

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



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

**Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance
characteristics – Limits and methods of measurement**

**Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de
perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.100.10

ISBN 978-2-8322-3483-9

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement

Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	10
Introduction to Amendment 1	11
1 Scope.....	12
2 Normative references.....	12
3 Terms and definitions	13
4 Frequencies designated for ISM use	16
5 Classification of equipment	17
5.1 Separation into groups	17
5.2 Division into classes.....	17
5.3 Documentation for the user	18
6 Limits of electromagnetic disturbances	18
6.1 General.....	18
6.2 Group 1 equipment measured on a test site	19
6.2.1 Limits for conducted disturbances	19
6.2.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	22
6.3 Group 2 equipment measured on a test site	23
6.3.1 Limits for conducted disturbances	23
6.3.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	25
6.4 Group 1 and group 2 class A equipment measured in situ	30
6.4.1 Limits for conducted disturbances	30
6.4.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	31
7 Measurement requirements.....	33
7.1 General.....	33
7.2 Ambient noise	33
7.3 Measuring equipment	34
7.3.1 Measuring instruments	34
7.3.2 Artificial network (AN)	34
7.3.3 Voltage probe	35
7.3.4 Antennas	35
7.3.5 Artificial hand.....	36
7.4 Frequency measurement.....	37
7.5 Configuration of equipment under test	37
7.5.1 General	37
7.5.2 Interconnecting cables	41
7.5.3 Connection to the electricity supply network on a test site	42
7.6 Load conditions of equipment under test.....	44
7.6.1 General	44
7.6.2 Medical equipment.....	44
7.6.3 Industrial equipment.....	46
7.6.4 Scientific, laboratory and measuring equipment	46
7.6.5 Microwave cooking appliances	46
7.6.6 Other equipment in the frequency range 1 GHz to 18 GHz	46
7.6.7 Electric welding equipment.....	47
7.6.8 ISM RF lighting equipment	47

7.6.9	Medium voltage (MV) and high voltage (HV) switchgear	47
7.6.10	Grid connected power converters	47
7.7	Recording of test-site measurement results	48
7.7.1	General	48
7.7.2	Conducted emissions	48
7.7.3	Radiated emissions	48
8	Special provisions for test site measurements (9 kHz to 1 GHz)	48
8.1	Ground planes	48
8.2	Measurement of conducted disturbances	49
8.2.1	General	49
8.2.2	Measurements on grid connected power converters	49
8.2.3	Handheld equipment which are normally operated without an earth connection	54
8.3	Radiation test site for OATS and SAC for measurements in the range 9 kHz to 1 GHz	54
8.3.1	General	54
8.3.2	Validation of the radiation test site (9 kHz to 1 GHz)	55
8.3.3	Disposition of equipment under test (9 kHz to 1 GHz)	55
8.3.4	Radiation measurements (9 kHz to 1 GHz)	56
8.4	Alternative radiation test sites for the frequency range 30 MHz to 1 GHz	56
8.5	FAR for measurements in the range 30 MHz to 1 GHz	56
9	Radiation measurements: 1 GHz to 18 GHz	57
9.1	Test arrangement	57
9.2	Receiving antenna	57
9.3	Validation and calibration of test site	57
9.4	Measuring procedure	57
9.4.1	General	57
9.4.2	Operating conditions of the EUT	58
9.4.3	Preliminary measurement	58
9.4.4	Final measurement	59
10	Measurement <i>in situ</i>	60
11	Safety precautions for emission measurements on ISM RF equipment	61
12	Measurement uncertainty	61
	Annex A (informative) Examples of equipment classification	62
	Annex B (informative) Precautions to be taken in the use of a spectrum analyzer (see 7.3.1)	64
	Annex C (normative) Measurement of electromagnetic radiation disturbance in the presence of signals from radio transmitters	65
	Annex D (informative) Propagation of interference from industrial radio-frequency equipment at frequencies between 30 MHz and 300 MHz	66
	Annex E (informative) Recommendations of CISPR for protection of certain radio services in particular areas	67
	E.1 General	67
	E.2 Recommendations for protection of safety-related radio services	67
	E.3 Recommendations for protection of specific sensitive radio services	67
	Annex F (informative) Frequency bands allocated for safety-related radio services	68
	Annex G (informative) Frequency bands allocated for sensitive radio services	69
	Annex H (informative) Statistical assessment of series produced equipment against the requirements of CISPR standards	71

H.1	Significance of a CISPR limit	71
H.2	Type tests	71
H.3	Statistical assessment of series produced equipment	71
H.3.1	Assessment based on a general margin to the limit	71
H.3.2	Assessment based on the non-central t -distribution	72
H.3.3	Assessment based on the binomial distribution	74
H.3.4	Equipment produced on an individual basis	75
Annex I (normative)	Artificial Network (AN) for the assessment of disturbance voltages at d.c. power ports of semiconductor power converters	76
I.1	General information and purpose	76
I.2	Structures for a DC-AN	76
I.2.1	AN suitable for measurement of unsymmetrical mode (UM) disturbances	76
I.2.2	AN suitable for measurement of common mode (CM) and differential mode (DM) disturbances	76
I.2.3	AN suitable for measurement of UM, CM and DM disturbances	77
I.3	Employment of DC-ANs for compliance measurements	77
I.3.1	General	77
I.3.2	Pseudo V-AN	77
I.3.3	Delta-AN	77
I.4	Normative technical requirements for the DC-AN	78
I.4.1	Parameters and associated tolerances in the range 150 kHz to 30 MHz	78
I.4.2	Parameters and associated tolerances in the range 9 kHz to 150 kHz	79
I.5	Examples of practical implementations of DC-ANs	79
Annex J (informative)	Measurements on Grid Connected Power Converters (GCPC) – Setups for an effective test site configuration	82
J.1	General information and purpose	82
J.2	Setup of the test site	82
J.2.1	Block diagram of test site	82
J.2.2	DC power supply	83
J.2.3	AC power source	83
J.2.4	Other components	84
J.3	Other test setups	84
J.3.1	Configuration comprising laboratory AC power source and resistive load	84
J.3.2	Configuration in case of reverse power flow to the AC mains	85
Annex K (informative)	Test site configuration and instrumentation – Guidance on prevention of saturation effects in mitigation filters of transformer-less power converters during type tests according to this standard	87
K.1	General information and purpose	87
K.2	Recommendations for avoidance of saturation effects in the range 9 kHz to 150 kHz	88
K.3	Detailed advice	88
K.3.1	General	88
K.3.2	Insert of series inductors (or common mode chokes) in the laboratory's d.c. power supply chain	89
K.3.3	Employment of additional common mode decoupling capacitors at the interface between the AE port of the DC-AN and the laboratory d.c. power supply port allocated in the test environment	90
K.4	Background information	91
Bibliography		93

Figure 1 – Circuit for disturbance voltage measurements on mains supply	35
Figure 2 – Artificial hand, RC element	37
Figure 3 – Example for a typical cable arrangement for measurements of radiated disturbances in 3 m separation distance, Table-top EUT	39
Figure 4 – Example for a typical test set up for measurement of conducted and/or radiated disturbances from a floor standing EUT, 3D view	40
Figure 5 – Disposition of medical (capacitive type) and dummy load	45
Figure 6 – Typical arrangement for measurement of conducted disturbances at LV d.c. power ports with the DC-AN used as termination and decoupling unit to the laboratory d.c. power source	51
Figure 7 – Typical arrangement for measurement of conducted disturbances at LV d.c. power ports with the DC-AN used as termination and voltage probe	52
Figure 8 – Typical arrangement for measurement of conducted disturbances at LV d.c. power ports with the DC-AN used as voltage probe and with a current probe – 2D diagram	53
Figure 9 – Typical arrangement for measurement of conducted disturbances at LV d.c. power ports with a DC-AN used as voltage probe and with a current probe – 3D diagram	53
Figure 10 – Test site	55
Figure 11 – Minimum size of metal ground plane	55
Figure 12 – Decision tree for the measurement of emissions from 1 GHz to 18 GHz of group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz	58
Figure H.1 – An example of possible difficulties	74
Figure I.1 – Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM disturbances (Example)	79
Figure I.2 – Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of CM and DM disturbances (Example, see also Figure A.2 in CISPR 16-1-2:2014)	80
Figure I.3 – Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 1)	80
Figure I.4 – Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 2)	81
Figure I.5 – Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 3)	81
Figure J.1 – Setup of the test site (Case 1) – 2D diagram	82
Figure J.2 – Setup of the test site (Case 1) – 3D diagram	83
Figure J.3 – Setup of the test site (Case 2) – 2D diagram	84
Figure J.4 – Setup of the test site (Case 2) – 3D diagram	85
Figure J.5 – Setup of the test site (Case 3) – 2D diagram	86
Figure J.6 – Setup of the test site (Case 3) – 3D diagram	86
Figure K.1 – Flow of the common mode RF current at test site configuration level	89
Figure K.2 – Blocking of flow of common mode RF current by insert of series inductors	90
Figure K.3 – Blocking of flow of common mode RF current by employment of additional CM decoupling capacitors	90
Figure K.4 – CM termination impedance at the EUT port of a DC-AN – Magnitude-versus-frequency characteristic in the range 3 kHz to 30 MHz, Example	91
Figure K.5 – Prevention of saturation of mitigation filters by use of additional decoupling capacitors	92
Figure K.6 – Change in the resonant frequency caused by the increase and decrease in the decoupling capacitor's capacitance	92

Figure K.7 – DC-AN circuit example where capacitance of blocking capacitors of the LC decoupling circuit can be increased or decreased.....92

Table 1 – Frequencies in the radio-frequency (RF) range designated by ITU for use as fundamental ISM frequencies	17
Table 2 – Disturbance voltage limits for class A group 1 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	20
Table 3 – Limits for conducted disturbances of class A group 1 equipment measured on a test site (d.c. power port).....	21
Table 4 – Disturbance voltage limits for class B group 1 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	21
Table 5 – Disturbance voltage limits for class B group 1 equipment measured on a test site (d.c. power port).....	21
Table 6 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured on a test site.....	22
Table 7 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 1 equipment measured on a test site.....	23
Table 8 – Disturbance voltage limits for class A group 2 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	24
Table 9 – Disturbance voltage limits for class B group 2 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	25
Table 10 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured on a test site.....	27
Table 11 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A EDM and arc welding equipment measured on a test site	28
Table 12 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 2 equipment measured on a test site.....	28
Table 13 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz	29
Table 14 – Electromagnetic radiation disturbance weighted limits for group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz	30
Table 15 – Electromagnetic radiation disturbance APD level corresponding to 10^{-1} limits for class B group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz	30
Table 16 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured <i>in situ</i>	31
Table 17 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured <i>in situ</i>	32
Table 18 – Frequency sub-ranges to be used for weighted measurements	60
Table E.1 – Limits for electromagnetic radiation disturbances for <i>in situ</i> measurements to protect specific safety-related radio services in particular areas	67
Table H.1 – General margin to the limit for statistical evaluation	72
Table H.2 – The non-central <i>t</i> -distribution factor <i>k</i> as a function of the sample size <i>n</i>	73
Table H.3 – Application of the binomial distribution.....	75
Table I.1 – Parameters and associated tolerances in the range 150 kHz to 30 MHz.....	78
Table I.2 – Parameters and associated tolerances in the range 9 kHz to 150 kHz.....	79

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

INDUSTRIAL, SCIENTIFIC AND MEDICAL EQUIPMENT – RADIO-FREQUENCY DISTURBANCE CHARACTERISTICS – LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT

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.

DISCLAIMER

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

This Consolidated version of CISPR 11 bears the edition number 6.1. It consists of the sixth edition (2015-06) [documents CISPR/B/628/FDIS and CISPR/B/631/RVD] and its amendment 1 (2016-06) [documents CISPR/B/627/CDV and CISPR/B/639A/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

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

International Standard CISPR 11 has been prepared by CISPR Subcommittee B: Interference relating to industrial, scientific and medical radio-frequency apparatus, to other (heavy) industrial equipment, to overhead power lines, to high voltage equipment and to electric traction.

This sixth edition introduces and permits type testing on components of power electronic equipment, systems and installations. Its emission limits apply now to low voltage (LV) a.c. and d.c. power ports, irrespective of the direction of power transmission. Several limits were adapted to the practical test conditions found at test sites. They are also applicable now to power electronic ISM RF equipment used for wireless power transfer (WPT), for instant power supply and charging purposes. The limits in the range 1 GHz to 18 GHz apply now to CW-type disturbances and to fluctuating disturbances in a similar, uniform and technology-neutral way. For these measurements, two alternative methods of measurement are available, the traditional log-AV method and the new APD method.

For measurements at LV d.c. power ports of power electronic equipment, a modern implementation of the 150 Ω Delta-network specified in CISPR 16-1-2 has been made available.

This International Standard CISPR 11 has the status of a Product Family EMC standard in accordance with IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications* (2014).

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

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

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

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

The main content of this standard is based on CISPR Recommendation No. 39/2 given below:

RECOMMENDATION No. 39/2

**Limits and methods of measurement of electromagnetic disturbance characteristics
of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment**

The CISPR

CONSIDERING

- a) that ISM RF equipment is an important source of disturbance;
- b) that methods of measuring such disturbances have been prescribed by the CISPR;
- c) that certain frequencies are designated by the International Telecommunication Union (ITU) for unrestricted radiation from ISM equipment,

RECOMMENDS

that the latest edition of CISPR 11 be used for the application of limits and methods of measurement of ISM equipment.

INTRODUCTION

This CISPR publication contains, amongst common requirements for the control of RF disturbances from equipment intended for use in industrial, scientific, and medical electrical applications, specific requirements for the control of RF disturbances caused by ISM RF applications in the meaning of the definition of the International Telecommunication Union (ITU), see also Definition 3.13 in this International Standard. CISPR and ITU share their responsibility for the protection of radio services in respect of the use of ISM RF applications.

The CISPR is concerned with the control of RF disturbances from ISM RF applications by means of an assessment of these disturbances either at a standardised test site or, for an individual ISM RF application which cannot be tested at such a site, at its place of operation. Consequently, this CISPR Publication covers requirements for conformity assessment of both, equipment assessed by means of type tests at standardised test sites or of individual equipment under in situ conditions.

The ITU is concerned with the control of RF disturbances from ISM RF applications during normal operation and use of the respective equipment at its place of operation (see Definition 1.15 in the ITU Radio Regulations). There, use of radio-frequency energy decoupled from the ISM RF application by radiation, induction or capacitive coupling is restricted to the location of that individual application.

This CISPR publication contains, in 6.3, the essential emission requirements for an assessment of RF disturbances from ISM RF applications at standardised test sites. These requirements allow for type testing of ISM RF applications operated at frequencies up to 18 GHz. It further contains, in 6.4, the essential emission requirements for an in situ assessment of RF disturbances from individual ISM RF applications in the frequency range up to 1 GHz. All requirements were established in close collaboration with the ITU and enjoy approval of the ITU.

However, for operation and use of several types of ISM RF applications the manufacturer, installer and/or customer should be aware of additional national provisions regarding possible licensing and particular protection needs of local radio services and applications. Depending on the country concerned, such additional provisions may apply to individual ISM RF applications operated at frequencies outside designated ISM bands (see Table 1). They also may apply to ISM RF applications operated at frequencies above 18 GHz. For the latter type of applications, local protection of radio services and appliances requires an accomplishment of the conformity assessment by application of the relevant national provisions in the frequency range above 18 GHz in accordance with vested interests of the ITU and national administrations. These additional national provisions may apply to spurious emissions, emissions appearing at harmonics of the operation frequency, and to wanted emissions at the operation frequency allocated outside a designated ISM band in the frequency range above 18 GHz.

Recommendations of CISPR for the protection of radio services in particular areas are found in Annex E of this International Standard.

Definition 1.15 of the ITU Radio Regulations reads as follows:

1.15 *industrial, scientific and medical (ISM) applications (of radio frequency energy):* Operation of equipment or appliances designed to generate and use locally radio frequency energy for industrial, scientific, medical, domestic or similar purposes, excluding applications in the field of telecommunications.

[ITU Radio Regulations Volume 1: 2012 – Chapter I, Definition 1.15]

Introduction to Amendment 1

This Amendment introduces the fully-anechoic room (FAR) for measurements of the disturbance field strength in the range 30 MHz to 1 GHz on equipment in the scope of CISPR 11.

It contains the complete set of requirements for measurement of radiated disturbances from equipment fitting into the validated test volume of a given FAR. It specifies a separation distance of 3 m and restricts use of the FAR to measurements on table-top equipment.

At the moment the FAR can be used:

- for measurements on table-top equipment fitting into the validated test volume of the given FAR,
- for a separation distance of 3 m only, and
- if the FAR was validated according to CISPR 16-1-4.

The limits for class A and class B group 1 equipment in this CDV base on the limits in the generic emission standards IEC 61000-6-3:2006/AMD 1 (2010) and IEC 61000-6-4:2006/AMD 1 (2010). The limits for class A and class B group 2 equipment were derived using the same approximation formula as used when deriving the limits for the generic emission standards in mid of the years 2000 to 2010. CISPR/H/104/INF, published in 2005, gives detailed explanations how these limits for the FAR were derived.

More detailed background information is still found in CISPR/B/627/CDV.

CISPR/B WG1 in October 2015

INDUSTRIAL, SCIENTIFIC AND MEDICAL EQUIPMENT – RADIO-FREQUENCY DISTURBANCE CHARACTERISTICS – LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT

1 Scope

This International Standard applies to industrial, scientific and medical electrical equipment operating in the frequency range 0 Hz to 400 GHz and to domestic and similar appliances designed to generate and/or use locally radio-frequency energy.

This standard covers emission requirements related to radio-frequency (RF) disturbances in the frequency range of 9 kHz to 400 GHz. Measurements need only be performed in frequency ranges where limits are specified in Clause 6.

For ISM RF applications in the meaning of the definition found in the ITU Radio Regulations (see Definition 3.13), this standard covers emission requirements related to radio-frequency disturbances in the frequency range of 9 kHz to 18 GHz.

NOTE Emission requirements for induction cooking appliances are specified in CISPR 14-1 [1]¹.

Requirements for ISM RF lighting equipment and UV irradiators operating at frequencies within the ISM frequency bands defined by the ITU Radio Regulations are contained in this standard.

Equipment covered by other CISPR product and product family emission standards are excluded from the scope of this standard.

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 16-1-1:2010/AMD 1:2010

CISPR 16-1-1:2010/AMD 2:2014

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

CISPR 16-1-4:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*

CISPR 16-1-4:2010/AMD 1:2012

¹ Figures in square brackets refer to the Bibliography.

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 16-2-3:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*

CISPR 16-2-3:2010/AMD 1:2010

CISPR 16-2-3:2010/AMD 2:2014

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

CISPR 16-4-2:2011/AMD 1:2014

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

IEC 60601-1-2:2014, *Medical electrical equipment – Part 1-2: General requirements for basic safety and essential performance – Collateral standard: Electromagnetic disturbances – Requirements and tests*

IEC 60601-2-2:2009, *Medical electrical equipment – Part 2-2: Particular requirements for the basic safety and essential performance of high frequency surgical equipment and high frequency surgical accessories*

IEC 60974-10:2014, *Arc welding equipment – Part 10: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

IEC 61307:2011, *Industrial microwave heating installations – Test methods for the determination of power output*

IEC 62135-2:2007, *Resistance welding equipment – Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

ITU Radio Regulations (2012), *Radio regulations, Volume 3 – Resolutions and recommendations, Resolution no. 63* (available at <http://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2012>)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	100
INTRODUCTION.....	103
Introduction à l'Amendement 1	105
1 Domaine d'application.....	106
2 Références normatives	106
3 Termes et définitions	107
4 Fréquences désignées pour être utilisées par les appareils ISM	111
5 Classification des appareils	112
5.1 Séparation en groupes	112
5.2 Division en classes.....	112
5.3 Documentation pour l'utilisateur.....	113
6 Valeurs limites des perturbations électromagnétiques.....	113
6.1 Généralités	113
6.2 Appareils du groupe 1 mesurés sur un site d'essai	114
6.2.1 Limites des perturbations conduites.....	114
6.2.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur	117
6.3 Appareils du groupe 2 mesurés sur un site d'essai	119
6.3.1 Limites des perturbations conduites.....	119
6.3.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur	120
6.4 Appareils de classe A, groupe 1 et groupe 2, mesurés in situ	126
6.4.1 Limites des perturbations conduites.....	126
6.4.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur	127
7 Exigences de mesure	129
7.1 Généralités	129
7.2 Bruit ambiant	129
7.3 Appareil de mesure	130
7.3.1 Instruments de mesure.....	130
7.3.2 Réseau fictif (AN).....	131
7.3.3 Sonde de tension	131
7.3.4 Antennes	132
7.3.5 Main artificielle.....	133
7.4 Mesurage de fréquence.....	133
7.5 Configuration des appareils en essai	133
7.5.1 Généralités	133
7.5.2 Câbles de raccordement	139
7.5.3 Raccordement au réseau d'alimentation électrique sur un site d'essai	140
7.6 Conditions de charge des appareils en essai	143
7.6.1 Généralités	143
7.6.2 Appareils médicaux.....	143
7.6.3 Appareils industriels.....	145
7.6.4 Appareils scientifiques, appareils de laboratoire et de mesure.....	145
7.6.5 Appareils de cuisson à micro-ondes	146
7.6.6 Autres appareils fonctionnant dans la plage de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz.....	146
7.6.7 Matériel de soudage électrique.....	146

7.6.8	Appareil d'éclairage ISM à fréquences radioélectriques.....	146
7.6.9	Appareillage moyenne tension (MT) et haute tension (HT)	146
7.6.10	Convertisseurs de puissance connectés au réseau	147
7.7	Enregistrement des résultats de mesure du site d'essai	147
7.7.1	Généralités	147
7.7.2	Émissions conduites	148
7.7.3	Émissions rayonnées	148
8	Dispositions spéciales pour les mesurages sur un site d'essai (9 kHz à 1 GHz).....	148
8.1	Plans de masse	148
8.2	Mesurage des perturbations conduites.....	148
8.2.1	Généralités	148
8.2.2	Mesurages sur les convertisseurs de puissance connectés au réseau	149
8.2.3	Appareils tenus à la main fonctionnant normalement sans mise à la terre	154
8.3	Site d'essai en rayonnement OATS et SAC pour les mesures dans la bande de 9 kHz à 1 GHz.....	155
8.3.1	Généralités	155
8.3.2	Validation du site d'essai en rayonnement (9 kHz à 1 GHz).....	156
8.3.3	Disposition de l'appareil en essai (9 kHz à 1 GHz)	156
8.3.4	Mesurages de rayonnement (9 kHz à 1 GHz).....	156
8.4	Autres sites d'essai en rayonnement pour la plage de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 GHz.....	157
8.5	Chambre totalement anéchoïque pour les mesures dans la bande de 30 MHz à 1 GHz	157
9	Mesurages de rayonnement: de 1 GHz à 18 GHz	157
9.1	Disposition d'essai	157
9.2	Antenne de réception	157
9.3	Validation et étalonnage du site d'essai	157
9.4	Procédure de mesure	158
9.4.1	Généralités	158
9.4.2	Conditions de fonctionnement de l'EUT	159
9.4.3	Mesurages préliminaires	159
9.4.4	Mesurage final	159
10	Mesurage <i>in situ</i>	161
11	Mesures de sécurité pour les mesurages des émissions sur les appareils ISM RF.....	162
12	Incertitude de mesure	162
	Annexe A (informative) Exemples de classification des appareils	163
	Annexe B (informative) Précautions à prendre lors de l'utilisation d'un analyseur de spectre (voir 7.3.1)	165
	Annexe C (normative) Mesurage du rayonnement électromagnétique perturbateur en présence de signaux provenant d'émetteurs radio	167
	Annexe D (informative) Propagation du brouillage émanant d'appareils industriels à fréquences radioélectriques aux fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz.....	168
	Annexe E (informative) Recommandations du CISPR concernant la protection de certains services radio dans des zones particulières.....	169
E.1	Généralités	169
E.2	Recommandations relatives à la protection des services radio liés à la sécurité.....	169
E.3	Recommandations relatives à la protection des services radio spécifiques et sensibles	170

Annexe F (informative) Bandes de fréquences allouées pour les services radio liés à la sécurité.....	171
Annexe G (informative) Bandes de fréquences allouées pour les services radio sensibles.....	172
Annexe H (informative) Évaluation statistique des appareils produits en série par rapport aux exigences des normes CISPR.....	174
H.1 Signification d'une limite CISPR	174
H.2 Essais de type	174
H.3 Évaluation statistique des appareils produits en série	174
H.3.1 Évaluation reposant sur une marge générale par rapport à la limite.....	174
H.3.2 Évaluation reposant sur la loi non centrale de t	175
H.3.3 Évaluation reposant sur la loi binomiale.....	178
H.3.4 Appareils produits individuellement.....	178
Annexe I (normative) Réseau fictif (AN) pour l'évaluation des tensions perturbatrices aux accès d'alimentation en courant continu des convertisseurs de puissance à semiconducteurs.....	179
I.1 Informations générales et objet.....	179
I.2 Structures pour un DC-AN.....	179
I.2.1 AN adapté pour le mesurage des perturbations en mode non symétrique (UM – unsymmetrical mode)	179
I.2.2 AN adapté pour le mesurage des perturbations en mode commun (CM) et en mode différentiel (DM)	179
I.2.3 AN adapté pour le mesurage des perturbations UM, CM et DM	180
I.3 Utilisation de DC-AN pour les mesurages de conformité.....	180
I.3.1 Généralités	180
I.3.2 Pseudo AN en V	180
I.3.3 AN en triangle.....	181
I.4 Exigences techniques normatives pour le DC-AN.....	181
I.4.1 Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 150 kHz et 30 MHz.....	181
I.4.2 Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz	182
I.5 Exemples de mises en œuvre pratiques des DC-AN.....	183
Annexe J (informative) Mesurages sur les convertisseurs de puissance connectés au réseau (GCPC) – Montages pour une configuration efficace du site d'essai.....	188
J.1 Informations générales et objet.....	188
J.2 Montage du site d'essai.....	188
J.2.1 Organigramme du site d'essai	188
J.2.2 Alimentation en courant continu.....	191
J.2.3 Source d'alimentation en courant alternatif	191
J.2.4 Autres composantes.....	191
J.3 Autres montages d'essai	191
J.3.1 Configuration comprenant la source d'alimentation en courant alternatif de laboratoire et la charge résistive	191
J.3.2 Configuration en cas de flux de puissance inverse vers le réseau en courant alternatif.....	193
Annexe K (informative) Configuration et instrumentation du site d'essai – Lignes directrices concernant la prévention des effets de saturation dans les filtres d'atténuation des convertisseurs de puissance sans transformateur pendant les essais de type conformément à la présente Norme.....	196
K.1 Informations générales et objet.....	196

K.2	Recommandations pour éviter les effets de saturation dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz	197
K.3	Informations détaillées	198
K.3.1	Généralités	198
K.3.2	Insertion de bobines d'inductance en série (ou pièges en mode commun) dans la chaîne d'alimentation en courant continu de laboratoire	199
K.3.3	Utilisation de condensateurs de découplage en mode commun supplémentaires au niveau de l'interface entre l'accès AE du DC-AN et l'accès d'alimentation en courant continu de laboratoire alloué dans l'environnement d'essai	200
K.4	Informations de base	200
	Bibliographie	204
	Figure 1 – Circuit pour le mesurage de tensions perturbatrices sur le réseau d'alimentation	132
	Figure 2 – Main artificielle, dipôle RC	133
	Figure 3 – Exemple de disposition de câble classique pour les mesurages des perturbations rayonnées à une distance de séparation de 3 m, EUT de table	137
	Figure 4 – Exemple de montage d'essai classique pour le mesurage des perturbations conduites et/ou rayonnées d'un EUT posé au sol, vue 3D	139
	Figure 5 – Appareils médicaux (type capacitif): disposition de l'appareil et de la charge fictive	144
	Figure 6 – Configuration classique pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation en courant continu à basse tension, le DC-AN étant utilisé comme terminaison et unité de découplage à la source d'alimentation en courant continu de laboratoire	151
	Figure 7 – Configuration classique pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation en courant continu à basse tension, le DC-AN étant utilisé comme terminaison et sonde de tension	152
	Figure 8 – Configuration classique pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation en courant continu à basse tension, le DC-AN étant utilisé comme sonde de tension et avec une sonde de courant – schéma 2D	153
	Figure 9 – Configuration classique pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation en courant continu à basse tension, un DC-AN étant utilisé comme sonde de tension et avec une sonde de courant – schéma 3D	154
	Figure 10 – Site d'essai	155
	Figure 11 – Dimensions minimales du plan de masse métallique.....	156
	Figure 12 – Arbre de décision pour le mesurage des émissions entre 1 GHz et 18 GHz des appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz.....	159
	Figure H.1 – Exemple des possibles difficultés	177
	Figure I.1 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations UM (exemple).....	183
	Figure I.2 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations CM et DM (exemple, voir également la Figure A.2 de la CISPR 16-1-2:2014).....	184
	Figure I.3 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations UM ou CM et DM (Exemple 1).....	185
	Figure I.4 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations UM ou CM et DM (Exemple 2).....	186

Figure I.5 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations UM ou CM et DM (Exemple 3).....	187
Figure J.1 – Montage du site d'essai (Cas 1) – Schéma 2D.....	189
Figure J.2 – Montage du site d'essai (Cas 1) – Schéma 3D.....	190
Figure J.3 – Montage du site d'essai (Cas 2) – Schéma 2D.....	192
Figure J.4 – Montage du site d'essai (Cas 2) – Schéma 3D.....	193
Figure J.5 – Montage du site d'essai (Cas 3) – Schéma 2D.....	194
Figure J.6 – Montage du site d'essai (Cas 3) – Schéma 3D.....	195
Figure K.1 – Flux du courant radioélectrique en mode commun au niveau de la configuration du site d'essai.....	198
Figure K.2 – Blocage du flux du courant radioélectrique en mode commun par insertion de bobines d'inductance en série	199
Figure K.3 – Blocage du flux du courant radioélectrique en mode commun en utilisant des condensateurs de découplage CM supplémentaires	200
Figure K.4 – Impédance de charge CM au niveau de l'accès de l'appareil en essai (EUT) d'un DC-AN – Caractéristique amplitude/fréquence dans la plage comprise entre 3 kHz et 30 MHz (exemple)	201
Figure K.5 – Prévention de la saturation des filtres d'atténuation à l'aide de condensateurs de découplage supplémentaires.....	202
Figure K.6 – Modification de la fréquence de résonance due à l'augmentation et à la réduction de capacité du condensateur de découplage	203
Figure K.7 – Exemple de circuit DC-AN dans lequel la capacité des condensateurs de blocage du circuit de découplage LC peut être augmentée ou réduite	203
Tableau 1 – Fréquences, dans la plage de fréquences radioélectriques, désignées par l'UIT comme étant des fréquences fondamentales pour les appareils ISM	112
Tableau 2 – Limites de tensions perturbatrices pour les appareils de classe A, groupe 1, mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation secteur en courant alternatif).....	115
Tableau 3 – Limites de perturbations conduites des appareils de classe A, groupe 1, mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation en courant continu)	116
Tableau 4 – Limites de tensions perturbatrices pour les appareils de classe B, groupe 1 mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation secteur en courant alternatif).....	116
Tableau 5 – Limites de tensions perturbatrices pour les appareils de classe B, groupe 1 mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation en courant continu)	116
Tableau 6 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 1, mesurées sur un site d'essai	118
Tableau 7 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe B, groupe 1, mesurées sur un site d'essai	118
Tableau 8 – Limites de tensions perturbatrices pour les appareils de classe A, groupe 2, mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation secteur en courant alternatif).....	120
Tableau 9 – Limites de tensions perturbatrices pour les appareils de classe B, groupe 2 mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation secteur en courant alternatif).....	120
Tableau 10 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 2, mesurées sur un site d'essai	123
Tableau 11 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour le matériel d'usinage par décharges électriques et le matériel de soudage à l'arc de classe A mesurées sur un site d'essai	124

Tableau 12 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe B, groupe 2, mesurées sur un site d'essai	124
Tableau 13 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz.....	125
Tableau 14 – Limites pondérées du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz	126
Tableau 15 – Niveau APD du rayonnement électromagnétique perturbateur correspondant aux limites 10^{-1} pour les appareils de classe B, groupe 2, fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz.....	126
Tableau 16 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 1, mesurées <i>in situ</i>	127
Tableau 17 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 2, mesurées <i>in situ</i>	128
Tableau 18 – Sous-plages de fréquences à utiliser pour les mesurages en valeur pondérée.....	161
Tableau E.1 – Limites des rayonnements électromagnétiques perturbateurs pour les mesurages <i>in situ</i> afin de protéger des services radio spécifiques liés à la sécurité dans des zones particulières.....	169
Tableau H.1 – Marge générale par rapport à la limite pour l'évaluation statistique	175
Tableau H.2 – Facteur k de loi non centrale de t en fonction de l'effectif d'échantillon n	176
Tableau H.3 – Application de la loi binomiale.....	178
Tableau I.1 – Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 150 kHz et 30 MHz	181
Tableau I.2 – Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz.....	182

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

**APPAREILS INDUSTRIELS, SCIENTIFIQUES ET MÉDICAUX –
CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –
LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

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

Cette version consolidée de la CISPR 11 porte le numéro d'édition 6.1. Elle comprend la première édition (2015-06) [documents CISPR/B/628/FDIS et CISPR/B/631/RVD] et son amendement 1 (2016-06) [documents CISPR/B/627/CDV et CISPR/B/639A/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

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

La Norme internationale CISPR 11 a été établie par le sous-comité B du CISPR: Perturbations relatives aux appareils industriels, scientifiques et médicaux à fréquences radioélectriques, aux autres appareils de l'industrie lourde, aux lignes à haute tension, aux appareils à haute tension et aux appareils de traction électrique.

Cette sixième édition introduit et permet des essais de type sur des composants d'appareils, de systèmes et d'installations électroniques d'alimentation. Ses limites d'émission s'appliquent désormais aux accès d'alimentation en courant alternatif et en courant continu à basse tension (BT), quel que soit le sens de la transmission d'énergie. Plusieurs limites ont été adaptées aux conditions d'essai pratiques déterminées sur les sites d'essai. Elles s'appliquent désormais également aux appareils ISM à fréquences radioélectriques électroniques de puissance utilisés pour le transfert de puissance sans fil (WPT), l'alimentation électrique instantanée et les besoins de la mise en charge. Les limites dans la plage comprise entre 1 GHz et 18 GHz s'appliquent désormais aux perturbations de type à ondes entretenues et aux perturbations fluctuantes de manière similaire, uniforme et neutre d'un point de vue technique. Pour ces mesurages, deux autres méthodes de mesure sont disponibles: la méthode Log-AV traditionnelle et la nouvelle méthode APD.

Pour des mesurages réalisés au niveau des accès d'alimentation en courant continu BT d'un appareil électronique de puissance, une mise en œuvre moderne du réseau en triangle 150 Ω spécifié dans la Norme CISPR 16-1-2 a été mise à disposition.

La présente Norme Internationale CISPR 11 a le statut d'une norme de famille de produits en CEM, conformément au Guide 107 de l'IEC, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique (2014)*.

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

Le contenu principal de la présente norme est fondé sur la Recommandation n° 39/2 du CISPR rappelée ci-dessous:

RECOMMANDATION n° 39/2

**Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbations
électromagnétiques des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à
fréquences radioélectriques**

Le CISPR,

CONSIDERANT

- a) que les appareils ISM à fréquences radioélectriques constituent une source importante de perturbations;
- b) que les méthodes de mesure de ces perturbations ont été spécifiées par le CISPR;
- c) que certaines fréquences sont désignées par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) pour un rayonnement non limité provenant des appareils ISM,

RECOMMANDE

que la dernière édition de la CISPR 11 soit utilisée pour appliquer des limites et méthodes de mesure des caractéristiques des appareils ISM.

INTRODUCTION

Parmi les exigences communes relatives au contrôle des perturbations radioélectriques dues au matériel destiné à être utilisé dans des applications industrielles, scientifiques et électromédicales, la présente publication du CISPR contient des exigences spécifiques pour le contrôle des perturbations radioélectriques dues à des applications ISM à fréquences radioélectriques au sens de la définition donnée par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT). Voir également la définition 3.13 de la présente Norme internationale. Le CISPR et l'UIT se partagent la responsabilité de la protection des services radio, en ce qui concerne l'utilisation des applications ISM à fréquences radioélectriques.

Le CISPR est concerné par le contrôle des perturbations radioélectriques dues à des applications ISM à fréquences radioélectriques par le moyen d'une évaluation de ces perturbations, soit sur un site d'essai normalisé, soit, pour une application individuelle ISM à fréquences radioélectriques qui ne peut être soumise à essai sur un tel site, sur son lieu de fonctionnement. Par conséquent, la présente Publication du CISPR couvre les exigences relatives à l'évaluation de la conformité des deux sortes d'appareils: appareil évalué par des essais de type sur des sites d'essai normalisés ou appareil individuel dans des conditions in situ.

L'UIT est concernée par le contrôle des perturbations radioélectriques dues à des applications ISM à fréquences radioélectriques pendant le fonctionnement normal et l'utilisation de l'appareil respectif en son lieu de fonctionnement (voir la Définition 1.15 dans le Règlement des radiocommunications de l'UIT). Là, l'utilisation de l'énergie radioélectrique découplée de l'application radioélectrique ISM par couplage rayonnant, inductif ou capacitif est limitée à l'emplacement de cette application individuelle.

La présente publication du CISPR contient, en 6.3, les exigences essentielles relatives aux émissions pour une évaluation des perturbations radioélectriques dues à des applications ISM à fréquences radioélectriques sur des sites d'essai normalisés. Ces exigences permettent des essais de type sur les applications ISM à fréquences radioélectriques fonctionnant à des fréquences jusqu'à 18 GHz. Elle contient en outre, en 6.4, les exigences essentielles relatives aux émissions pour une évaluation in situ des perturbations radioélectriques dues à des applications ISM à fréquences radioélectriques dans la plage de fréquences jusqu'à 1 GHz. Toutes les exigences ont été établies en étroite collaboration avec l'UIT et jouissent de l'approbation de l'UIT.

Toutefois, pour le fonctionnement et l'utilisation de plusieurs types d'applications ISM à fréquences radioélectriques, il convient que le fabricant, l'installateur et/ou le client connaissent les dispositions nationales complémentaires concernant la réglementation et les besoins particuliers de protection des services et applications radio locaux. Selon le pays concerné, ces dispositions complémentaires peuvent s'appliquer à des applications ISM à fréquences radioélectriques fonctionnant à des fréquences situées à l'extérieur des bandes ISM désignées (voir Tableau 1). Elles peuvent aussi s'appliquer à des applications ISM à fréquences radioélectriques fonctionnant à des fréquences supérieures à 18 GHz. Pour ce dernier type d'applications, la protection locale des services et appareils radio requiert une exécution de l'évaluation de la conformité par l'application des dispositions nationales appropriées dans la plage de fréquences supérieures à 18 GHz conformément aux droits acquis de l'UIT et des administrations nationales. Ces dispositions nationales complémentaires peuvent s'appliquer aux émissions non désirées, aux émissions apparaissant à des harmoniques de la fréquence de fonctionnement et aux émissions désirées à la fréquence de fonctionnement allouée à l'extérieur de la bande ISM désignée dans la plage de fréquences supérieures à 18 GHz.

L'Annexe E de la présente Norme Internationale donne des recommandations du CISPR relatives à la protection des services radio dans des zones particulières.

La définition 1.15 du Règlement des radiocommunications de l'UIT est la suivante:

1.15 *applications industrielles, scientifiques et médicales (ISM) (d'énergie radioélectrique)* fonctionnement d'installations ou d'appareils conçu(e)s pour produire et utiliser, dans un espace réduit, de l'énergie radioélectrique pour des applications industrielles, scientifiques, médicales, domestiques ou similaires, à l'exclusion des applications relevant du domaine des télécommunications.

[Règlement des Radiocommunications de l'UIT Volume 1: 2012 – Chapitre I, Définition 1.15]

Introduction à l'Amendement 1

Le présent Amendement introduit la chambre totalement anéchoïque (FAR – fully-anechoic room), destinée aux mesures du champ perturbateur dans la bande de 30 MHz à 1 GHz sur les appareils relevant du domaine d'application de la CISPR 11.

Il contient l'ensemble des exigences de mesure des perturbations rayonnées provenant des appareils entrant dans le volume d'essai validé d'une chambre totalement anéchoïque donnée. Il spécifie une distance de séparation de 3 m et limite l'utilisation de la chambre totalement anéchoïque aux mesures réalisées sur un appareil de table.

Actuellement, la chambre totalement anéchoïque peut être utilisée:

- pour les mesures réalisées sur un appareil de table entrant dans le volume d'essai validé de la chambre totalement anéchoïque donnée,
- pour une distance de séparation de 3 m uniquement, et
- si la chambre totalement anéchoïque a été validée selon la CISPR 16-1-4.

Les limites pour les appareils de classe A et de classe B, groupe 1, du présent CDV s'appuient sur les limites indiquées dans les normes génériques sur les émissions IEC 61000-6-3:2006/AMD 1 (2010) et IEC 61000-6-4:2006/AMD 1 (2010). Les limites pour les appareils de classe A et de classe B, groupe 2, ont été déduites à l'aide de la même formule d'approximation que celle utilisée pour déduire les limites des normes génériques sur les émissions entre 2000 et 2010. La CISPR/H/104/INF, publiée en 2005, donne des explications détaillées sur la manière de déduire ces limites pour la chambre totalement anéchoïque.

La CISPR/B/627/CDV donne des informations de base plus détaillées.

CISPR/B WG1 en octobre 2015

APPAREILS INDUSTRIELS, SCIENTIFIQUES ET MÉDICAUX – CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES – LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux appareils industriels, scientifiques et électromédicaux fonctionnant dans la plage de fréquences de 0 Hz à 400 GHz, ainsi qu'aux appareils domestiques et similaires conçus pour produire et/ou utiliser, dans un espace réduit, de l'énergie radioélectrique.

La présente norme couvre les exigences d'émission relatives aux perturbations radioélectriques dans la plage de fréquences de 9 kHz à 400 GHz. Les mesurages sont seulement nécessaires dans les plages de fréquences dans lesquelles les limites sont spécifiées à l'Article 6.

Pour les applications industrielles, scientifiques et médicales (ISM) à fréquences radioélectriques, au sens de la définition fournie par le Règlement des radiocommunications de l'UIT (voir Définition 3.13), la présente Norme couvre les exigences d'émission relatives aux perturbations à fréquences radioélectriques dans la plage de fréquence comprise entre 9 kHz et 18 GHz.

NOTE Les exigences d'émission pour les appareils de cuisson à induction sont spécifiées dans la CISPR 14-1 [1]¹.

Les exigences relatives aux appareils d'éclairage ISM à fréquences radioélectriques et aux générateurs de rayonnement UV fonctionnant dans les bandes de fréquences ISM définies par le Règlement des radiocommunications de l'UIT sont spécifiées dans la présente Norme.

Les installations couvertes par d'autres normes de produits du CISPR et d'autres normes d'émission de famille de produits n'entrent pas dans le domaine d'application de la présente norme.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour des 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 mesures des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*

CISPR 16-1-1:2010/AMD 1:2010

CISPR 16-1-1:2010/AMD 2:2014

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

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

CISPR 16-1-4:2010, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées*

CISPR 16-1-4:2010/AMD 1:2012

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 16-2-3:2010, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations rayonnées*

CISPR 16-2-3:2010/AMD 1:2010

CISPR 16-2-3:2010/AMD 2:2014

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*

CISPR 16-4-2:2011/AMD 1:2014

IEC 60050-161:1990, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

IEC 60601-1-2:2014, *Appareils électromédicaux – Part 12: Exigences générales pour la sécurité de base et les performances essentielles – Norme collatérale: Perturbations électromagnétiques – Exigences et essais*

IEC 60601-2-2:2009, *Appareils électromédicaux – Part 2-2: Exigences particulières pour la sécurité de base et les performances essentielles des appareils d'électrochirurgie à courant haute fréquence et des accessoires d'électrochirurgie à courant haute fréquence*

IEC 60974-10:2014, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 10: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)*

IEC 61307:2011, *Installations industrielles de chauffage à hyperfréquence – Méthodes d'essai pour la détermination de la puissance de sortie*

IEC 62135-2:2007, *Matériel de soudage par résistance – Partie 2: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)*

Règlement des radiocommunications de l'UIT (2012), *Règlement des radiocommunications, Volume 3 – Résolutions et recommandations, Résolution n° 63* (disponible sous <http://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2012>)

FINAL VERSION

VERSION FINALE



INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement

Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	10
Introduction to Amendment 1	11
1 Scope.....	12
2 Normative references.....	12
3 Terms and definitions	13
4 Frequencies designated for ISM use	16
5 Classification of equipment	17
5.1 Separation into groups	17
5.2 Division into classes.....	17
5.3 Documentation for the user	18
6 Limits of electromagnetic disturbances	18
6.1 General.....	18
6.2 Group 1 equipment measured on a test site	19
6.2.1 Limits for conducted disturbances	19
6.2.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	22
6.3 Group 2 equipment measured on a test site	23
6.3.1 Limits for conducted disturbances	23
6.3.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	25
6.4 Group 1 and group 2 class A equipment measured in situ	30
6.4.1 Limits for conducted disturbances	30
6.4.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	31
7 Measurement requirements.....	33
7.1 General.....	33
7.2 Ambient noise	33
7.3 Measuring equipment	34
7.3.1 Measuring instruments	34
7.3.2 Artificial network (AN)	34
7.3.3 Voltage probe	35
7.3.4 Antennas	35
7.3.5 Artificial hand.....	36
7.4 Frequency measurement.....	36
7.5 Configuration of equipment under test	37
7.5.1 General	37
7.5.2 Interconnecting cables	39
7.5.3 Connection to the electricity supply network on a test site	40
7.6 Load conditions of equipment under test.....	42
7.6.1 General	42
7.6.2 Medical equipment.....	43
7.6.3 Industrial equipment.....	44
7.6.4 Scientific, laboratory and measuring equipment	44
7.6.5 Microwave cooking appliances	45
7.6.6 Other equipment in the frequency range 1 GHz to 18 GHz	45
7.6.7 Electric welding equipment.....	45
7.6.8 ISM RF lighting equipment	45

7.6.9	Medium voltage (MV) and high voltage (HV) switchgear	45
7.6.10	Grid connected power converters	45
7.7	Recording of test-site measurement results	46
7.7.1	General	46
7.7.2	Conducted emissions	46
7.7.3	Radiated emissions	46
8	Special provisions for test site measurements (9 kHz to 1 GHz)	47
8.1	Ground planes	47
8.2	Measurement of conducted disturbances	47
8.2.1	General	47
8.2.2	Measurements on grid connected power converters	48
8.2.3	Handheld equipment which are normally operated without an earth connection	52
8.3	OATS and SAC for measurements in the range 9 kHz to 1 GHz	52
8.3.1	General	52
8.3.2	Validation of the radiation test site (9 kHz to 1 GHz)	53
8.3.3	Disposition of equipment under test (9 kHz to 1 GHz)	53
8.3.4	Radiation measurements (9 kHz to 1 GHz)	54
8.4	Alternative radiation test sites for the frequency range 30 MHz to 1 GHz	54
8.5	FAR for measurements in the range 30 MHz to 1 GHz	54
9	Radiation measurements: 1 GHz to 18 GHz	55
9.1	Test arrangement	55
9.2	Receiving antenna	55
9.3	Validation and calibration of test site	55
9.4	Measuring procedure	55
9.4.1	General	55
9.4.2	Operating conditions of the EUT	56
9.4.3	Preliminary measurement	56
9.4.4	Final measurement	57
10	Measurement <i>in situ</i>	58
11	Safety precautions for emission measurements on ISM RF equipment	59
12	Measurement uncertainty	59
	Annex A (informative) Examples of equipment classification	60
	Annex B (informative) Precautions to be taken in the use of a spectrum analyzer (see 7.3.1)	62
	Annex C (normative) Measurement of electromagnetic radiation disturbance in the presence of signals from radio transmitters	63
	Annex D (informative) Propagation of interference from industrial radio-frequency equipment at frequencies between 30 MHz and 300 MHz	64
	Annex E (informative) Recommendations of CISPR for protection of certain radio services in particular areas	65
	E.1 General	65
	E.2 Recommendations for protection of safety-related radio services	65
	E.3 Recommendations for protection of specific sensitive radio services	65
	Annex F (informative) Frequency bands allocated for safety-related radio services	66
	Annex G (informative) Frequency bands allocated for sensitive radio services	67
	Annex H (informative) Statistical assessment of series produced equipment against the requirements of CISPR standards	69

H.1	Significance of a CISPR limit	69
H.2	Type tests	69
H.3	Statistical assessment of series produced equipment	69
H.3.1	Assessment based on a general margin to the limit	69
H.3.2	Assessment based on the non-central t -distribution	70
H.3.3	Assessment based on the binomial distribution	72
H.3.4	Equipment produced on an individual basis	73
Annex I (normative) Artificial Network (AN) for the assessment of disturbance voltages at d.c. power ports of semiconductor power converters		74
I.1	General information and purpose	74
I.2	Structures for a DC-AN	74
I.2.1	AN suitable for measurement of unsymmetrical mode (UM) disturbances	74
I.2.2	AN suitable for measurement of common mode (CM) and differential mode (DM) disturbances	74
I.2.3	AN suitable for measurement of UM, CM and DM disturbances	75
I.3	Employment of DC-ANs for compliance measurements	75
I.3.1	General	75
I.3.2	Pseudo V-AN	75
I.3.3	Delta-AN	75
I.4	Normative technical requirements for the DC-AN	76
I.4.1	Parameters and associated tolerances in the range 150 kHz to 30 MHz	76
I.4.2	Parameters and associated tolerances in the range 9 kHz to 150 kHz	77
I.5	Examples of practical implementations of DC-ANs	77
Annex J (informative) Measurements on Grid Connected Power Converters (GCPC) – Setups for an effective test site configuration		80
J.1	General information and purpose	80
J.2	Setup of the test site	80
J.2.1	Block diagram of test site	80
J.2.2	DC power supply	81
J.2.3	AC power source	81
J.2.4	Other components	82
J.3	Other test setups	82
J.3.1	Configuration comprising laboratory AC power source and resistive load	82
J.3.2	Configuration in case of reverse power flow to the AC mains	83
Annex K (informative) Test site configuration and instrumentation – Guidance on prevention of saturation effects in mitigation filters of transformer-less power converters during type tests according to this standard		85
K.1	General information and purpose	85
K.2	Recommendations for avoidance of saturation effects in the range 9 kHz to 150 kHz	86
K.3	Detailed advice	86
K.3.1	General	86
K.3.2	Insert of series inductors (or common mode chokes) in the laboratory's d.c. power supply chain	87
K.3.3	Employment of additional common mode decoupling capacitors at the interface between the AE port of the DC-AN and the laboratory d.c. power supply port allocated in the test environment	88
K.4	Background information	89
Bibliography		91

Figure 1 – Circuit for disturbance voltage measurements on mains supply	35
Figure 2 – Artificial hand, RC element	36
Figure 3 – Example for a typical cable arrangement for measurements of radiated disturbances in 3 m separation distance, Table-top EUT	38
Figure 4 – Example for a typical test set up for measurement of conducted and/or radiated disturbances from a floor standing EUT, 3D view	39
Figure 5 – Disposition of medical (capacitive type) and dummy load	43
Figure 6 – Typical arrangement for measurement of conducted disturbances at LV d.c. power ports with the DC-AN used as termination and decoupling unit to the laboratory d.c. power source	49
Figure 7 – Typical arrangement for measurement of conducted disturbances at LV d.c. power ports with the DC-AN used as termination and voltage probe	50
Figure 8 – Typical arrangement for measurement of conducted disturbances at LV d.c. power ports with the DC-AN used as voltage probe and with a current probe – 2D diagram	51
Figure 9 – Typical arrangement for measurement of conducted disturbances at LV d.c. power ports with a DC-AN used as voltage probe and with a current probe – 3D diagram	51
Figure 10 – Test site	53
Figure 11 – Minimum size of metal ground plane	53
Figure 12 – Decision tree for the measurement of emissions from 1 GHz to 18 GHz of group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz	56
Figure H.1 – An example of possible difficulties	72
Figure I.1 – Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM disturbances (Example)	77
Figure I.2 – Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of CM and DM disturbances (Example, see also Figure A.2 in CISPR 16-1-2:2014)	78
Figure I.3 – Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 1)	78
Figure I.4 – Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 2)	79
Figure I.5 – Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 3)	79
Figure J.1 – Setup of the test site (Case 1) – 2D diagram	80
Figure J.2 – Setup of the test site (Case 1) – 3D diagram	81
Figure J.3 – Setup of the test site (Case 2) – 2D diagram	82
Figure J.4 – Setup of the test site (Case 2) – 3D diagram	83
Figure J.5 – Setup of the test site (Case 3) – 2D diagram	84
Figure J.6 – Setup of the test site (Case 3) – 3D diagram	84
Figure K.1 – Flow of the common mode RF current at test site configuration level	87
Figure K.2 – Blocking of flow of common mode RF current by insert of series inductors	88
Figure K.3 – Blocking of flow of common mode RF current by employment of additional CM decoupling capacitors	88
Figure K.4 – CM termination impedance at the EUT port of a DC-AN – Magnitude-versus-frequency characteristic in the range 3 kHz to 30 MHz, Example	89
Figure K.5 – Prevention of saturation of mitigation filters by use of additional decoupling capacitors	90
Figure K.6 – Change in the resonant frequency caused by the increase and decrease in the decoupling capacitor's capacitance	90

Figure K.7 – DC-AN circuit example where capacitance of blocking capacitors of the LC decoupling circuit can be increased or decreased.....90

Table 1 – Frequencies in the radio-frequency (RF) range designated by ITU for use as fundamental ISM frequencies	17
Table 2 – Disturbance voltage limits for class A group 1 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	20
Table 3 – Limits for conducted disturbances of class A group 1 equipment measured on a test site (d.c. power port).....	21
Table 4 – Disturbance voltage limits for class B group 1 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	21
Table 5 – Disturbance voltage limits for class B group 1 equipment measured on a test site (d.c. power port).....	21
Table 6 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured on a test site.....	22
Table 7 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 1 equipment measured on a test site.....	23
Table 8 – Disturbance voltage limits for class A group 2 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	24
Table 9 – Disturbance voltage limits for class B group 2 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	25
Table 10 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured on a test site.....	27
Table 11 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A EDM and arc welding equipment measured on a test site	28
Table 12 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 2 equipment measured on a test site.....	28
Table 13 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz	29
Table 14 – Electromagnetic radiation disturbance weighted limits for group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz	30
Table 15 – Electromagnetic radiation disturbance APD level corresponding to 10^{-1} limits for class B group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz	30
Table 16 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured <i>in situ</i>	31
Table 17 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured <i>in situ</i>	32
Table 18 – Frequency sub-ranges to be used for weighted measurements	58
Table E.1 – Limits for electromagnetic radiation disturbances for <i>in situ</i> measurements to protect specific safety-related radio services in particular areas	65
Table H.1 – General margin to the limit for statistical evaluation	70
Table H.2 – The non-central <i>t</i> -distribution factor <i>k</i> as a function of the sample size <i>n</i>	71
Table H.3 – Application of the binomial distribution.....	73
Table I.1 – Parameters and associated tolerances in the range 150 kHz to 30 MHz.....	76
Table I.2 – Parameters and associated tolerances in the range 9 kHz to 150 kHz.....	77

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

INDUSTRIAL, SCIENTIFIC AND MEDICAL EQUIPMENT – RADIO-FREQUENCY DISTURBANCE CHARACTERISTICS – LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT

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.

DISCLAIMER

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

This Consolidated version of CISPR 11 bears the edition number 6.1. It consists of the sixth edition (2015-06) [documents CISPR/B/628/FDIS and CISPR/B/631/RVD] and its amendment 1 (2016-06) [documents CISPR/B/627/CDV and CISPR/B/639A/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

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

International Standard CISPR 11 has been prepared by CISPR Subcommittee B: Interference relating to industrial, scientific and medical radio-frequency apparatus, to other (heavy) industrial equipment, to overhead power lines, to high voltage equipment and to electric traction.

This sixth edition introduces and permits type testing on components of power electronic equipment, systems and installations. Its emission limits apply now to low voltage (LV) a.c. and d.c. power ports, irrespective of the direction of power transmission. Several limits were adapted to the practical test conditions found at test sites. They are also applicable now to power electronic ISM RF equipment used for wireless power transfer (WPT), for instant power supply and charging purposes. The limits in the range 1 GHz to 18 GHz apply now to CW-type disturbances and to fluctuating disturbances in a similar, uniform and technology-neutral way. For these measurements, two alternative methods of measurement are available, the traditional log-AV method and the new APD method.

For measurements at LV d.c. power ports of power electronic equipment, a modern implementation of the 150 Ω Delta-network specified in CISPR 16-1-2 has been made available.

This International Standard CISPR 11 has the status of a Product Family EMC standard in accordance with IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications* (2014).

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

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

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

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

The main content of this standard is based on CISPR Recommendation No. 39/2 given below:

RECOMMENDATION No. 39/2

**Limits and methods of measurement of electromagnetic disturbance characteristics
of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment**

The CISPR

CONSIDERING

- a) that ISM RF equipment is an important source of disturbance;
- b) that methods of measuring such disturbances have been prescribed by the CISPR;
- c) that certain frequencies are designated by the International Telecommunication Union (ITU) for unrestricted radiation from ISM equipment,

RECOMMENDS

that the latest edition of CISPR 11 be used for the application of limits and methods of measurement of ISM equipment.

INTRODUCTION

This CISPR publication contains, amongst common requirements for the control of RF disturbances from equipment intended for use in industrial, scientific, and medical electrical applications, specific requirements for the control of RF disturbances caused by ISM RF applications in the meaning of the definition of the International Telecommunication Union (ITU), see also Definition 3.13 in this International Standard. CISPR and ITU share their responsibility for the protection of radio services in respect of the use of ISM RF applications.

The CISPR is concerned with the control of RF disturbances from ISM RF applications by means of an assessment of these disturbances either at a standardised test site or, for an individual ISM RF application which cannot be tested at such a site, at its place of operation. Consequently, this CISPR Publication covers requirements for conformity assessment of both, equipment assessed by means of type tests at standardised test sites or of individual equipment under in situ conditions.

The ITU is concerned with the control of RF disturbances from ISM RF applications during normal operation and use of the respective equipment at its place of operation (see Definition 1.15 in the ITU Radio Regulations). There, use of radio-frequency energy decoupled from the ISM RF application by radiation, induction or capacitive coupling is restricted to the location of that individual application.

This CISPR publication contains, in 6.3, the essential emission requirements for an assessment of RF disturbances from ISM RF applications at standardised test sites. These requirements allow for type testing of ISM RF applications operated at frequencies up to 18 GHz. It further contains, in 6.4, the essential emission requirements for an in situ assessment of RF disturbances from individual ISM RF applications in the frequency range up to 1 GHz. All requirements were established in close collaboration with the ITU and enjoy approval of the ITU.

However, for operation and use of several types of ISM RF applications the manufacturer, installer and/or customer should be aware of additional national provisions regarding possible licensing and particular protection needs of local radio services and applications. Depending on the country concerned, such additional provisions may apply to individual ISM RF applications operated at frequencies outside designated ISM bands (see Table 1). They also may apply to ISM RF applications operated at frequencies above 18 GHz. For the latter type of applications, local protection of radio services and appliances requires an accomplishment of the conformity assessment by application of the relevant national provisions in the frequency range above 18 GHz in accordance with vested interests of the ITU and national administrations. These additional national provisions may apply to spurious emissions, emissions appearing at harmonics of the operation frequency, and to wanted emissions at the operation frequency allocated outside a designated ISM band in the frequency range above 18 GHz.

Recommendations of CISPR for the protection of radio services in particular areas are found in Annex E of this International Standard.

Definition 1.15 of the ITU Radio Regulations reads as follows:

1.15 *industrial, scientific and medical (ISM) applications (of radio frequency energy):* Operation of equipment or appliances designed to generate and use locally radio frequency energy for industrial, scientific, medical, domestic or similar purposes, excluding applications in the field of telecommunications.

[ITU Radio Regulations Volume 1: 2012 – Chapter I, Definition 1.15]

Introduction to Amendment 1

This Amendment introduces the fully-anechoic room (FAR) for measurements of the disturbance field strength in the range 30 MHz to 1 GHz on equipment in the scope of CISPR 11.

It contains the complete set of requirements for measurement of radiated disturbances from equipment fitting into the validated test volume of a given FAR. It specifies a separation distance of 3 m and restricts use of the FAR to measurements on table-top equipment.

At the moment the FAR can be used:

- for measurements on table-top equipment fitting into the validated test volume of the given FAR,
- for a separation distance of 3 m only, and
- if the FAR was validated according to CISPR 16-1-4.

The limits for class A and class B group 1 equipment in this CDV base on the limits in the generic emission standards IEC 61000-6-3:2006/AMD 1 (2010) and IEC 61000-6-4:2006/AMD 1 (2010). The limits for class A and class B group 2 equipment were derived using the same approximation formula as used when deriving the limits for the generic emission standards in mid of the years 2000 to 2010. CISPR/H/104/INF, published in 2005, gives detailed explanations how these limits for the FAR were derived.

More detailed background information is still found in CISPR/B/627/CDV.

CISPR/B WG1 in October 2015

INDUSTRIAL, SCIENTIFIC AND MEDICAL EQUIPMENT – RADIO-FREQUENCY DISTURBANCE CHARACTERISTICS – LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT

1 Scope

This International Standard applies to industrial, scientific and medical electrical equipment operating in the frequency range 0 Hz to 400 GHz and to domestic and similar appliances designed to generate and/or use locally radio-frequency energy.

This standard covers emission requirements related to radio-frequency (RF) disturbances in the frequency range of 9 kHz to 400 GHz. Measurements need only be performed in frequency ranges where limits are specified in Clause 6.

For ISM RF applications in the meaning of the definition found in the ITU Radio Regulations (see Definition 3.13), this standard covers emission requirements related to radio-frequency disturbances in the frequency range of 9 kHz to 18 GHz.

NOTE Emission requirements for induction cooking appliances are specified in CISPR 14-1 [1]¹.

Requirements for ISM RF lighting equipment and UV irradiators operating at frequencies within the ISM frequency bands defined by the ITU Radio Regulations are contained in this standard.

Equipment covered by other CISPR product and product family emission standards are excluded from the scope of this standard.

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 16-1-1:2010/AMD 1:2010

CISPR 16-1-1:2010/AMD 2:2014

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

CISPR 16-1-4:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*

CISPR 16-1-4:2010/AMD 1:2012

¹ Figures in square brackets refer to the Bibliography.

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 16-2-3:2010, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*

CISPR 16-2-3:2010/AMD 1:2010

CISPR 16-2-3:2010/AMD 2:2014

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

CISPR 16-4-2:2011/AMD 1:2014

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

IEC 60601-1-2:2014, *Medical electrical equipment – Part 1-2: General requirements for basic safety and essential performance – Collateral standard: Electromagnetic disturbances – Requirements and tests*

IEC 60601-2-2:2009, *Medical electrical equipment – Part 2-2: Particular requirements for the basic safety and essential performance of high frequency surgical equipment and high frequency surgical accessories*

IEC 60974-10:2014, *Arc welding equipment – Part 10: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

IEC 61307:2011, *Industrial microwave heating installations – Test methods for the determination of power output*

IEC 62135-2:2007, *Resistance welding equipment – Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

ITU Radio Regulations (2012), *Radio regulations, Volume 3 – Resolutions and recommendations, Resolution no. 63* (available at <http://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2012>)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	98
INTRODUCTION.....	101
Introduction à l'Amendement 1	103
1 Domaine d'application.....	104
2 Références normatives	104
3 Termes et définitions	105
4 Fréquences désignées pour être utilisées par les appareils ISM	109
5 Classification des appareils	110
5.1 Séparation en groupes	110
5.2 Division en classes.....	110
5.3 Documentation pour l'utilisateur.....	111
6 Valeurs limites des perturbations électromagnétiques.....	111
6.1 Généralités	111
6.2 Appareils du groupe 1 mesurés sur un site d'essai	112
6.2.1 Limites des perturbations conduites.....	112
6.2.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur	115
6.3 Appareils du groupe 2 mesurés sur un site d'essai	117
6.3.1 Limites des perturbations conduites.....	117
6.3.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur	118
6.4 Appareils de classe A, groupe 1 et groupe 2, mesurés in situ	124
6.4.1 Limites des perturbations conduites.....	124
6.4.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur	125
7 Exigences de mesure	127
7.1 Généralités	127
7.2 Bruit ambiant	127
7.3 Appareil de mesure	128
7.3.1 Instruments de mesure.....	128
7.3.2 Réseau fictif (AN).....	129
7.3.3 Sonde de tension	129
7.3.4 Antennes	130
7.3.5 Main artificielle.....	131
7.4 Mesurage de fréquence.....	131
7.5 Configuration des appareils en essai	131
7.5.1 Généralités	131
7.5.2 Câbles de raccordement	134
7.5.3 Raccordement au réseau d'alimentation électrique sur un site d'essai	135
7.6 Conditions de charge des appareils en essai	138
7.6.1 Généralités	138
7.6.2 Appareils médicaux.....	138
7.6.3 Appareils industriels.....	140
7.6.4 Appareils scientifiques, appareils de laboratoire et de mesure.....	140
7.6.5 Appareils de cuisson à micro-ondes	141
7.6.6 Autres appareils fonctionnant dans la plage de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz.....	141
7.6.7 Matériel de soudage électrique.....	141

7.6.8	Appareil d'éclairage ISM à fréquences radioélectriques.....	141
7.6.9	Appareillage moyenne tension (MT) et haute tension (HT)	141
7.6.10	Convertisseurs de puissance connectés au réseau	142
7.7	Enregistrement des résultats de mesure du site d'essai	142
7.7.1	Généralités	142
7.7.2	Émissions conduites	143
7.7.3	Émissions rayonnées	143
8	Dispositions spéciales pour les mesurages sur un site d'essai (9 kHz à 1 GHz).....	143
8.1	Plans de masse	143
8.2	Mesurage des perturbations conduites.....	143
8.2.1	Généralités	143
8.2.2	Mesurages sur les convertisseurs de puissance connectés au réseau	144
8.2.3	Appareils tenus à la main fonctionnant normalement sans mise à la terre	149
8.3	OATS et SAC pour les mesures dans la bande de 9 kHz à 1 GHz.....	150
8.3.1	Généralités	150
8.3.2	Validation du site d'essai en rayonnement (9 kHz à 1 GHz).....	151
8.3.3	Disposition de l'appareil en essai (9 kHz à 1 GHz)	151
8.3.4	Mesurages de rayonnement (9 kHz à 1 GHz).....	151
8.4	Autres sites d'essai en rayonnement pour la plage de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 GHz.....	152
8.5	Chambre totalement anéchoïque pour les mesures dans la bande de 30 MHz à 1 GHz	152
9	Mesurages de rayonnement: de 1 GHz à 18 GHz	152
9.1	Disposition d'essai	152
9.2	Antenne de réception	152
9.3	Validation et étalonnage du site d'essai	152
9.4	Procédure de mesure	153
9.4.1	Généralités	153
9.4.2	Conditions de fonctionnement de l'EUT	154
9.4.3	Mesurages préliminaires	154
9.4.4	Mesurage final	154
10	Mesurage <i>in situ</i>	156
11	Mesures de sécurité pour les mesurages des émissions sur les appareils ISM RF.....	157
12	Incertitude de mesure	157
	Annexe A (informative) Exemples de classification des appareils	158
	Annexe B (informative) Précautions à prendre lors de l'utilisation d'un analyseur de spectre (voir 7.3.1)	160
	Annexe C (normative) Mesurage du rayonnement électromagnétique perturbateur en présence de signaux provenant d'émetteurs radio	162
	Annexe D (informative) Propagation du brouillage émanant d'appareils industriels à fréquences radioélectriques aux fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz.....	163
	Annexe E (informative) Recommandations du CISPR concernant la protection de certains services radio dans des zones particulières.....	164
E.1	Généralités	164
E.2	Recommandations relatives à la protection des services radio liés à la sécurité.....	164
E.3	Recommandations relatives à la protection des services radio spécifiques et sensibles	165

Annexe F (informative) Bandes de fréquences allouées pour les services radio liés à la sécurité.....	166
Annexe G (informative) Bandes de fréquences allouées pour les services radio sensibles.....	167
Annexe H (informative) Évaluation statistique des appareils produits en série par rapport aux exigences des normes CISPR.....	169
H.1 Signification d'une limite CISPR	169
H.2 Essais de type	169
H.3 Évaluation statistique des appareils produits en série	169
H.3.1 Évaluation reposant sur une marge générale par rapport à la limite.....	169
H.3.2 Évaluation reposant sur la loi non centrale de t	170
H.3.3 Évaluation reposant sur la loi binomiale.....	173
H.3.4 Appareils produits individuellement.....	173
Annexe I (normative) Réseau fictif (AN) pour l'évaluation des tensions perturbatrices aux accès d'alimentation en courant continu des convertisseurs de puissance à semiconducteurs.....	174
I.1 Informations générales et objet.....	174
I.2 Structures pour un DC-AN.....	174
I.2.1 AN adapté pour le mesurage des perturbations en mode non symétrique (UM – unsymmetrical mode)	174
I.2.2 AN adapté pour le mesurage des perturbations en mode commun (CM) et en mode différentiel (DM)	174
I.2.3 AN adapté pour le mesurage des perturbations UM, CM et DM	175
I.3 Utilisation de DC-AN pour les mesurages de conformité.....	175
I.3.1 Généralités	175
I.3.2 Pseudo AN en V	175
I.3.3 AN en triangle.....	176
I.4 Exigences techniques normatives pour le DC-AN.....	176
I.4.1 Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 150 kHz et 30 MHz.....	176
I.4.2 Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz	177
I.5 Exemples de mises en œuvre pratiques des DC-AN.....	178
Annexe J (informative) Mesurages sur les convertisseurs de puissance connectés au réseau (GCPC) – Montages pour une configuration efficace du site d'essai.....	183
J.1 Informations générales et objet.....	183
J.2 Montage du site d'essai.....	183
J.2.1 Organigramme du site d'essai	183
J.2.2 Alimentation en courant continu.....	186
J.2.3 Source d'alimentation en courant alternatif	186
J.2.4 Autres composantes.....	186
J.3 Autres montages d'essai	186
J.3.1 Configuration comprenant la source d'alimentation en courant alternatif de laboratoire et la charge résistive	186
J.3.2 Configuration en cas de flux de puissance inverse vers le réseau en courant alternatif.....	188
Annexe K (informative) Configuration et instrumentation du site d'essai – Lignes directrices concernant la prévention des effets de saturation dans les filtres d'atténuation des convertisseurs de puissance sans transformateur pendant les essais de type conformément à la présente Norme.....	191
K.1 Informations générales et objet.....	191

K.2	Recommandations pour éviter les effets de saturation dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz	192
K.3	Informations détaillées	193
K.3.1	Généralités	193
K.3.2	Insertion de bobines d'inductance en série (ou pièges en mode commun) dans la chaîne d'alimentation en courant continu de laboratoire	194
K.3.3	Utilisation de condensateurs de découplage en mode commun supplémentaires au niveau de l'interface entre l'accès AE du DC-AN et l'accès d'alimentation en courant continu de laboratoire alloué dans l'environnement d'essai	195
K.4	Informations de base	195
	Bibliographie	199
	Figure 1 – Circuit pour le mesurage de tensions perturbatrices sur le réseau d'alimentation	130
	Figure 2 – Main artificielle, dipôle RC	131
	Figure 3 – Exemple de disposition de câble classique pour les mesurages des perturbations rayonnées à une distance de séparation de 3 m, EUT de table	133
	Figure 4 – Exemple de montage d'essai classique pour le mesurage des perturbations conduites et/ou rayonnées d'un EUT posé au sol, vue 3D	134
	Figure 5 – Appareils médicaux (type capacitif): disposition de l'appareil et de la charge fictive	139
	Figure 6 – Configuration classique pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation en courant continu à basse tension, le DC-AN étant utilisé comme terminaison et unité de découplage à la source d'alimentation en courant continu de laboratoire	146
	Figure 7 – Configuration classique pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation en courant continu à basse tension, le DC-AN étant utilisé comme terminaison et sonde de tension	147
	Figure 8 – Configuration classique pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation en courant continu à basse tension, le DC-AN étant utilisé comme sonde de tension et avec une sonde de courant – schéma 2D	148
	Figure 9 – Configuration classique pour le mesurage des perturbations conduites aux accès d'alimentation en courant continu à basse tension, un DC-AN étant utilisé comme sonde de tension et avec une sonde de courant – schéma 3D	149
	Figure 10 – Site d'essai	150
	Figure 11 – Dimensions minimales du plan de masse métallique.....	151
	Figure 12 – Arbre de décision pour le mesurage des émissions entre 1 GHz et 18 GHz des appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz.....	154
	Figure H.1 – Exemple des possibles difficultés	172
	Figure I.1 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations UM (exemple).....	178
	Figure I.2 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations CM et DM (exemple, voir également la Figure A.2 de la CISPR 16-1-2:2014).....	179
	Figure I.3 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations UM ou CM et DM (Exemple 1).....	180
	Figure I.4 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations UM ou CM et DM (Exemple 2).....	181

Figure I.5 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations UM ou CM et DM (Exemple 3).....	182
Figure J.1 – Montage du site d'essai (Cas 1) – Schéma 2D.....	184
Figure J.2 – Montage du site d'essai (Cas 1) – Schéma 3D.....	185
Figure J.3 – Montage du site d'essai (Cas 2) – Schéma 2D.....	187
Figure J.4 – Montage du site d'essai (Cas 2) – Schéma 3D.....	188
Figure J.5 – Montage du site d'essai (Cas 3) – Schéma 2D.....	189
Figure J.6 – Montage du site d'essai (Cas 3) – Schéma 3D.....	190
Figure K.1 – Flux du courant radioélectrique en mode commun au niveau de la configuration du site d'essai.....	193
Figure K.2 – Blocage du flux du courant radioélectrique en mode commun par insertion de bobines d'inductance en série	194
Figure K.3 – Blocage du flux du courant radioélectrique en mode commun en utilisant des condensateurs de découplage CM supplémentaires	195
Figure K.4 – Impédance de charge CM au niveau de l'accès de l'appareil en essai (EUT) d'un DC-AN – Caractéristique amplitude/fréquence dans la plage comprise entre 3 kHz et 30 MHz (exemple)	196
Figure K.5 – Prévention de la saturation des filtres d'atténuation à l'aide de condensateurs de découplage supplémentaires.....	197
Figure K.6 – Modification de la fréquence de résonance due à l'augmentation et à la réduction de capacité du condensateur de découplage	198
Figure K.7 – Exemple de circuit DC-AN dans lequel la capacité des condensateurs de blocage du circuit de découplage LC peut être augmentée ou réduite	198
Tableau 1 – Fréquences, dans la plage de fréquences radioélectriques, désignées par l'UIT comme étant des fréquences fondamentales pour les appareils ISM	110
Tableau 2 – Limites de tensions perturbatrices pour les appareils de classe A, groupe 1, mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation secteur en courant alternatif).....	113
Tableau 3 – Limites de perturbations conduites des appareils de classe A, groupe 1, mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation en courant continu)	114
Tableau 4 – Limites de tensions perturbatrices pour les appareils de classe B, groupe 1 mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation secteur en courant alternatif).....	114
Tableau 5 – Limites de tensions perturbatrices pour les appareils de classe B, groupe 1 mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation en courant continu)	114
Tableau 6 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 1, mesurées sur un site d'essai	116
Tableau 7 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe B, groupe 1, mesurées sur un site d'essai	116
Tableau 8 – Limites de tensions perturbatrices pour les appareils de classe A, groupe 2, mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation secteur en courant alternatif).....	118
Tableau 9 – Limites de tensions perturbatrices pour les appareils de classe B, groupe 2 mesurées sur un site d'essai (accès d'alimentation secteur en courant alternatif).....	118
Tableau 10 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 2, mesurées sur un site d'essai	121
Tableau 11 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour le matériel d'usinage par décharges électriques et le matériel de soudage à l'arc de classe A mesurées sur un site d'essai	122

Tableau 12 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe B, groupe 2, mesurées sur un site d'essai	122
Tableau 13 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz.....	123
Tableau 14 – Limites pondérées du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz	124
Tableau 15 – Niveau APD du rayonnement électromagnétique perturbateur correspondant aux limites 10^{-1} pour les appareils de classe B, groupe 2, fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz.....	124
Tableau 16 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 1, mesurées <i>in situ</i>	125
Tableau 17 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 2, mesurées <i>in situ</i>	126
Tableau 18 – Sous-plages de fréquences à utiliser pour les mesurages en valeur pondérée.....	156
Tableau E.1 – Limites des rayonnements électromagnétiques perturbateurs pour les mesurages <i>in situ</i> afin de protéger des services radio spécifiques liés à la sécurité dans des zones particulières.....	164
Tableau H.1 – Marge générale par rapport à la limite pour l'évaluation statistique	170
Tableau H.2 – Facteur k de loi non centrale de t en fonction de l'effectif d'échantillon n	171
Tableau H.3 – Application de la loi binomiale.....	173
Tableau I.1 – Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 150 kHz et 30 MHz	176
Tableau I.2 – Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz.....	177

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

APPAREILS INDUSTRIELS, SCIENTIFIQUES ET MÉDICAUX – CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES – LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

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

Cette version consolidée de la CISPR 11 porte le numéro d'édition 6.1. Elle comprend la première édition (2015-06) [documents CISPR/B/628/FDIS et CISPR/B/631/RVD] et son amendement 1 (2016-06) [documents CISPR/B/627/CDV et CISPR/B/639A/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

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

La Norme internationale CISPR 11 a été établie par le sous-comité B du CISPR: Perturbations relatives aux appareils industriels, scientifiques et médicaux à fréquences radioélectriques, aux autres appareils de l'industrie lourde, aux lignes à haute tension, aux appareils à haute tension et aux appareils de traction électrique.

Cette sixième édition introduit et permet des essais de type sur des composants d'appareils, de systèmes et d'installations électroniques d'alimentation. Ses limites d'émission s'appliquent désormais aux accès d'alimentation en courant alternatif et en courant continu à basse tension (BT), quel que soit le sens de la transmission d'énergie. Plusieurs limites ont été adaptées aux conditions d'essai pratiques déterminées sur les sites d'essai. Elles s'appliquent désormais également aux appareils ISM à fréquences radioélectriques électroniques de puissance utilisés pour le transfert de puissance sans fil (WPT), l'alimentation électrique instantanée et les besoins de la mise en charge. Les limites dans la plage comprise entre 1 GHz et 18 GHz s'appliquent désormais aux perturbations de type à ondes entretenues et aux perturbations fluctuantes de manière similaire, uniforme et neutre d'un point de vue technique. Pour ces mesurages, deux autres méthodes de mesure sont disponibles: la méthode Log-AV traditionnelle et la nouvelle méthode APD.

Pour des mesurages réalisés au niveau des accès d'alimentation en courant continu BT d'un appareil électronique de puissance, une mise en œuvre moderne du réseau en triangle 150 Ω spécifié dans la Norme CISPR 16-1-2 a été mise à disposition.

La présente Norme Internationale CISPR 11 a le statut d'une norme de famille de produits en CEM, conformément au Guide 107 de l'IEC, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique (2014)*.

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

Le contenu principal de la présente norme est fondé sur la Recommandation n° 39/2 du CISPR rappelée ci-dessous:

RECOMMANDATION n° 39/2

**Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbations
électromagnétiques des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à
fréquences radioélectriques**

Le CISPR,

CONSIDERANT

- a) que les appareils ISM à fréquences radioélectriques constituent une source importante de perturbations;
- b) que les méthodes de mesure de ces perturbations ont été spécifiées par le CISPR;
- c) que certaines fréquences sont désignées par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) pour un rayonnement non limité provenant des appareils ISM,

RECOMMANDE

que la dernière édition de la CISPR 11 soit utilisée pour appliquer des limites et méthodes de mesure des caractéristiques des appareils ISM.

INTRODUCTION

Parmi les exigences communes relatives au contrôle des perturbations radioélectriques dues au matériel destiné à être utilisé dans des applications industrielles, scientifiques et électromédicales, la présente publication du CISPR contient des exigences spécifiques pour le contrôle des perturbations radioélectriques dues à des applications ISM à fréquences radioélectriques au sens de la définition donnée par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT). Voir également la définition 3.13 de la présente Norme internationale. Le CISPR et l'UIT se partagent la responsabilité de la protection des services radio, en ce qui concerne l'utilisation des applications ISM à fréquences radioélectriques.

Le CISPR est concerné par le contrôle des perturbations radioélectriques dues à des applications ISM à fréquences radioélectriques par le moyen d'une évaluation de ces perturbations, soit sur un site d'essai normalisé, soit, pour une application individuelle ISM à fréquences radioélectriques qui ne peut être soumise à essai sur un tel site, sur son lieu de fonctionnement. Par conséquent, la présente Publication du CISPR couvre les exigences relatives à l'évaluation de la conformité des deux sortes d'appareils: appareil évalué par des essais de type sur des sites d'essai normalisés ou appareil individuel dans des conditions in situ.

L'UIT est concernée par le contrôle des perturbations radioélectriques dues à des applications ISM à fréquences radioélectriques pendant le fonctionnement normal et l'utilisation de l'appareil respectif en son lieu de fonctionnement (voir la Définition 1.15 dans le Règlement des radiocommunications de l'UIT). Là, l'utilisation de l'énergie radioélectrique découplée de l'application radioélectrique ISM par couplage rayonnant, inductif ou capacitif est limitée à l'emplacement de cette application individuelle.

La présente publication du CISPR contient, en 6.3, les exigences essentielles relatives aux émissions pour une évaluation des perturbations radioélectriques dues à des applications ISM à fréquences radioélectriques sur des sites d'essai normalisés. Ces exigences permettent des essais de type sur les applications ISM à fréquences radioélectriques fonctionnant à des fréquences jusqu'à 18 GHz. Elle contient en outre, en 6.4, les exigences essentielles relatives aux émissions pour une évaluation in situ des perturbations radioélectriques dues à des applications ISM à fréquences radioélectriques dans la plage de fréquences jusqu'à 1 GHz. Toutes les exigences ont été établies en étroite collaboration avec l'UIT et jouissent de l'approbation de l'UIT.

Toutefois, pour le fonctionnement et l'utilisation de plusieurs types d'applications ISM à fréquences radioélectriques, il convient que le fabricant, l'installateur et/ou le client connaissent les dispositions nationales complémentaires concernant la réglementation et les besoins particuliers de protection des services et applications radio locaux. Selon le pays concerné, ces dispositions complémentaires peuvent s'appliquer à des applications ISM à fréquences radioélectriques fonctionnant à des fréquences situées à l'extérieur des bandes ISM désignées (voir Tableau 1). Elles peuvent aussi s'appliquer à des applications ISM à fréquences radioélectriques fonctionnant à des fréquences supérieures à 18 GHz. Pour ce dernier type d'applications, la protection locale des services et appareils radio requiert une exécution de l'évaluation de la conformité par l'application des dispositions nationales appropriées dans la plage de fréquences supérieures à 18 GHz conformément aux droits acquis de l'UIT et des administrations nationales. Ces dispositions nationales complémentaires peuvent s'appliquer aux émissions non désirées, aux émissions apparaissant à des harmoniques de la fréquence de fonctionnement et aux émissions désirées à la fréquence de fonctionnement allouée à l'extérieur de la bande ISM désignée dans la plage de fréquences supérieures à 18 GHz.

L'Annexe E de la présente Norme Internationale donne des recommandations du CISPR relatives à la protection des services radio dans des zones particulières.

La définition 1.15 du Règlement des radiocommunications de l'UIT est la suivante:

1.15 *applications industrielles, scientifiques et médicales (ISM) (d'énergie radioélectrique)* fonctionnement d'installations ou d'appareils conçu(e)s pour produire et utiliser, dans un espace réduit, de l'énergie radioélectrique pour des applications industrielles, scientifiques, médicales, domestiques ou similaires, à l'exclusion des applications relevant du domaine des télécommunications.

[Règlement des Radiocommunications de l'UIT Volume 1: 2012 – Chapitre I, Définition 1.15]

Introduction à l'Amendement 1

Le présent Amendement introduit la chambre totalement anéchoïque (FAR – fully-anechoic room), destinée aux mesures du champ perturbateur dans la bande de 30 MHz à 1 GHz sur les appareils relevant du domaine d'application de la CISPR 11.

Il contient l'ensemble des exigences de mesure des perturbations rayonnées provenant des appareils entrant dans le volume d'essai validé d'une chambre totalement anéchoïque donnée. Il spécifie une distance de séparation de 3 m et limite l'utilisation de la chambre totalement anéchoïque aux mesures réalisées sur un appareil de table.

Actuellement, la chambre totalement anéchoïque peut être utilisée:

- pour les mesures réalisées sur un appareil de table entrant dans le volume d'essai validé de la chambre totalement anéchoïque donnée,
- pour une distance de séparation de 3 m uniquement, et
- si la chambre totalement anéchoïque a été validée selon la CISPR 16-1-4.

Les limites pour les appareils de classe A et de classe B, groupe 1, du présent CDV s'appuient sur les limites indiquées dans les normes génériques sur les émissions IEC 61000-6-3:2006/AMD 1 (2010) et IEC 61000-6-4:2006/AMD 1 (2010). Les limites pour les appareils de classe A et de classe B, groupe 2, ont été déduites à l'aide de la même formule d'approximation que celle utilisée pour déduire les limites des normes génériques sur les émissions entre 2000 et 2010. La CISPR/H/104/INF, publiée en 2005, donne des explications détaillées sur la manière de déduire ces limites pour la chambre totalement anéchoïque.

La CISPR/B/627/CDV donne des informations de base plus détaillées.

CISPR/B WG1 en octobre 2015

APPAREILS INDUSTRIELS, SCIENTIFIQUES ET MÉDICAUX – CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES – LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux appareils industriels, scientifiques et électromédicaux fonctionnant dans la plage de fréquences de 0 Hz à 400 GHz, ainsi qu'aux appareils domestiques et similaires conçus pour produire et/ou utiliser, dans un espace réduit, de l'énergie radioélectrique.

La présente norme couvre les exigences d'émission relatives aux perturbations radioélectriques dans la plage de fréquences de 9 kHz à 400 GHz. Les mesurages sont seulement nécessaires dans les plages de fréquences dans lesquelles les limites sont spécifiées à l'Article 6.

Pour les applications industrielles, scientifiques et médicales (ISM) à fréquences radioélectriques, au sens de la définition fournie par le Règlement des radiocommunications de l'UIT (voir Définition 3.13), la présente Norme couvre les exigences d'émission relatives aux perturbations à fréquences radioélectriques dans la plage de fréquence comprise entre 9 kHz et 18 GHz.

NOTE Les exigences d'émission pour les appareils de cuisson à induction sont spécifiées dans la CISPR 14-1 [1]¹.

Les exigences relatives aux appareils d'éclairage ISM à fréquences radioélectriques et aux générateurs de rayonnement UV fonctionnant dans les bandes de fréquences ISM définies par le Règlement des radiocommunications de l'UIT sont spécifiées dans la présente Norme.

Les installations couvertes par d'autres normes de produits du CISPR et d'autres normes d'émission de famille de produits n'entrent pas dans le domaine d'application de la présente norme.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour des 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 mesures des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*

CISPR 16-1-1:2010/AMD 1:2010

CISPR 16-1-1:2010/AMD 2:2014

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

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

CISPR 16-1-4:2010, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées*

CISPR 16-1-4:2010/AMD 1:2012

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 16-2-3:2010, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations rayonnées*

CISPR 16-2-3:2010/AMD 1:2010

CISPR 16-2-3:2010/AMD 2:2014

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*

CISPR 16-4-2:2011/AMD 1:2014

IEC 60050-161:1990, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

IEC 60601-1-2:2014, *Appareils électromédicaux – Part 12: Exigences générales pour la sécurité de base et les performances essentielles – Norme collatérale: Perturbations électromagnétiques – Exigences et essais*

IEC 60601-2-2:2009, *Appareils électromédicaux – Part 2-2: Exigences particulières pour la sécurité de base et les performances essentielles des appareils d'électrochirurgie à courant haute fréquence et des accessoires d'électrochirurgie à courant haute fréquence*

IEC 60974-10:2014, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 10: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)*

IEC 61307:2011, *Installations industrielles de chauffage à hyperfréquence – Méthodes d'essai pour la détermination de la puissance de sortie*

IEC 62135-2:2007, *Matériel de soudage par résistance – Partie 2: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)*

Règlement des radiocommunications de l'UIT (2012), *Règlement des radiocommunications, Volume 3 – Résolutions et recommandations, Résolution n° 63* (disponible sous <http://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2012>)