vertical RGP and b) horizontal RGP	27
Figure 8 – Optional example test configuration for an EUT with only a power cord attached	40
Figure 9 – Test configuration: floor-standing equipment (see 7.4.1 and 7.5.2.2).....	42
Figure 10 – Example Test configuration: floor-standing and table-top equipment (see 7.4.1 and 7.5.2.2)	43
Figure 11 – Schematic of disturbance voltage measurement configuration (see also 7.5.2.2).....	45
Figure 12a – Schematic for measurement and power circuit.....	46
Figure 12b – Equivalent voltage source and measurement circuit	46
Figure 12 – Equivalent circuit for measurement of common mode disturbance voltage for class I (grounded) EUT.....	46
Figure 13a – Schematic for power and measurement circuit.....	47
Figure 13b – Equivalent RFI source and measurement circuit	47
Figure 13 – Equivalent circuit for measurement of common mode disturbance voltage for class II (ungrounded) EUT	47
Figure 14 – RC element for artificial hand	49
Figure 15 – Portable electric drill with artificial hand	49
Figure 16 – Portable electric saw with artificial hand.....	49
Figure 17 – Measuring example for voltage probes	53
Figure 18 – Measurement arrangement for two-terminal regulating controls.....	53
Figure 19 – FFT scan in segments	32
Figure 20 – Frequency resolution enhanced by FFT-based measuring instrument.....	33
Figure 21 – Illustration of current I_{CCM}	36

Figure A.1	63
Figure A.2	64
Figure A.3	64
Figure A.4	64
Figure A.5	65
Figure A.6	65
Figure A.7	66
Figure A.8 – AMN configurations	68
Figure C.1 – Decision tree for optimizing speed of conducted disturbance measurements with peak, quasi-peak and average detectors	73
Figure D.1 – Weighting function of a 10 ms pulse for peak (“PK”) and average detections with (“CISPR AV”) and without (“AV”) peak reading; meter time constant 160 ms	77
Figure D.2 – Weighting functions of a 10 ms pulse for peak (“PK”) and average detections with (“CISPR AV”) and without (“AV”) peak reading; meter time constant 100 ms	77
Figure D.3 – Example of weighting functions (of a 1 Hz pulse) for peak (“PK”) and average detections as a function of pulse width: meter time constant 160 ms	78
Figure D.4 – Example of weighting functions (of a 1 Hz pulse) for peak (“PK”) and average detections as a function of pulse width: meter time constant 100 ms	78
Figure E.1 – Parallel resonance of enclosure capacitance and ground strap inductance	79
Figure E.2 – Connection of an AMN to RGP using a wide grounding sheet for low inductance grounding	80
Figure E.3 – Impedance measured with the arrangement of Figure E.2 both with reference to the front panel ground and to the grounding sheet	80
Figure E.4 – VDF in the configuration of Figure E.2 measured with reference to the front panel ground and to the grounding sheet. (The AMN used has a flat frequency response of the VDF, which may be different for other AMNs)	80
Figure E.5 – Arrangement showing the measurement grounding sheet (shown with dotted lines) when measuring the impedance with reference to RGP. The impedance measurement cable ground is connected to the measurement grounding sheet, whereas the inner conductor is connected to the EUT port pin.	81
Figure E.6 – Impedance measured with the arrangement of Figure E.5 with reference to the RGP	81
Figure E.7 – VDF measured with parallel resonances in the AMN grounding	82
Figure E.8 – Attenuation of a sheath current absorber measured in a 150-Ω test arrangement	83
Figure E.9 – Arrangement for the measurement of attenuation due to PE chokes and sheath current absorbers	83
Figure G.1 – Basic circuit for considering the limits with a defined TCM impedance of 150 Ω	88
Figure G.2 – Basic circuit for the measurement with unknown TCM impedance	88
Figure G.3 – Impedance layout of the components used in Figure H.2	90
Figure G.4 – Basic test set-up to measure combined impedance of the 150 Ω and ferrites	91
Figure H.1 – Measurement set-up using an AAN	95
Figure H.2 – Measurement set-up using a 150 Ω load to the outside surface of the shield	96
Figure H.3 – Measurement set-up using current and capacitive voltage probes	97

Figure H.4 – Characterization set-up.....	98
Figure I.1 – Example AAN for use with unscreened single balanced pairs.....	99
Figure I.2 – Example AAN with high LCL for use with either one or two unscreened balanced pairs.....	100
Figure I.3 – Example AAN with high LCL for use with one, two, three, or four unscreened balanced pairs.....	101
Figure I.4 – Example AAN, including a 50 Ω source matching network at the voltage measuring port, for use with two unscreened balanced pairs.....	102
Figure I.5 – Example AAN for use with two unscreened balanced pairs.....	103
Figure I.6 – Example AAN, including a 50 Ω source matching network at the voltage measuring port, for use with four unscreened balanced pairs.....	104
Figure I.7 – Example AAN for use with four unscreened balanced pairs.....	105
Figure I.8 – Example AN for use with coaxial cables, employing an internal common mode choke created by bifilar winding an insulated centre-conductor wire and an insulated screen-conductor wire on a common magnetic core (for example, a ferrite toroid).....	106
Figure I.9 – Example AN for use with coaxial cables, employing an internal common mode choke created by miniature coaxial cable (miniature semi-rigid solid copper screen or miniature double-braided screen coaxial cable) wound on ferrite toroids.....	106
Figure I.10 – Example AN for use with multi-conductor screened cables, employing an internal common mode choke created by bifilar winding multiple insulated signal wires and an insulated screen-conductor wire on a common magnetic core (for example, a ferrite toroid).....	107
Figure I.11 – Example AN for use with multi-conductor screened cables, employing an internal common mode choke created by winding a multi-conductor screened cable on ferrite toroids.....	107
Table 1 – Minimum scan times for the three CISPR bands with peak and quasi-peak detectors.....	25
Table 2 – Minimum measurement times for the four CISPR bands.....	26
Table A.1.....	69
Table A.2.....	69
Table D.1 – Pulse suppression factors and scan rates for a 100 Hz video bandwidth.....	76
Table D.2 – Meter time constants and the corresponding video bandwidths and maximum scan rates.....	77
Table F.1 – Maximum amplitude difference between peak and quasi-peak detected signals.....	84
Table G.1 – Summary of advantages and disadvantages of the methods described in the specific subclauses of Annex H.....	86
Table H.1 – Telecommunication port disturbance measurement procedure selection.....	92
Table H.2 – a_{LCL} values.....	93

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

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

**Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity –
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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This consolidated version of CISPR 16-2-1 consists of the second edition (2008) [documents CISPR/A/798/FDIS and CISPR/A/809/RVD, its amendment 1 (2010) [documents CISPR/A/874/CDV and CISPR/A/897/RVC] and its amendment 2 (2013) [documents CISPR/A/1023/FDIS and CISPR/A/1029/RVD]. It bears the edition number 2.2.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendments and has been prepared for user convenience. A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendments 1 and 2. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through.

International Standard CISPR 16-2-1 has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio interference measurements and statistical methods.

This edition includes significant technical changes with respect to the previous edition. In general, this new edition aims at reducing compliance uncertainty in correspondence with findings in CISPR 16-4-1. Guidelines are given on

- resonance-free connection of the AMN to reference ground,
- avoidance of ground loops, and
- avoidance of ambiguities of the test setup of EUT and AMN with respect to the reference ground plane.

In addition, terms are clarified, a new type of ancillary equipment (CVP) is applied, and a clarification for the use of the AAN and AMN on the same EUT is provided.

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

A list of all parts of CISPR 16 series under the general title *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IMPORTANT – The “colour inside” logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this publication using a colour printer.

INTRODUCTION (to amendment 1)

All stated specifications in CISPR 16-2-1 are met by an instrument independent of the selected implementation or technology in order to be considered suitable for measurements in accordance with CISPR standards. The addition of FFT-based measuring instrumentation requires further specifications as addressed in this amendment. A new Annex F is added as a result of provisions recently introduced into CISPR 16-1-1 on the use of spectrum analyzers for compliance measurements.

SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS –

Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements

1 Scope

This part of CISPR 16 is designated a basic standard, which specifies the methods of measurement of disturbance phenomena in general in the frequency range 9 kHz to 18 GHz and especially of conducted disturbance phenomena in the frequency range 9 kHz to 30 MHz.

2 Normative references

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

IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic Compatibility*

IEC 60364-4 (all parts), *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety*

CISPR 14-1, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

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 16-1-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Conducted disturbances*

Amendment 1:2004

Amendment 2:2006

~~CISPR/TR 16-3:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*~~

~~Amendment 1:2005~~

~~Amendment 2:2006~~

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	116
INTRODUCTION (à l'amendement 1).....	118
1 Domaine d'application	119
2 Références normatives.....	119
3 Définitions	119
4 Types de perturbations à mesurer	125
4.1 Généralités.....	125
4.2 Types de perturbations.....	125
4.3 Fonctions de détection	126
5 Connexion du matériel de mesure	126
5.1 Généralités.....	126
5.2 Connexion de l'équipement d'appoint	126
5.3 Connexions à la masse de référence RF	127
5.4 Connexion entre le matériel en essai et le réseau fictif d'alimentation (AMN)	128
6 Exigences et conditions générales de mesure	129
6.1 Généralités.....	129
6.2 Perturbation non produite par le matériel à l'essai	129
6.2.1 Généralités.....	129
6.2.2 Essais de conformité	129
6.3 Mesure d'une perturbation continue.....	129
6.3.1 Perturbation continue à bande étroite	129
6.3.2 Perturbation continue à large bande	130
6.3.3 Utilisation d'analyseurs de spectre et de récepteurs à balayage	130
6.4 Disposition et conditions de fonctionnement mesure du matériel en essai	130
6.4.1 Généralités Disposition du matériel en essai	130
6.4.2 Conditions de charge normales	130
6.4.3 Durée de fonctionnement.....	133
6.4.4 Durée de fonctionnement préalable/de préchauffage	133
6.4.5 Alimentation	133
6.4.6 Mode de fonctionnement	133
6.4.7 Fonctionnement d'un matériel à fonctions multiples	133
6.4.8 Détermination de la ou des disposition(s) d'émission maximale	134
6.4.9 Enregistrement des mesures	134
6.5 Interprétation des résultats de mesure	133
6.5.1 Perturbations continues	134
6.5.2 Perturbations discontinues	135
6.5.3 Mesure de la durée des perturbations.....	135
6.6 Temps de mesure et vitesses de balayage pour les perturbations continues	135
6.6.1 Généralités.....	135
6.6.2 Temps de mesure minimaux	135
6.6.3 Vitesses de balayage des récepteurs à balayage et des analyseurs de spectre	136
6.6.4 Durées de balayage pour les récepteurs à accord par palier.....	137

6.6.5	Stratégies pour une vue d'ensemble du spectre en utilisant le détecteur de crête.....	138
6.6.6	Considérations temporelles concernant l'utilisation d'appareils de mesure à FFT	142
7	Mesure des perturbations conduites par les câbles, de 9 kHz à 30 MHz	144
7.1	Introduction	144
7.2	Appareils de mesure (récepteurs, etc.)	145
7.2.1	Généralités.....	145
7.2.2	Utilisation des détecteurs pour les mesures des perturbations conduites.....	145
7.3	Appareils de mesure auxiliaires	145
7.3.1	Généralités.....	145
7.3.2	Réseaux fictifs (AN).....	146
7.3.3	Sondes de tension	146
7.3.4	Sondes de courant	147
7.4	Configuration du matériel en essai	147
7.4.1	Disposition des matériels en essai et leur connexion au réseau fictif	147
7.4.2	Procédure de mesure des tensions perturbatrices non symétriques avec des réseaux en V (AMN)	155
7.4.3	Mesure des tensions en mode commun aux bornes de signaux en mode différentiel.....	162
7.4.4	Mesures au moyen de sondes de tension	163
7.4.5	Mesures au moyen d'une sonde de tension capacitive (CVP)	166
7.4.6	Mesures au moyen de sondes de courant.....	166
7.5	Configuration d'essai des systèmes pour les mesures d'émissions conduites	166
7.5.1	Approche générale des mesures des systèmes	166
7.5.2	Configuration du système	167
7.5.3	Mesure des lignes d'interconnexion	170
7.5.4	Découplage des composantes du système	170
7.6	Mesure <i>in situ</i>	170
7.6.1	Généralités.....	170
7.6.2	Masse de référence	171
7.6.3	Mesure au moyen de sondes de tension	171
7.6.4	Choix des points de mesure	171
8	Mesure automatisée des émissions	172
8.1	Introduction: Précautions pour les mesures automatisées	172
8.2	Procédure générale de mesure.....	172
8.3	Mesures par pré-balayage.....	173
8.4	Réduction des données	174
8.5	Maximisation des émissions et mesures finales.....	174
8.6	Post-traitement et rapport.....	174
8.7	Stratégies de la mesure d'émissions avec des appareils de mesure à FFT	175
Annexe A (informative) Guide pour la connexion d'un matériel électrique au réseau fictif (voir Article 5).....		
		176
Annexe B (informative) Utilisation des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage (voir Article 6).....		
		184

Annexe C (informative) Arbre de décision pour l'utilisation des détecteurs pour les mesures en conduction (voir 7.2.2).....	187
Annexe D (informative) Durées de mesure et vitesses de balayage utilisables avec un détecteur de valeur moyenne.....	189
Annexe E (informative) Lignes directrices pour l'amélioration de la configuration d'essai avec ANs	193
Annexe F (normative) Détermination de l'adéquation des analyseurs de spectre à des essais de conformité	198
Annexe G (informative) Directives concernant les mesures sur les accès de télécommunication	199
Annexe H (normative) Spécificités de la perturbation conduite sur les accès de télécommunication	206
Annexe I (informative) Exemples d'AAN et AN pour câbles blindés	213
Bibliographie.....	222
Figure 1 – Exemple d'un montage d'essai recommandé avec bobines PE, trois réseaux fictifs d'alimentation et un absorbeur de courant de gaine sur le câble RF	128
Figure 2 – Mesure d'une combinaison d'un signal à onde entretenue ("Bande étroite") et d'un signal en impulsion ("Large bande") en utilisant des balayages multiples avec maintien du maximum	139
Figure 3 – Exemple d'analyse temporelle	140
Figure 4 – Spectre large bande mesuré avec un récepteur à accord par palier	141
Figure 5 – Perturbations intermittentes à bande étroite mesurées en utilisant des balayages courts, rapides et répétitifs avec la fonction «maintien du maximum» pour obtenir une vue d'ensemble du spectre d'émission.....	141
Figure 19 – Balayage FFT en segments.....	143
Figure 20 – Résolution en fréquence améliorée au moyen d'un appareil de mesure à FFT.....	144
Figure 21 – Illustration du courant I_{CCM}.....	147
Figure 6 – Exemple de configuration d'essai: matériels de table pour mesures des perturbations conduites sur les conducteurs d'alimentation	149
Figure 7 – Montage de matériel en essai et de AMN à 40 cm avec a) RGP vertical et b) RGP horizontal	150
Figure 8 – Exemple de configuration d'essai facultative pour un matériel en essai avec seulement un câble d'alimentation fixé	151
Figure 9 – Exemple de configuration d'essai: matériels posés sur le sol (voir 7.4.1 et 7.5.2.2)	153
Figure 10 – Exemple de configuration d'essai: matériels posés sur le sol et sur une table (voir 7.4.1 et 7.5.2.2)	154
Figure 11 – Schéma de la configuration de mesure de la tension perturbatrice (voir aussi 7.5.2.2).....	156
Figure 12a – Schéma du circuit de mesure et d'alimentation.....	157
Figure 12b – Circuit équivalent de source de tension et de mesure.....	157
Figure 12 – Circuit équivalent de mesure de la tension perturbatrice en mode commun pour les matériels en essai de classe I (mis à la terre).....	157
Figure 13a – Schéma du circuit d'alimentation et de mesure.....	158
Figure 13b – Circuit équivalent de source de perturbations radioélectriques et de mesure.....	158
Figure 13 – Circuit équivalent de mesure de la tension perturbatrice en mode commun pour les matériels en essai de classe II (non mis à la masse)	158
Figure 14 – Élément RC pour main artificielle	160

Figure 15 – Perceuse électrique portative avec main artificielle	160
Figure 16 – Scie électrique portative avec main artificielle	160
Figure 17 – Exemple de mesure pour les sondes de tension	164
Figure 18 – Disposition de mesure pour un dispositif de régulation à deux bornes	164
Figure A.1	176
Figure A.2	177
Figure A.3	177
Figure A.4	177
Figure A.5	178
Figure A.6	178
Figure A.7	179
Figure A.8 – Configurations du réseau fictif	182
Figure C.1 – Arbre de décision pour l'optimisation de la durée des mesures des perturbations conduites avec les détecteurs de crête, de quasi-crête et de valeur moyenne	187
Figure D.1 – Fonction de pondération d'une impulsion de 10 ms pour des détections de valeurs crêtes (PK) et moyennes avec (CISPR AV) ou sans (AV) lecteur crête; avec un contrôleur de période de 160 ms	191
Figure D.2 – Fonctions de pondération d'une impulsion de 10 ms pour des détections de valeurs crêtes (PK) et moyennes avec (CISPR AV) ou sans (AV) lecteur crête; avec un contrôleur de période de 100 ms	191
Figure D.3 – Exemple de fonctions de pondération (d'une impulsion de 1 Hz) pour des détections de valeurs crêtes («PK») et moyennes équivalentes à une fonction de largeur d'impulsion, avec un contrôleur de période de 160 ms	192
Figure D.4 – Exemple de fonctions de pondération (d'une impulsion d'1 Hz) pour des détections de valeurs crêtes («PK») et moyennes équivalentes à une fonction de largeur d'impulsion, avec un contrôleur de période de 100 ms	192
Figure E.1 – Résonance parallèle de la capacité de l'enveloppe et de l'inductance de connexion de masse	193
Figure E.2 – Connexion d'un AMN au plan de masse de référence au moyen d'une tôle large, pour réaliser une mise à la masse à faible inductance	194
Figure E.3 – Impédance mesurée avec la disposition de la Figure E.2, en référence à la fois à la masse de face avant et à la tôle de mise à la masse	194
Figure E.4 – Facteur VDF dans la configuration de la Figure E.2, mesuré en référence à la masse de face avant et à la tôle de mise à la masse. (L'AMN utilisé a une réponse plate en fréquence du facteur VDF, qui peut être différente pour d'autres AMN)	194
Figure E.5 – Disposition montrant la tôle de masse de mesure (représentée en pointillés) de l'impédance en référence au plan de masse de référence. La masse du câble de mesure de l'impédance est connectée à la tôle de masse de mesure, tandis que le conducteur interne est connecté à la broche d'accès du matériel en essai	195
Figure E.6 – Impédance mesurée avec la disposition de la Figure E.5, en référence au plan de masse de référence	195
Figure E.7 – Facteur VDF mesuré avec des résonances parallèles dans la liaison de masse de l'AMN	196
Figure E.8 – Atténuation d'un absorbeur de courant de gaine mesuré dans un dispositif d'essai de 150 Ω	197
Figure E.9 – Disposition de mesure de l'atténuation due aux bobines PE et aux absorbeurs de courant de gaine	197
Figure G.1 – Circuit de base pour considérer les limites avec une impédance totale en mode commun (TCM) de 150 Ω	202
Figure G.2 – Circuit de base pour la mesure avec une impédance totale en mode commun (TCM) inconnue	202

Figure G.3 – Configuration des impédances des composants utilisés à la Figure H.2.....	204
Figure G.4 – Montage d'essai de base pour mesurer l'impédance combinée des 150 Ω et des ferrites	205
Figure H.1 – Exemple de dispositif de mesure utilisant des réseaux fictifs asymétriques (AAN)	209
Figure H.2 – Exemple de dispositif de mesure utilisant une charge de 150 Ω à la surface extérieure du blindage	210
Figure H.3 – Dispositif de mesure utilisant des sondes de courant et de tension capacitive	211
Figure H.4 – Montage d'étalonnage	212
Figure I.1 – Exemple de réseau fictif asymétrique (AAN) destiné à être utilisé avec des paires symétriques uniques non blindées	213
Figure I.2 – Exemple de réseau fictif asymétrique (AAN) avec forte LCL (perte de conversion longitudinale) destiné à être utilisé avec une ou deux paires symétriques non blindées	214
Figure I.3 – Exemple de réseau fictif asymétrique (AAN) avec forte LCL (perte de conversion longitudinale) destiné à être utilisé avec une, deux, trois ou quatre paires symétriques non blindées	215
Figure I.4 – Exemple de réseau fictif asymétrique (AAN), incluant un réseau d'adaptation de source de 50 Ω sur l'accès de mesure de tension, destiné à être utilisé avec deux paires symétriques non blindées	216
Figure I.5 – Exemple de réseau fictif asymétrique (AAN) destiné à être utilisé avec deux paires symétriques non blindées	217
Figure I.6 – Exemple de réseau fictif asymétrique (AAN), incluant un réseau d'adaptation de source de 50 Ω sur l'accès de mesure de tension, destiné à être utilisé avec quatre paires symétriques non blindées	218
Figure I.7 – Exemple de réseau fictif asymétrique (AAN) destiné à être utilisé avec quatre paires symétriques non blindées	219
Figure I.8 – Exemple de réseau fictif (AN) destiné à être utilisé avec des câbles coaxiaux, utilisant une bobine d'arrêt interne de mode commun créée par un enroulement bifilaire d'un conducteur central isolé et d'un conducteur de blindage isolé sur un noyau magnétique commun (par exemple, un tore en ferrite)	220
Figure I.9 – Exemple de réseau fictif (AN) destiné à être utilisé avec des câbles coaxiaux, utilisant une bobine d'arrêt de mode commun interne créée par un câble coaxial miniature (câble coaxial à blindage de cuivre plein semi-rigide ou à blindage miniature à double tresse) enroulé sur des tores en ferrite.....	220
Figure I.10 – Exemple de réseau fictif (AN) destiné à être utilisé avec des câbles blindés multiconducteurs, utilisant une bobine d'arrêt de mode commun interne créée par un enroulement bifilaire de plusieurs conducteurs de signaux isolés et un conducteur de blindage isolé sur un noyau magnétique commun (par exemple, un tore en ferrite).....	221
Figure I.11 – Exemple de réseau fictif (AN) destiné à être utilisé avec des câbles blindés multiconducteurs, utilisant une bobine d'arrêt de mode commun interne créée par un enroulement d'un câble blindé multiconducteur sur des tores en ferrite	221
Tableau 1 – Durées de balayage minimales pour les trois bandes CISPR avec détecteur de crête et détecteur de quasi-crête	136
Tableau 2 – Durées de mesure minimales pour les quatre bandes de la CISPR.....	136
Tableau A.1	183
Tableau A.2	183
Tableau D.1 – Facteurs de suppression d'impulsion et vitesses de balayage pour une largeur de bande vidéo de 100 Hz	190

Tableau D.2 – Contrôleur de période et largeurs de bandes vidéo correspondantes et vitesses de balayages maximales correspondantes	191
Tableau F.1 – Différence d'amplitude maximale entre les signaux détectés crête et quasi-crête.....	198
Tableau G.1 – Résumé des avantages et des inconvénients des méthodes décrites dans les paragraphes spécifiques de l'Annexe H	200
Tableau H.1 – Choix du mode opératoire de mesure des perturbations sur les accès de télécommunication	206
Tableau H.2 – Valeurs de a_{LCL}	207

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 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité –
Mesures 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. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la CISPR 16-2-1 comprend la deuxième édition (2008) [documents CISPR/A/798/FDIS et CISPR/A/809/RVD], son amendement 1 (2010) [documents CISPR/A/874/CDV et CISPR/A/897/RVC] et son amendement 2 (2013) [documents CISPR/A/1023/FDIS et CISPR/A/1029/RVD]. Elle porte le numéro d'édition 2.2.

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à ses amendements; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par les amendements 1 et 2. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions sont barrées.

La Norme internationale CISPR 16-2-1 a été établie par le sous-comité A du CISPR: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

Cette édition inclut des modifications techniques majeures par rapport à l'édition précédente. De manière générale, cette nouvelle édition a pour objectif de réduire l'incertitude de conformité, en connexion avec les conclusions de la CISPR 16-4-1. Des indications sont fournies sur:

- la connexion sans résonance de l'AMN à la masse de référence,
- la manière d'éviter les boucles de masses, et
- la manière d'éviter les ambiguïtés sur le montage d'essai de l'équipement en essai et de l'AMN par rapport au plan de masse de référence.

De plus, des termes sont clarifiés, un nouveau type d'équipement d'appoint est introduit, et des clarifications en vue de l'utilisation d'AAN et d'AMN sur le même équipement en essai sont fournies.

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

Une liste de toutes les parties de la CISPR 16, sous le titre général *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*, est disponible sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI 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.

INTRODUCTION (à l'amendement 1)

Les spécifications énoncées dans le CISPR 16-2-1 sont satisfaites indépendamment de la mise en œuvre ou de la technologie spécifiques à l'instrument de mesure, de sorte que les mesures ainsi obtenues puissent être considérées comme conformes aux normes CISPR. L'ajout des appareils de mesure à FFT nécessite toutefois des spécifications complémentaires aux méthodes d'essai associées. Ces nouvelles exigences sont présentées dans le présent amendement. Une nouvelle Annexe F est également ajoutée en conséquence des dispositions récemment introduites dans le CISPR 16-1-1, relatives à l'utilisation d'analyseurs de spectre pour les mesures de conformité.

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

1 Domaine d'application

La présente partie de la CISPR 16 est une norme fondamentale qui spécifie les méthodes de mesure des phénomènes perturbateurs en général, dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 18 GHz et spécialement les perturbations conduites dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-161:1990, Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique

CEI 60364-4 (toutes les parties), Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité

CISPR 14-1, Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électro-domestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Émission

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 16-1-2:2003, 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 – Matériels auxiliaires – Perturbations conduites

Amendement 1:2004

Amendement 2:2006

~~*CISPR/TR 16-3:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports (uniquement disponible en anglais)*~~

~~*Amendement 1:2005*~~

~~*Amendement 2:2006*~~