



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



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 978-2-8322-6461-4

**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

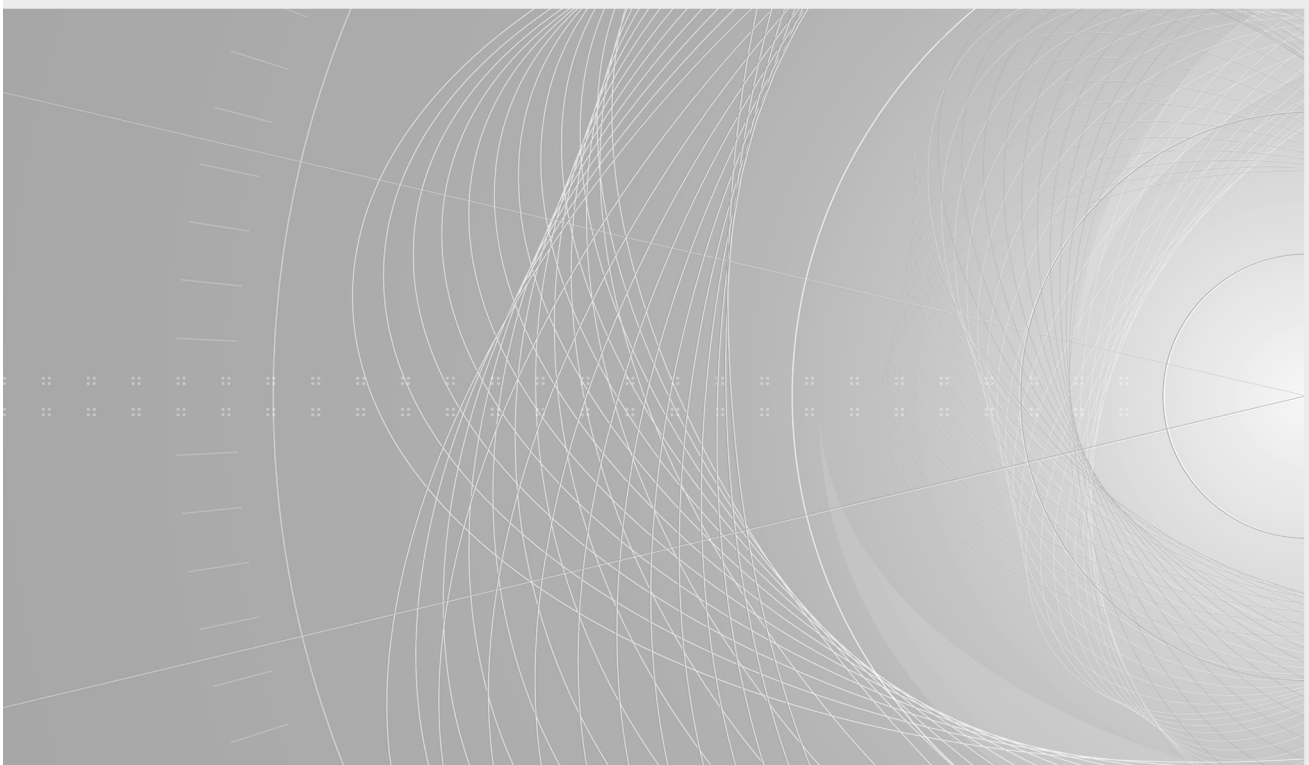
## VERSION REDLINE



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.....	8
INTRODUCTION.....	11
Introduction to Amendment 1 .....	12
Introduction to the Amendment 2 .....	12
1 Scope.....	15
2 Normative references .....	15
3 Terms and definitions .....	16
4 Frequencies designated for ISM use.....	19
5 Classification of equipment.....	20
5.1 Separation into groups.....	20
5.2 Division into classes .....	20
5.3 Documentation for the user .....	21
6 Limits of electromagnetic disturbances .....	21
6.1 General.....	21
6.2 Group 1 equipment measured on a test site .....	22
6.2.1 Limits for conducted disturbances.....	22
6.2.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	25
6.3 Group 2 equipment measured on a test site .....	28
6.3.1 Limits for conducted disturbances.....	28
6.3.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	29
6.4 Group 1 and group 2 class A equipment measured in situ .....	36
6.4.1 Limits for conducted disturbances.....	36
6.4.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	36
7 Measurement requirements .....	39
7.1 General.....	39
7.2 Ambient noise .....	39
7.3 Measuring equipment.....	40
7.3.1 Measuring instruments.....	40
7.3.2 Artificial network (AN) .....	40
7.3.3 Voltage probe .....	41
7.3.4 Antennas .....	41
7.3.5 Artificial hand .....	42
7.4 Frequency measurement.....	43
7.5 Configuration of equipment under test.....	43
7.5.1 General .....	43
7.5.2 Interconnecting cables.....	47
7.5.3 Connection to the electricity supply network on a test site .....	48
7.6 Load conditions of equipment under test.....	50
7.6.1 General .....	50
7.6.2 Medical equipment.....	50
7.6.3 Industrial equipment .....	52
7.6.4 Scientific, laboratory and measuring equipment.....	52
7.6.5 Microwave cooking appliances.....	52
7.6.6 Other equipment in the frequency range 1 GHz to 18 GHz.....	52
7.6.7 Electric welding equipment .....	53

7.6.8	ISM RF lighting equipment.....	53
7.6.9	Medium voltage (MV) and high voltage (HV) switchgear .....	53
7.6.10	Grid connected power converters .....	53
7.7	Recording of test-site measurement results .....	54
7.7.1	General .....	54
7.7.2	Conducted emissions.....	54
7.7.3	Radiated emissions .....	54
8	Special provisions for test site measurements (9 kHz to 1 GHz) .....	54
8.1	Ground planes .....	54
8.2	Measurement of conducted disturbances .....	55
8.2.1	General .....	55
8.2.2	Measurements on grid connected power converters.....	55
8.2.3	Handheld equipment which are normally operated without an earth connection .....	60
8.3	<b>Radiation test sites for OATS and SAC for measurements in the range 9 kHz to 1 GHz</b> .....	60
8.3.1	General .....	60
8.3.2	Validation of the radiation test site (9 kHz to 1 GHz).....	61
8.3.3	Disposition of equipment under test (9 kHz to 1 GHz).....	61
8.3.4	Radiation measurements (9 kHz to 1 GHz) .....	62
8.4	Alternative radiation test sites for the frequency range 30 MHz to 1 GHz .....	62
8.5	<b>FAR for measurements in the range 30 MHz to 1 GHz</b> .....	62
9	Radiation measurements: 1 GHz to 18 GHz.....	63
9.1	Test arrangement.....	63
9.2	Receiving antenna .....	63
9.3	Validation and calibration of test site.....	63
9.4	Measuring procedure .....	63
9.4.1	General .....	63
9.4.2	Operating conditions of the EUT .....	64
9.4.3	<b>Preliminary Peak</b> measurements.....	65
9.4.4	<b>Final Weighted</b> measurements.....	66
10	Measurement <i>in situ</i> .....	69
11	Safety precautions for emission measurements on ISM RF equipment .....	69
12	Measurement uncertainty .....	69
	Annex A (informative) Examples of equipment classification .....	71
	Annex B (informative) Precautions to be taken in the use of a spectrum analyzer (see 7.3.1).....	73
	Annex C (normative) Measurement of electromagnetic radiation disturbance in the presence of signals from radio transmitters.....	74
	Annex D (informative) Propagation of interference from industrial radio-frequency equipment at frequencies between 30 MHz and 300 MHz .....	75
	Annex E (informative) Recommendations of CISPR for protection of certain radio services in particular areas .....	76
E.1	General.....	76
E.2	Recommendations for protection of safety-related radio services .....	76
E.3	Recommendations for protection of specific sensitive radio services .....	76
	Annex F (informative) Frequency bands allocated for safety-related radio services.....	77
	Annex G (informative) Frequency bands allocated for sensitive radio services.....	78

Annex H (informative) Statistical assessment of series produced equipment against the requirements of CISPR standards .....	80
H.1 Significance of a CISPR limit .....	80
H.2 Type tests .....	80
H.3 Statistical assessment of series produced equipment.....	80
H.3.1 Assessment based on a general margin to the limit .....	80
H.3.2 Assessment based on the non-central <i>t</i> -distribution .....	81
H.3.3 Assessment based on the binomial distribution.....	83
H.3.4 Equipment produced on an individual basis .....	84
Annex I (normative) Artificial Network (AN) for the assessment of disturbance voltages at d.c. power ports of semiconductor power converters .....	85
I.1 General information and purpose .....	85
I.2 Structures for a DC-AN .....	85
I.2.1 AN suitable for measurement of unsymmetrical mode (UM) disturbances .....	85
I.2.2 AN suitable for measurement of common mode (CM) and differential mode (DM) disturbances.....	85
I.2.3 AN suitable for measurement of UM, CM and DM disturbances .....	86
I.3 Employment of DC-ANs for compliance measurements .....	86
I.3.1 General .....	86
I.3.2 Pseudo V-AN.....	86
I.3.3 Delta-AN.....	86
I.4 Normative technical requirements for the DC-AN .....	87
I.4.1 Parameters and associated tolerances in the range 150 kHz to 30 MHz .....	87
I.4.2 Parameters and associated tolerances in the range 9 kHz to 150 kHz .....	88
I.5 Examples of practical implementations of DC-ANs .....	88
Annex J (informative) Measurements on Grid Connected Power Converters (GCPC) – Setups for an effective test site configuration.....	91
J.1 General information and purpose .....	91
J.2 Setup of the test site .....	91
J.2.1 Block diagram of test site .....	91
J.2.2 DC power supply .....	92
J.2.3 AC power source .....	92
J.2.4 Other components .....	93
J.3 Other test setups .....	93
J.3.1 Configuration comprising laboratory AC power source and resistive load.....	93
J.3.2 Configuration in case of reverse power flow to the AC mains .....	94
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.....	96
K.1 General information and purpose .....	96
K.2 Recommendations for avoidance of saturation effects in the range 9 kHz to 150 kHz .....	97
K.3 Detailed advice .....	97
K.3.1 General .....	97
K.3.2 Insert of series inductors (or common mode chokes) in the laboratory's d.c. power supply chain .....	98
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.....	99

K.4	Background information .....	100
	Bibliography.....	102
Figure 1	– Circuit for disturbance voltage measurements on mains supply.....	41
Figure 2	– Artificial hand, RC element.....	43
Figure 3	– Example for a typical cable arrangement for measurements of radiated disturbances in 3 m separation distance, Table-top EUT.....	45
Figure 4	– Example for a typical test set up for measurement of conducted and/or radiated disturbances from a floor standing EUT, 3D view .....	46
Figure 5	– Disposition of medical (capacitive type) and dummy load .....	51
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 .....	57
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 .....	58
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 .....	59
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 .....	59
Figure 10	– Test site .....	61
Figure 11	– Minimum size of metal ground plane .....	61
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 .....	64
Figure H.1	– An example of possible difficulties .....	83
Figure I.1	– Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM disturbances (Example) .....	88
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).....	89
Figure I.3	– Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 1).....	89
Figure I.4	– Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 2).....	90
Figure I.5	– Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 3).....	90
Figure J.1	– Setup of the test site (Case 1) – 2D diagram .....	91
Figure J.2	– Setup of the test site (Case 1) – 3D diagram .....	92
Figure J.3	– Setup of the test site (Case 2) – 2D diagram .....	93
Figure J.4	– Setup of the test site (Case 2) – 3D diagram .....	94
Figure J.5	– Setup of the test site (Case 3) – 2D diagram .....	95
Figure J.6	– Setup of the test site (Case 3) – 3D diagram .....	95
Figure K.1	– Flow of the common mode RF current at test site configuration level .....	98
Figure K.2	– Blocking of flow of common mode RF current by insert of series inductors.....	99
Figure K.3	– Blocking of flow of common mode RF current by employment of additional CM decoupling capacitors .....	99
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 .....	100

Figure K.5 – Prevention of saturation of mitigation filters by use of additional decoupling capacitors .....	101
Figure K.6 – Change in the resonant frequency caused by the increase and decrease in the decoupling capacitor's capacitance .....	101
Figure K.7 – DC-AN circuit example where capacitance of blocking capacitors of the LC decoupling circuit can be increased or decreased.....	101
Table 1 – Frequencies in the radio-frequency (RF) range designated by ITU for use as fundamental ISM frequencies.....	20
Table 2 – Disturbance voltage limits for class A group 1 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	23
Table 3 – Limits for conducted disturbances of class A group 1 equipment measured on a test site (d.c. power port) .....	24
Table 4 – Disturbance voltage limits for class B group 1 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	24
Table 5 – Disturbance voltage limits for class B group 1 equipment measured on a test site (d.c. power port).....	25
Table 6 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured on a test site.....	27
Table 7 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 1 equipment measured on a test site.....	27
Table 8 – Disturbance voltage limits for class A group 2 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	29
Table 9 – Disturbance voltage limits for class B group 2 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	29
Table 10 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured on a test site.....	31
Table 11 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A EDM and arc welding equipment measured on a test site.....	32
Table 12 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 2 equipment measured on a test site.....	33
Table 13 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz .....	34
Table 14 – Electromagnetic radiation disturbance weighted limits for group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz .....	35
Table 15 – Electromagnetic radiation disturbance APD level corresponding to $10^{-1}$ limits for class B group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz.....	36
Table 16 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured <i>in situ</i> .....	37
Table 17 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured <i>in situ</i> .....	38
<del>Table 18 – Frequency sub-ranges to be used for weighted measurements.....</del>	<del>.....</del>
Table 19 – Applicability of measurements at d.c. power ports .....	25
Table 20 – Frequency sub-ranges to be used for weighted measurements.....	68
Table E.1 – Limits for electromagnetic radiation disturbances for <i>in situ</i> measurements to protect specific safety-related radio services in particular areas.....	76
Table H.1 – General margin to the limit for statistical evaluation .....	81
Table H.2 – The non-central <i>t</i> -distribution factor <i>k</i> as a function of the sample size <i>n</i> .....	82
Table H.3 – Application of the binomial distribution .....	84

CISPR 11:2015+AMD1:2016 CSV                      – 7 –  
+AMD2:2019 CSV © IEC 2019

Table I.1 – Parameters and associated tolerances in the range 150 kHz to 30 MHz ..... 87  
Table I.2 – Parameters and associated tolerances in the range 9 kHz to 150 kHz ..... 88



## 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.

**This consolidated version of the official IEC Standard and its amendments has been prepared for user convenience.**

**CISPR 11 edition 6.2 contains the sixth edition (2015-06) [documents CISPR/B/628/FDIS and CISPR/B/631/RVD], its amendment 1 (2016-06) [documents CISPR/B/627/CDV and CISPR/B/639A/RVC] and its amendment 2 (2019-01) [documents CIS/B/715A/FDIS and CIS/B/719/RVD].**

**In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendments 1 and 2. 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  $\Omega$  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 amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

## Introduction to the Amendment 2

This AMD 2 combines the contents of two fragments which have been circulated as CIS/B/688/CDV (f2) and CIS/B/697/CDV (f3).

Fragment 2: Requirements for semiconductor power converters (SPC)

CISPR 11 Ed. 6.1 needs to be supplemented with further information for full inclusion of type test requirements for SPCs specified hereafter. These requirements apply only to the following types of equipment:

- a) power conversion equipment intended for assembly into photovoltaic power generating systems, such as grid connected power converters (GCPCs) and d.c. to d.c. converters,
- b) GCPCs intended for assembly into energy storage systems.

Fragment 3: Improvement of repeatability for measurements in the frequency range 1-18 GHz

Based on the comments from the National Committees on CIS/B/662/DC, CIS/B/WG1 decided on its meeting in Hangzhou 2016 to amend the test procedure for group 2 equipment in the frequency range 1 to 18 GHz for the following reasons:

- a) CISPR 11 allows final measurements on group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz with two different weighting functions, the traditional “LogAV detector” with a video bandwidth of 10 Hz and the new APD method, where the Amplitude Probability Distribution is evaluated.

With the alignment of emission requirements for sources of fluctuating emissions with those generating CW-type emissions (Fraction 4 of the last general maintenance of CISPR 11) for

most of the frequency range 1 to 18 GHz the peak detector is used mostly for preliminary measurements, while the number of final measurements with the LogAV detector has been increased from 2 frequencies to max. 7 frequencies.

In parallel, with fraction 3, the APD detector has been introduced, but only with the traditional 2 final frequencies (one in the range 1 GHz to 2.4 GHz and one in the range 2,5 GHz to 18 GHz).

The number of final frequencies to be measured should be aligned for both weighting functions.

- b) During practical measurements cases have been observed, where the critical frequency changed between preliminary and final measurement by more than 5 MHz. The range of 10 MHz for weighted measurements ( $\pm 5$  MHz from highest peak emission) seems therefore not always to be sufficient.

An extension of this frequency range seems advisable and could increase the repeatability.

In the range 11,7 to 12,7 GHz, an EUT fails immediately if one peak exceeds the limit of 73 dB[ $\mu$ V/m]. Observations on a big number of different microwave ovens have shown that during the final measurement (at least 2 min) such peaks may occur very seldom, and with a very short duration, and an estimated overall duration of less than 1 % of the measuring time.

A state-of-the-art digital communication service should be able to tolerate such peaks. Meanwhile, in countries where broadcasting systems, which are already standardized and widely spread and is difficult to avoid disturbance by such peaks, are under operation, additional limits could be separately introduced as necessary.

- c) The repeatability of the peak measurement on microwave ovens is poor. Moreover, the sheer height of the highest peak emission, without information on its duration and repetition rate, provides very limited information on the real disturbance potential.

Measurements with both of the weighting methods have a significantly better repeatability and should, by their physical nature, give a better judgement for the disturbing potential of the EUT on digital radio services.

- d) The conditions for preliminary and final measurements became ambiguous in Edition 6.0 (CISPR 11:2015), particularly regarding the required test time. Furthermore, it has been found that, in some cases, a duration of 20 s for the preliminary peak measurement may not be enough. To further increase the repeatability, WG1 decided not to divide the peak measurements anymore into preliminary and final measurements, but to require a 2-minute max hold peak measurement at every azimuth.

CISPR SC/B WG1 agreed to present the following proposals to the National Committees:

- 1) Define the same 7 final frequency ranges for the APD method as already defined for the LogAV method (detector).
- 2) Extend the frequency range for the final weighted measurement to 20 MHz.

*For the APD method this would mean to measure on 5 final frequencies, the critical frequency itself,  $\pm 5$  MHz and  $\pm 10$  MHz.*

*For the LogAV detector, the requirement remains to perform for the final measurements at least 5 consecutive sweeps in max hold mode. The test time increases accordingly, and coverage of the fluctuations is the same as before.*

- 3) Change the peak limit in Table 13 to a constant value of 70 dB[ $\mu$ V/m] throughout the frequency range and replace the requirement of a final peak measurement in the range 11,7 GHz to 12,7 GHz by a requirement of an additional weighted measurement at the frequency of the highest peak emission in this range. This may lead to a maximum of 8 final weighted measurements.

- 4) Discard the distinction between preliminary and final peak measurements and make instead the peak measurements on all azimuths for 2 minutes.

# 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]<sup>1</sup>.

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

---

<sup>1</sup> 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.....	110
INTRODUCTION.....	113
Introduction à l'Amendement 1.....	115
Introduction à l'Amendement 2.....	115
1 Domaine d'application .....	118
2 Références normatives .....	118
3 Termes et définitions .....	119
4 Fréquences désignées pour être utilisées par les appareils ISM.....	123
5 Classification des appareils .....	124
5.1 Séparation en groupes.....	124
5.2 Division en classes .....	124
5.3 Documentation pour l'utilisateur .....	125
6 Valeurs limites des perturbations électromagnétiques.....	125
6.1 Généralités .....	125
6.2 Appareils du groupe 1 mesurés sur un site d'essai.....	126
6.2.1 Limites des perturbations conduites.....	126
6.2.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur .....	129
6.3 Appareils du groupe 2 mesurés sur un site d'essai.....	132
6.3.1 Limites des perturbations conduites.....	132
6.3.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur .....	134
6.4 Appareils de classe A, groupe 1 et groupe 2, mesurés in situ.....	141
6.4.1 Limites des perturbations conduites.....	141
6.4.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur .....	142
7 Exigences de mesure .....	144
7.1 Généralités .....	144
7.2 Bruit ambiant .....	144
7.3 Appareil de mesure.....	145
7.3.1 Instruments de mesure .....	145
7.3.2 Réseau fictif (AN) .....	146
7.3.3 Sonde de tension.....	146
7.3.4 Antennes .....	147
7.3.5 Main artificielle .....	148
7.4 Mesurage de fréquence .....	148
7.5 Configuration des appareils en essai .....	148
7.5.1 Généralités.....	148
7.5.2 Câbles de raccordement.....	154
7.5.3 Raccordement au réseau d'alimentation électrique sur un site d'essai .....	155
7.6 Conditions de charge des appareils en essai .....	158
7.6.1 Généralités.....	158
7.6.2 Appareils médicaux .....	158
7.6.3 Appareils industriels .....	160
7.6.4 Appareils scientifiques, appareils de laboratoire et de mesure.....	160
7.6.5 Appareils de cuisson à micro-ondes.....	161
7.6.6 Autres appareils fonctionnant dans la plage de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz .....	161

7.6.7	Matériel de soudage électrique .....	161
7.6.8	Appareil d'éclairage ISM à fréquences radioélectriques .....	161
7.6.9	Appareillage moyenne tension (MT) et haute tension (HT) .....	161
7.6.10	Convertisseurs de puissance connectés au réseau .....	162
7.7	Enregistrement des résultats de mesure du site d'essai .....	162
7.7.1	Généralités .....	162
7.7.2	Émissions conduites .....	163
7.7.3	Émissions rayonnées .....	163
8	Dispositions spéciales pour les mesurages sur un site d'essai (9 kHz à 1 GHz) .....	163
8.1	Plans de masse .....	163
8.2	Mesurage des perturbations conduites .....	163
8.2.1	Généralités .....	163
8.2.2	Mesurages sur les convertisseurs de puissance connectés au réseau .....	164
8.2.3	Appareils tenus à la main fonctionnant normalement sans mise à la terre .....	169
8.3	<del>Site d'essai en rayonnement</del> OATS et SAC pour les mesures dans la bande de 9 kHz à 1 GHz .....	170
8.3.1	Généralités .....	170
8.3.2	Validation du site d'essai en rayonnement (9 kHz à 1 GHz) .....	171
8.3.3	Disposition de l'appareil en essai (9 kHz à 1 GHz) .....	171
8.3.4	Mesurages de rayonnement (9 kHz à 1 GHz) .....	171
8.4	Autres sites d'essai en rayonnement pour la plage de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 GHz .....	172
8.5	Chambre totalement anéchoïque pour les mesures dans la bande de 30 MHz à 1 GHz .....	172
9	Mesurages de rayonnement: de 1 GHz à 18 GHz .....	172
9.1	Disposition d'essai .....	172
9.2	Antenne de réception .....	172
9.3	Validation et étalonnage du site d'essai .....	172
9.4	Procédure de mesure .....	173
9.4.1	Généralités .....	173
9.4.2	Conditions de fonctionnement de l'EUT .....	174
9.4.3	Mesurages <del>préliminaires</del> de crête .....	175
9.4.4	Mesurages <del>final</del> en valeur pondérée .....	175
10	Mesurage <i>in situ</i> .....	179
11	Mesures de sécurité pour les mesurages des émissions sur les appareils ISM RF .....	179
12	Incertitude de mesure .....	180
	Annexe A (informative) Exemples de classification des appareils .....	181
	Annexe B (informative) Précautions à prendre lors de l'utilisation d'un analyseur de spectre (voir 7.3.1) .....	183
	Annexe C (normative) Mesurage du rayonnement électromagnétique perturbateur en présence de signaux provenant d'émetteurs radio .....	185
	Annexe D (informative) Propagation du brouillage émanant d'appareils industriels à fréquences radioélectriques aux fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz .....	186
	Annexe E (informative) Recommandations du CISPR concernant la protection de certains services radio dans des zones particulières .....	187
E.1	Généralités .....	187
E.2	Recommandations relatives à la protection des services radio liés à la sécurité .....	187

E.3	Recommandations relatives à la protection des services radio spécifiques et sensibles .....	188
Annexe F (informative) Bandes de fréquences allouées pour les services radio liés à la sécurité .....		
		189
Annexe G (informative) Bandes de fréquences allouées pour les services radio sensibles .....		
		190
Annexe H (informative) Évaluation statistique des appareils produits en série par rapport aux exigences des normes CISPR .....		
		192
H.1	Signification d'une limite CISPR .....	192
H.2	Essais de type .....	192
H.3	Évaluation statistique des appareils produits en série .....	192
H.3.1	Évaluation reposant sur une marge générale par rapport à la limite .....	192
H.3.2	Évaluation reposant sur la loi non centrale de $t$ .....	193
H.3.3	Évaluation reposant sur la loi binomiale .....	196
H.3.4	Appareils produits individuellement .....	196
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 .....		
		197
I.1	Informations générales et objet .....	197
I.2	Structures pour un DC-AN .....	197
I.2.1	AN adapté pour le mesurage des perturbations en mode non symétrique (UM – unsymmetrical mode) .....	197
I.2.2	AN adapté pour le mesurage des perturbations en mode commun (CM) et en mode différentiel (DM) .....	197
I.2.3	AN adapté pour le mesurage des perturbations UM, CM et DM .....	198
I.3	Utilisation de DC-AN pour les mesurages de conformité .....	198
I.3.1	Généralités .....	198
I.3.2	Pseudo AN en V .....	198
I.3.3	AN en triangle .....	199
I.4	Exigences techniques normatives pour le DC-AN .....	199
I.4.1	Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 150 kHz et 30 MHz .....	199
I.4.2	Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz .....	200
I.5	Exemples de mises en œuvre pratiques des DC-AN .....	201
Annexe J (informative) Mesurages sur les convertisseurs de puissance connectés au réseau (GCPC) – Montages pour une configuration efficace du site d'essai .....		
		206
J.1	Informations générales et objet .....	206
J.2	Montage du site d'essai .....	206
J.2.1	Organigramme du site d'essai .....	206
J.2.2	Alimentation en courant continu .....	209
J.2.3	Source d'alimentation en courant alternatif .....	209
J.2.4	Autres composantes .....	209
J.3	Autres montages d'essai .....	209
J.3.1	Configuration comprenant la source d'alimentation en courant alternatif de laboratoire et la charge résistive .....	209
J.3.2	Configuration en cas de flux de puissance inverse vers le réseau en courant alternatif .....	211
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 .....		
		214

K.1	Informations générales et objet .....	214
K.2	Recommandations pour éviter les effets de saturation dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz .....	215
K.3	Informations détaillées .....	216
K.3.1	Généralités .....	216
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 .....	217
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 .....	218
K.4	Informations de base .....	218
	Bibliographie.....	222
	Figure 1 – Circuit pour le mesurage de tensions perturbatrices sur le réseau d'alimentation .....	147
	Figure 2 – Main artificielle, dipôle RC .....	148
	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.....	152
	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.....	154
	Figure 5 – Appareils médicaux (type capacitif): disposition de l'appareil et de la charge fictive.....	159
	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 .....	166
	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 .....	167
	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 .....	168
	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 .....	169
	Figure 10 – Site d'essai .....	170
	Figure 11 – Dimensions minimales du plan de masse métallique .....	171
	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 .....	174
	Figure H.1 – Exemple des possibles difficultés .....	195
	Figure I.1 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations UM (exemple).....	201
	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) .....	202
	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) .....	203
	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) .....	204

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) .....	205
Figure J.1 – Montage du site d'essai (Cas 1) – Schéma 2D.....	207
Figure J.2 – Montage du site d'essai (Cas 1) – Schéma 3D.....	208
Figure J.3 – Montage du site d'essai (Cas 2) – Schéma 2D.....	210
Figure J.4 – Montage du site d'essai (Cas 2) – Schéma 3D.....	211
Figure J.5 – Montage du site d'essai (Cas 3) – Schéma 2D.....	212
Figure J.6 – Montage du site d'essai (Cas 3) – Schéma 3D.....	213
Figure K.1 – Flux du courant radioélectrique en mode commun au niveau de la configuration du site d'essai.....	216
Figure K.2 – Blocage du flux du courant radioélectrique en mode commun par insertion de bobines d'inductance en série .....	217
Figure K.3 – Blocage du flux du courant radioélectrique en mode commun en utilisant des condensateurs de découplage CM supplémentaires .....	218
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).....	219
Figure K.5 – Prévention de la saturation des filtres d'atténuation à l'aide de condensateurs de découplage supplémentaires .....	220
Figure K.6 – Modification de la fréquence de résonance due à l'augmentation et à la réduction de capacité du condensateur de découplage .....	221
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 .....	221
Tableau 1 – Fréquences, dans la plage de fréquences radioélectriques, désignées par l'UIT comme étant des fréquences fondamentales pour les appareils ISM.....	124
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) .....	127
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) .....	128
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) .....	128
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) .....	129
Tableau 6 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 1, mesurées sur un site d'essai.....	131
Tableau 7 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe B, groupe 1, mesurées sur un site d'essai.....	132
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) .....	133
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) .....	134
Tableau 10 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 2, mesurées sur un site d'essai.....	136
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.....	137

Tableau 12 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe B, groupe 2, mesurées sur un site d'essai.....	138
Tableau 13 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz .....	139
Tableau 14 – Limites pondérées du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz.....	140
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 .....	141
Tableau 16 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 1, mesurées <i>in situ</i> .....	142
Tableau 17 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 2, mesurées <i>in situ</i> .....	143
<del>Tableau 18 – Sous-plages de fréquences à utiliser pour les mesurages en valeur pondérée .....</del>	<del>143</del>
Tableau 19 – Applicabilité des mesurages aux accès d'alimentation en courant continu .....	129
Tableau 20 – Sous-plages de fréquences à utiliser pour les mesurages en valeur pondérée .....	178
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.....	187
Tableau H.1 – Marge générale par rapport à la limite pour l'évaluation statistique .....	193
Tableau H.2 – Facteur $k$ de loi non centrale de $t$ en fonction de l'effectif d'échantillon $n$ .....	194
Tableau H.3 – Application de la loi binomiale.....	196
Tableau I.1 – Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 150 kHz et 30 MHz .....	199
Tableau I.2 – Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz .....	200

## 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.

**Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de ses amendements a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.**

**La CISPR 11 édition 6.2 contient la sixième édition (2015-06) [documents CISPR/B/628/FDIS et CISPR/B/631/RVD], son amendement 1 (2016-06) [documents CISPR/B/627/CDV et CISPR/B/639A/RVC] et son amendement 2 (2019-01) [documents CIS/B/715A/FDIS et CIS/B/719/RVD].**

**Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par les amendements 1 et 2. 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  $\Omega$  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 ses amendements 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

## Introduction à l'Amendement 2

Le présent AMD 2 combine le contenu de deux fragments diffusés sous les références CIS/B/688/CDV (f2) et CIS/B/697/CDV (f3).

Fragment 2: Exigences relatives aux convertisseurs de puissance à semiconducteurs (SPC)

La CISPR 11 Éd. 6.1 nécessite l'ajout d'informations supplémentaires, en vue d'inclure complètement les exigences d'essais de type relatives aux SPC spécifiés ci-après. Ces exigences s'appliquent uniquement aux types suivants d'appareils:

- a) les équipements de conversion de puissance destinés à être montés dans les systèmes de production d'énergie photovoltaïque, tels que les convertisseurs de puissance connectés au réseau (GCPC, *grid connected power converter*) et les convertisseurs de courant continu-continu,
- b) Les GCPC destinés à être montés dans les systèmes de stockage d'énergie.

Fragment 3: Amélioration de la répétabilité des mesures dans la plage de fréquences 1-18 GHz

En s'appuyant sur les commentaires émis par les Comités nationaux sur le document CIS/B/662/DC, le CIS/B/WG1 a décidé, lors de sa réunion qui s'est tenue à Hangzhou en 2016, de modifier la procédure d'essai pour les appareils du groupe 2 dans la plage de fréquences comprises entre 1 et 18 GHz pour les raisons suivantes:

- a) La CISPR 11 permet des mesurages finaux sur les appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz avec deux fonctions de pondération différentes, la méthode traditionnelle avec le "détecteur LogAV" d'une largeur de bande vidéo de 10 Hz et la nouvelle méthode APD, dans laquelle la distribution de probabilité d'amplitude est évaluée.

En alignant les exigences d'émission pour les sources d'émissions fluctuantes sur celles générant des émissions de type à ondes entretenues (section 4 de la dernière maintenance générale de la CISPR 11) pour la plupart de la plage de fréquences comprises entre 1 et 18 GHz, le détecteur de crête est utilisé principalement pour les mesurages préliminaires, tandis que le nombre de mesurages finaux avec le détecteur LogAV a été augmenté de 2 fréquences à un maximum de 7 fréquences.

En parallèle, avec la section 3, le détecteur APD a été introduit, mais uniquement avec les 2 fréquences finales traditionnelles (une comprise dans la plage de 1 GHz à 2,4 GHz et l'autre dans la plage de 2,5 GHz à 18 GHz).

Il convient que le nombre de fréquences finales à mesurer soit aligné pour les deux fonctions de pondération.

- b) Au cours des mesurages pratiques, des cas ont été observés, pour lesquels la fréquence critique a varié de plus de 5 MHz entre le mesurage préliminaire et le mesurage final. La plage de 10 MHz pour les mesurages en valeur pondérée ( $\pm 5$  MHz autour de l'émission de crête la plus élevée) ne semble par conséquent pas toujours suffisante.

Une extension de cette plage de fréquences semble conseillée et pourrait augmenter la répétabilité.

Dans la plage comprise entre 11,7 et 12,7 GHz, un appareil en essai échoue immédiatement si une valeur de crête dépasse la limite de 73 dB[ $\mu$ V/m]. Les observations réalisées sur un grand nombre de fours à micro-ondes différents ont montré qu'au cours du mesurage final (au moins 2 min), de telles valeurs de crête peuvent se produire très rarement, sont d'une durée très courte, et représentent une durée totale estimée inférieure à 1 % de la durée de mesure.

Il convient qu'un service de communication numérique conforme à l'état de l'art soit capable de tolérer de telles valeurs de crête. Par ailleurs, dans les pays où des systèmes de radiodiffusion, qui sont déjà normalisés et largement répandus, fonctionnent et lorsqu'il est difficile d'éviter des perturbations avec de telles valeurs de crête, des limites supplémentaires pourraient être introduites indépendamment si nécessaire.

- c) La répétabilité du mesurage de crête sur les fours à micro-ondes est faible. De plus, la hauteur seule de l'émission de crête la plus élevée, sans aucune information concernant sa durée et son taux de répétition, donne des informations très limitées sur le potentiel de perturbation réel.

Les mesures réalisées avec les deux méthodes de pondération ont une répétabilité significativement meilleure et il convient qu'elles donnent, par leur nature physique, un meilleur jugement concernant le potentiel de perturbation de l'appareil en essai sur les services de radio numériques.

- d) Les conditions pour les mesurages préliminaires et finaux sont devenues ambiguës dans l'Édition 6.0 (CISPR 11:2015), en particulier en ce qui concerne la durée d'essai exigée. De plus, il s'est avéré que, dans certains cas, une durée de 20 s pour le mesurage de crête préliminaire peut ne pas être suffisante. Afin d'augmenter davantage la répétabilité, le WG1 a décidé de ne plus diviser les mesurages de crête en mesurages préliminaires et finaux, mais d'exiger des mesurages de crête en mode capture du niveau maximal pendant 2 minutes à chaque azimut.

Le CISPR SC/B WG1 a convenu de présenter les propositions suivantes aux Comités nationaux:

- 1) Définir les 7 plages de fréquences finales identiques pour la méthode APD, déjà définies pour la méthode LogAV (détecteur).
- 2) Étendre la plage de fréquences pour le mesurage en valeur pondérée final à 20 MHz.

Pour la méthode APD, ceci signifierait de réaliser des mesurages sur 5 fréquences finales, la fréquence critique elle-même, +/- 5 MHz et +/- 10 MHz.

Pour le détecteur LogAV, l'exigence reste la même, à savoir réaliser, pour les mesurages finaux, au moins 5 balayages consécutifs en mode capture du niveau maximal. La durée d'essai augmente en conséquence et la couverture des fluctuations est la même qu'avant.

- 3) Modifier la limite en valeur de crête du Tableau 13 en une valeur constante de 70 dB[ $\mu$ V/m] dans l'ensemble de la plage de fréquences, et remplacer l'exigence d'un mesurage de crête final dans la plage comprise entre 11,7 GHz et 12,7 GHz par une exigence d'un mesurage en valeur pondérée supplémentaire à la fréquence de l'émission de crête la plus élevée dans cette plage. Ceci peut conduire à un maximum de 8 mesurages finaux en valeur pondérée.
- 4) Ne plus faire de distinction entre les mesurages de crête préliminaires et finaux et réaliser à la place les mesurages de crête sur tous les azimuts pendant 2 minutes.

# 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]<sup>1</sup>.

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*

---

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.



CISPR 11:2015+AMD1:2016 – 119 –  
+AMD2:2019 CSV © IEC 2019

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

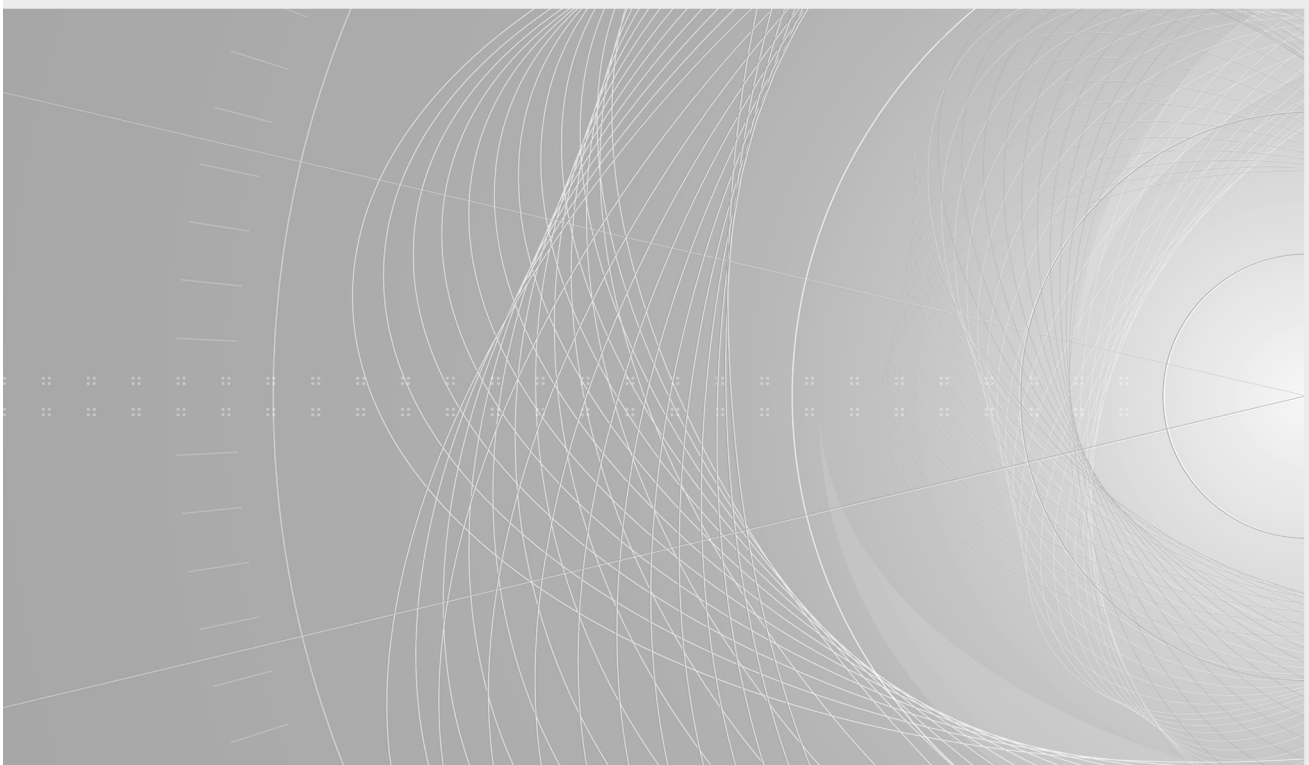
# VERSION FINALE



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.....	8
INTRODUCTION.....	11
Introduction to Amendment 1 .....	12
Introduction to the Amendment 2 .....	12
1 Scope.....	15
2 Normative references .....	15
3 Terms and definitions .....	16
4 Frequencies designated for ISM use.....	19
5 Classification of equipment.....	20
5.1 Separation into groups.....	20
5.2 Division into classes .....	20
5.3 Documentation for the user .....	21
6 Limits of electromagnetic disturbances .....	21
6.1 General.....	21
6.2 Group 1 equipment measured on a test site .....	22
6.2.1 Limits for conducted disturbances.....	22
6.2.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	25
6.3 Group 2 equipment measured on a test site .....	28
6.3.1 Limits for conducted disturbances.....	28
6.3.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	29
6.4 Group 1 and group 2 class A equipment measured in situ .....	35
6.4.1 Limits for conducted disturbances.....	35
6.4.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance.....	35
7 Measurement requirements .....	38
7.1 General.....	38
7.2 Ambient noise .....	38
7.3 Measuring equipment.....	39
7.3.1 Measuring instruments.....	39
7.3.2 Artificial network (AN) .....	39
7.3.3 Voltage probe .....	40
7.3.4 Antennas .....	40
7.3.5 Artificial hand .....	41
7.4 Frequency measurement.....	41
7.5 Configuration of equipment under test.....	42
7.5.1 General .....	42
7.5.2 Interconnecting cables.....	44
7.5.3 Connection to the electricity supply network on a test site .....	45
7.6 Load conditions of equipment under test.....	47
7.6.1 General .....	47
7.6.2 Medical equipment.....	48
7.6.3 Industrial equipment .....	49
7.6.4 Scientific, laboratory and measuring equipment.....	49
7.6.5 Microwave cooking appliances.....	50
7.6.6 Other equipment in the frequency range 1 GHz to 18 GHz.....	50
7.6.7 Electric welding equipment .....	50

7.6.8	ISM RF lighting equipment.....	50
7.6.9	Medium voltage (MV) and high voltage (HV) switchgear .....	50
7.6.10	Grid connected power converters .....	50
7.7	Recording of test-site measurement results .....	51
7.7.1	General .....	51
7.7.2	Conducted emissions.....	51
7.7.3	Radiated emissions .....	51
8	Special provisions for test site measurements (9 kHz to 1 GHz) .....	52
8.1	Ground planes .....	52
8.2	Measurement of conducted disturbances .....	52
8.2.1	General .....	52
8.2.2	Measurements on grid connected power converters.....	53
8.2.3	Handheld equipment which are normally operated without an earth connection .....	57
8.3	OATS and SAC for measurements in the range 9 kHz to 1 GHz .....	57
8.3.1	General .....	57
8.3.2	Validation of the radiation test site (9 kHz to 1 GHz).....	58
8.3.3	Disposition of equipment under test (9 kHz to 1 GHz).....	58
8.3.4	Radiation measurements (9 kHz to 1 GHz) .....	59
8.4	Alternative radiation test sites for the frequency range 30 MHz to 1 GHz .....	59
8.5	FAR for measurements in the range 30 MHz to 1 GHz .....	59
9	Radiation measurements: 1 GHz to 18 GHz.....	60
9.1	Test arrangement.....	60
9.2	Receiving antenna .....	60
9.3	Validation and calibration of test site.....	60
9.4	Measuring procedure .....	60
9.4.1	General .....	60
9.4.2	Operating conditions of the EUT .....	61
9.4.3	Peak measurements .....	61
9.4.4	Weighted measurements .....	62
10	Measurement <i>in situ</i> .....	63
11	Safety precautions for emission measurements on ISM RF equipment .....	64
12	Measurement uncertainty .....	64
	Annex A (informative) Examples of equipment classification .....	65
	Annex B (informative) Precautions to be taken in the use of a spectrum analyzer (see 7.3.1).....	67
	Annex C (normative) Measurement of electromagnetic radiation disturbance in the presence of signals from radio transmitters.....	68
	Annex D (informative) Propagation of interference from industrial radio-frequency equipment at frequencies between 30 MHz and 300 MHz .....	69
	Annex E (informative) Recommendations of CISPR for protection of certain radio services in particular areas .....	70
E.1	General.....	70
E.2	Recommendations for protection of safety-related radio services .....	70
E.3	Recommendations for protection of specific sensitive radio services.....	70
	Annex F (informative) Frequency bands allocated for safety-related radio services.....	71
	Annex G (informative) Frequency bands allocated for sensitive radio services .....	72
	Annex H (informative) Statistical assessment of series produced equipment against the requirements of CISPR standards .....	74

H.1	Significance of a CISPR limit .....	74
H.2	Type tests .....	74
H.3	Statistical assessment of series produced equipment.....	74
H.3.1	Assessment based on a general margin to the limit .....	74
H.3.2	Assessment based on the non-central $t$ -distribution .....	75
H.3.3	Assessment based on the binomial distribution.....	77
H.3.4	Equipment produced on an individual basis .....	78
Annex I (normative) Artificial Network (AN) for the assessment of disturbance voltages at d.c. power ports of semiconductor power converters .....		
I.1	General information and purpose .....	79
I.2	Structures for a DC-AN .....	79
I.2.1	AN suitable for measurement of unsymmetrical mode (UM) disturbances .....	79
I.2.2	AN suitable for measurement of common mode (CM) and differential mode (DM) disturbances.....	79
I.2.3	AN suitable for measurement of UM, CM and DM disturbances .....	80
I.3	Employment of DC-ANs for compliance measurements .....	80
I.3.1	General .....	80
I.3.2	Pseudo V-AN.....	80
I.3.3	Delta-AN.....	80
I.4	Normative technical requirements for the DC-AN .....	81
I.4.1	Parameters and associated tolerances in the range 150 kHz to 30 MHz .....	81
I.4.2	Parameters and associated tolerances in the range 9 kHz to 150 kHz .....	82
I.5	Examples of practical implementations of DC-ANs .....	82
Annex J (informative) Measurements on Grid Connected Power Converters (GCPC) – Setups for an effective test site configuration.....		
J.1	General information and purpose .....	85
J.2	Setup of the test site .....	85
J.2.1	Block diagram of test site .....	85
J.2.2	DC power supply .....	86
J.2.3	AC power source .....	86
J.2.4	Other components .....	87
J.3	Other test setups .....	87
J.3.1	Configuration comprising laboratory AC power source and resistive load.....	87
J.3.2	Configuration in case of reverse power flow to the AC mains .....	88
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.....		
K.1	General information and purpose .....	90
K.2	Recommendations for avoidance of saturation effects in the range 9 kHz to 150 kHz .....	91
K.3	Detailed advice .....	91
K.3.1	General .....	91
K.3.2	Insert of series inductors (or common mode chokes) in the laboratory's d.c. power supply chain .....	92
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.....	93

K.4	Background information .....	94
	Bibliography.....	96
Figure 1	– Circuit for disturbance voltage measurements on mains supply .....	40
Figure 2	– Artificial hand, RC element.....	41
Figure 3	– Example for a typical cable arrangement for measurements of radiated disturbances in 3 m separation distance, Table-top EUT .....	43
Figure 4	– Example for a typical test set up for measurement of conducted and/or radiated disturbances from a floor standing EUT, 3D view .....	44
Figure 5	– Disposition of medical (capacitive type) and dummy load .....	48
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 .....	54
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 .....	55
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 .....	56
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 .....	56
Figure 10	– Test site .....	58
Figure 11	– Minimum size of metal ground plane .....	58
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 .....	61
Figure H.1	– An example of possible difficulties .....	77
Figure I.1	– Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM disturbances (Example) .....	82
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) .....	83
Figure I.3	– Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 1).....	83
Figure I.4	– Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 2).....	84
Figure I.5	– Practical implementation of a 150 Ω DC-AN suitable for measurement of UM, or CM and DM disturbances (Example 3).....	84
Figure J.1	– Setup of the test site (Case 1) – 2D diagram .....	85
Figure J.2	– Setup of the test site (Case 1) – 3D diagram .....	86
Figure J.3	– Setup of the test site (Case 2) – 2D diagram .....	87
Figure J.4	– Setup of the test site (Case 2) – 3D diagram .....	88
Figure J.5	– Setup of the test site (Case 3) – 2D diagram .....	89
Figure J.6	– Setup of the test site (Case 3) – 3D diagram .....	89
Figure K.1	– Flow of the common mode RF current at test site configuration level .....	92
Figure K.2	– Blocking of flow of common mode RF current by insert of series inductors.....	93
Figure K.3	– Blocking of flow of common mode RF current by employment of additional CM decoupling capacitors .....	93
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 .....	94

Figure K.5 – Prevention of saturation of mitigation filters by use of additional decoupling capacitors .....	95
Figure K.6 – Change in the resonant frequency caused by the increase and decrease in the decoupling capacitor's capacitance .....	95
Figure K.7 – DC-AN circuit example where capacitance of blocking capacitors of the LC decoupling circuit can be increased or decreased.....	95
Table 1 – Frequencies in the radio-frequency (RF) range designated by ITU for use as fundamental ISM frequencies.....	20
Table 2 – Disturbance voltage limits for class A group 1 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	23
Table 3 – Limits for conducted disturbances of class A group 1 equipment measured on a test site (d.c. power port) .....	24
Table 4 – Disturbance voltage limits for class B group 1 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	24
Table 5 – Disturbance voltage limits for class B group 1 equipment measured on a test site (d.c. power port).....	25
Table 6 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured on a test site.....	27
Table 7 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 1 equipment measured on a test site.....	27
Table 8 – Disturbance voltage limits for class A group 2 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	29
Table 9 – Disturbance voltage limits for class B group 2 equipment measured on a test site (a.c. mains power port).....	29
Table 10 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured on a test site.....	31
Table 11 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A EDM and arc welding equipment measured on a test site.....	32
Table 12 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 2 equipment measured on a test site.....	33
Table 13 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz .....	34
Table 14 – Electromagnetic radiation disturbance weighted limits for group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz .....	34
Table 15 – Electromagnetic radiation disturbance APD level corresponding to $10^{-1}$ limits for class B group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz.....	35
Table 16 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured <i>in situ</i> .....	36
Table 17 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured <i>in situ</i> .....	37
Table 19 – Applicability of measurements at d.c. power ports .....	25
Table 20 – Frequency sub-ranges to be used for weighted measurements.....	62
Table E.1 – Limits for electromagnetic radiation disturbances for <i>in situ</i> measurements to protect specific safety-related radio services in particular areas.....	70
Table H.1 – General margin to the limit for statistical evaluation .....	75
Table H.2 – The non-central <i>t</i> -distribution factor <i>k</i> as a function of the sample size <i>n</i> .....	76
Table H.3 – Application of the binomial distribution .....	78
Table I.1 – Parameters and associated tolerances in the range 150 kHz to 30 MHz .....	81

Table I.2 – Parameters and associated tolerances in the range 9 kHz to 150 kHz ..... 82



## 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.

**This consolidated version of the official IEC Standard and its amendments has been prepared for user convenience.**

**CISPR 11 edition 6.2 contains the sixth edition (2015-06) [documents CISPR/B/628/FDIS and CISPR/B/631/RVD], its amendment 1 (2016-06) [documents CISPR/B/627/CDV and CISPR/B/639A/RVC] and its amendment 2 (2019-01) [documents CIS/B/715A/FDIS and CIS/B/719/RVD].**

**This Final version does not show where the technical content is modified by amendments 1 and 2. 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  $\Omega$  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 amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

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

## Introduction to the Amendment 2

This AMD 2 combines the contents of two fragments which have been circulated as CIS/B/688/CDV (f2) and CIS/B/697/CDV (f3).

Fragment 2: Requirements for semiconductor power converters (SPC)

CISPR 11 Ed. 6.1 needs to be supplemented with further information for full inclusion of type test requirements for SPCs specified hereafter. These requirements apply only to the following types of equipment:

- a) power conversion equipment intended for assembly into photovoltaic power generating systems, such as grid connected power converters (GCPCs) and d.c. to d.c. converters,
- b) GCPCs intended for assembly into energy storage systems.

Fragment 3: Improvement of repeatability for measurements in the frequency range 1-18 GHz

Based on the comments from the National Committees on CIS/B/662/DC, CIS/B/WG1 decided on its meeting in Hangzhou 2016 to amend the test procedure for group 2 equipment in the frequency range 1 to 18 GHz for the following reasons:

- a) CISPR 11 allows final measurements on group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz with two different weighting functions, the traditional “LogAV detector” with a video bandwidth of 10 Hz and the new APD method, where the Amplitude Probability Distribution is evaluated.

With the alignment of emission requirements for sources of fluctuating emissions with those generating CW-type emissions (Fraction 4 of the last general maintenance of CISPR 11) for

most of the frequency range 1 to 18 GHz the peak detector is used mostly for preliminary measurements, while the number of final measurements with the LogAV detector has been increased from 2 frequencies to max. 7 frequencies.

In parallel, with fraction 3, the APD detector has been introduced, but only with the traditional 2 final frequencies (one in the range 1 GHz to 2.4 GHz and one in the range 2,5 GHz to 18 GHz).

The number of final frequencies to be measured should be aligned for both weighting functions.

- b) During practical measurements cases have been observed, where the critical frequency changed between preliminary and final measurement by more than 5 MHz. The range of 10 MHz for weighted measurements ( $\pm 5$  MHz from highest peak emission) seems therefore not always to be sufficient.

An extension of this frequency range seems advisable and could increase the repeatability.

In the range 11,7 to 12,7 GHz, an EUT fails immediately if one peak exceeds the limit of 73 dB[ $\mu$ V/m]. Observations on a big number of different microwave ovens have shown that during the final measurement (at least 2 min) such peaks may occur very seldom, and with a very short duration, and an estimated overall duration of less than 1 % of the measuring time.

A state-of-the-art digital communication service should be able to tolerate such peaks. Meanwhile, in countries where broadcasting systems, which are already standardized and widely spread and is difficult to avoid disturbance by such peaks, are under operation, additional limits could be separately introduced as necessary.

- c) The repeatability of the peak measurement on microwave ovens is poor. Moreover, the sheer height of the highest peak emission, without information on its duration and repetition rate, provides very limited information on the real disturbance potential.

Measurements with both of the weighting methods have a significantly better repeatability and should, by their physical nature, give a better judgement for the disturbing potential of the EUT on digital radio services.

- d) The conditions for preliminary and final measurements became ambiguous in Edition 6.0 (CISPR 11:2015), particularly regarding the required test time. Furthermore, it has been found that, in some cases, a duration of 20 s for the preliminary peak measurement may not be enough. To further increase the repeatability, WG1 decided not to divide the peak measurements anymore into preliminary and final measurements, but to require a 2-minute max hold peak measurement at every azimuth.

CISPR SC/B WG1 agreed to present the following proposals to the National Committees:

- 1) Define the same 7 final frequency ranges for the APD method as already defined for the LogAV method (detector).
- 2) Extend the frequency range for the final weighted measurement to 20 MHz.

*For the APD method this would mean to measure on 5 final frequencies, the critical frequency itself,  $\pm 5$  MHz and  $\pm 10$  MHz.*

*For the LogAV detector, the requirement remains to perform for the final measurements at least 5 consecutive sweeps in max hold mode. The test time increases accordingly, and coverage of the fluctuations is the same as before.*

- 3) Change the peak limit in Table 13 to a constant value of 70 dB[ $\mu$ V/m] throughout the frequency range and replace the requirement of a final peak measurement in the range 11,7 GHz to 12,7 GHz by a requirement of an additional weighted measurement at the frequency of the highest peak emission in this range. This may lead to a maximum of 8 final weighted measurements.

- 4) Discard the distinction between preliminary and final peak measurements and make instead the peak measurements on all azimuths for 2 minutes.

# 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]<sup>1</sup>.

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

---

<sup>1</sup> 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.....	104
INTRODUCTION.....	107
Introduction à l'Amendement 1.....	109
Introduction à l'Amendement 2.....	109
1 Domaine d'application .....	112
2 Références normatives .....	112
3 Termes et définitions .....	113
4 Fréquences désignées pour être utilisées par les appareils ISM.....	117
5 Classification des appareils .....	118
5.1 Séparation en groupes.....	118
5.2 Division en classes .....	118
5.3 Documentation pour l'utilisateur .....	119
6 Valeurs limites des perturbations électromagnétiques.....	119
6.1 Généralités .....	119
6.2 Appareils du groupe 1 mesurés sur un site d'essai.....	120
6.2.1 Limites des perturbations conduites.....	120
6.2.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur .....	123
6.3 Appareils du groupe 2 mesurés sur un site d'essai.....	126
6.3.1 Limites des perturbations conduites.....	126
6.3.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur .....	128
6.4 Appareils de classe A, groupe 1 et groupe 2, mesurés in situ.....	135
6.4.1 Limites des perturbations conduites.....	135
6.4.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur .....	136
7 Exigences de mesure .....	138
7.1 Généralités .....	138
7.2 Bruit ambiant .....	138
7.3 Appareil de mesure.....	139
7.3.1 Instruments de mesure .....	139
7.3.2 Réseau fictif (AN) .....	140
7.3.3 Sonde de tension.....	140
7.3.4 Antennes .....	141
7.3.5 Main artificielle .....	142
7.4 Mesurage de fréquence .....	142
7.5 Configuration des appareils en essai .....	142
7.5.1 Généralités.....	142
7.5.2 Câbles de raccordement.....	145
7.5.3 Raccordement au réseau d'alimentation électrique sur un site d'essai .....	146
7.6 Conditions de charge des appareils en essai .....	149
7.6.1 Généralités.....	149
7.6.2 Appareils médicaux .....	149
7.6.3 Appareils industriels .....	151
7.6.4 Appareils scientifiques, appareils de laboratoire et de mesure.....	151
7.6.5 Appareils de cuisson à micro-ondes.....	152
7.6.6 Autres appareils fonctionnant dans la plage de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz .....	152

7.6.7	Matériel de soudage électrique .....	152
7.6.8	Appareil d'éclairage ISM à fréquences radioélectriques .....	152
7.6.9	Appareillage moyenne tension (MT) et haute tension (HT) .....	152
7.6.10	Convertisseurs de puissance connectés au réseau .....	153
7.7	Enregistrement des résultats de mesure du site d'essai .....	153
7.7.1	Généralités .....	153
7.7.2	Émissions conduites .....	154
7.7.3	Émissions rayonnées .....	154
8	Dispositions spéciales pour les mesurages sur un site d'essai (9 kHz à 1 GHz) .....	154
8.1	Plans de masse .....	154
8.2	Mesurage des perturbations conduites .....	154
8.2.1	Généralités .....	154
8.2.2	Mesurages sur les convertisseurs de puissance connectés au réseau .....	155
8.2.3	Appareils tenus à la main fonctionnant normalement sans mise à la terre .....	160
8.3	OATS et SAC pour les mesures dans la bande de 9 kHz à 1 GHz .....	161
8.3.1	Généralités .....	161
8.3.2	Validation du site d'essai en rayonnement (9 kHz à 1 GHz) .....	162
8.3.3	Disposition de l'appareil en essai (9 kHz à 1 GHz) .....	162
8.3.4	Mesurages de rayonnement (9 kHz à 1 GHz) .....	162
8.4	Autres sites d'essai en rayonnement pour la plage de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 GHz .....	163
8.5	Chambre totalement anéchoïque pour les mesures dans la bande de 30 MHz à 1 GHz .....	163
9	Mesurages de rayonnement: de 1 GHz à 18 GHz .....	163
9.1	Disposition d'essai .....	163
9.2	Antenne de réception .....	163
9.3	Validation et étalonnage du site d'essai .....	163
9.4	Procédure de mesure .....	164
9.4.1	Généralités .....	164
9.4.2	Conditions de fonctionnement de l'EUT .....	164
9.4.3	Mesurages de crête .....	165
9.4.4	Mesurages en valeur pondérée .....	165
10	Mesurage <i>in situ</i> .....	167
11	Mesures de sécurité pour les mesurages des émissions sur les appareils ISM RF .....	167
12	Incertitude de mesure .....	167
	Annexe A (informative) Exemples de classification des appareils .....	169
	Annexe B (informative) Précautions à prendre lors de l'utilisation d'un analyseur de spectre (voir 7.3.1) .....	171
	Annexe C (normative) Mesurage du rayonnement électromagnétique perturbateur en présence de signaux provenant d'émetteurs radio .....	173
	Annexe D (informative) Propagation du brouillage émanant d'appareils industriels à fréquences radioélectriques aux fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz .....	174
	Annexe E (informative) Recommandations du CISPR concernant la protection de certains services radio dans des zones particulières .....	175
E.1	Généralités .....	175
E.2	Recommandations relatives à la protection des services radio liés à la sécurité .....	175

E.3	Recommandations relatives à la protection des services radio spécifiques et sensibles .....	176
Annexe F (informative) Bandes de fréquences allouées pour les services radio liés à la sécurité .....		
		177
Annexe G (informative) Bandes de fréquences allouées pour les services radio sensibles .....		
		178
Annexe H (informative) Évaluation statistique des appareils produits en série par rapport aux exigences des normes CISPR .....		
		180
H.1	Signification d'une limite CISPR .....	180
H.2	Essais de type .....	180
H.3	Évaluation statistique des appareils produits en série .....	180
H.3.1	Évaluation reposant sur une marge générale par rapport à la limite .....	180
H.3.2	Évaluation reposant sur la loi non centrale de $t$ .....	181
H.3.3	Évaluation reposant sur la loi binomiale .....	184
H.3.4	Appareils produits individuellement .....	184
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 .....		
		185
I.1	Informations générales et objet .....	185
I.2	Structures pour un DC-AN .....	185
I.2.1	AN adapté pour le mesurage des perturbations en mode non symétrique (UM – unsymmetrical mode) .....	185
I.2.2	AN adapté pour le mesurage des perturbations en mode commun (CM) et en mode différentiel (DM) .....	185
I.2.3	AN adapté pour le mesurage des perturbations UM, CM et DM .....	186
I.3	Utilisation de DC-AN pour les mesurages de conformité .....	186
I.3.1	Généralités .....	186
I.3.2	Pseudo AN en V .....	186
I.3.3	AN en triangle .....	187
I.4	Exigences techniques normatives pour le DC-AN .....	187
I.4.1	Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 150 kHz et 30 MHz .....	187
I.4.2	Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz .....	188
I.5	Exemples de mises en œuvre pratiques des DC-AN .....	189
Annexe J (informative) Mesurages sur les convertisseurs de puissance connectés au réseau (GCPC) – Montages pour une configuration efficace du site d'essai .....		
		194
J.1	Informations générales et objet .....	194
J.2	Montage du site d'essai .....	194
J.2.1	Organigramme du site d'essai .....	194
J.2.2	Alimentation en courant continu .....	197
J.2.3	Source d'alimentation en courant alternatif .....	197
J.2.4	Autres composantes .....	197
J.3	Autres montages d'essai .....	197
J.3.1	Configuration comprenant la source d'alimentation en courant alternatif de laboratoire et la charge résistive .....	197
J.3.2	Configuration en cas de flux de puissance inverse vers le réseau en courant alternatif .....	199
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 .....		
		202

K.1	Informations générales et objet .....	202
K.2	Recommandations pour éviter les effets de saturation dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz .....	203
K.3	Informations détaillées .....	204
K.3.1	Généralités .....	204
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 .....	205
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 .....	206
K.4	Informations de base .....	206
	Bibliographie.....	210
	Figure 1 – Circuit pour le mesurage de tensions perturbatrices sur le réseau d'alimentation .....	141
	Figure 2 – Main artificielle, dipôle RC .....	142
	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.....	144
	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.....	145
	Figure 5 – Appareils médicaux (type capacitif): disposition de l'appareil et de la charge fictive.....	150
	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 .....	157
	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 .....	158
	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 .....	159
	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 .....	160
	Figure 10 – Site d'essai .....	161
	Figure 11 – Dimensions minimales du plan de masse métallique .....	162
	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 .....	164
	Figure H.1 – Exemple des possibles difficultés .....	183
	Figure I.1 – Mise en œuvre pratique d'un DC-AN 150 Ω adapté pour le mesurage des perturbations UM (exemple).....	189
	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) .....	190
	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) .....	191
	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) .....	192

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) .....	193
Figure J.1 – Montage du site d'essai (Cas 1) – Schéma 2D.....	195
Figure J.2 – Montage du site d'essai (Cas 1) – Schéma 3D.....	196
Figure J.3 – Montage du site d'essai (Cas 2) – Schéma 2D.....	198
Figure J.4 – Montage du site d'essai (Cas 2) – Schéma 3D.....	199
Figure J.5 – Montage du site d'essai (Cas 3) – Schéma 2D.....	200
Figure J.6 – Montage du site d'essai (Cas 3) – Schéma 3D.....	201
Figure K.1 – Flux du courant radioélectrique en mode commun au niveau de la configuration du site d'essai.....	204
Figure K.2 – Blocage du flux du courant radioélectrique en mode commun par insertion de bobines d'inductance en série .....	205
Figure K.3 – Blocage du flux du courant radioélectrique en mode commun en utilisant des condensateurs de découplage CM supplémentaires .....	206
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).....	207
Figure K.5 – Prévention de la saturation des filtres d'atténuation à l'aide de condensateurs de découplage supplémentaires .....	208
Figure K.6 – Modification de la fréquence de résonance due à l'augmentation et à la réduction de capacité du condensateur de découplage .....	209
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 .....	209
Tableau 1 – Fréquences, dans la plage de fréquences radioélectriques, désignées par l'UIT comme étant des fréquences fondamentales pour les appareils ISM.....	118
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) .....	121
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) .....	122
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) .....	122
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) .....	123
Tableau 6 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 1, mesurées sur un site d'essai.....	125
Tableau 7 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe B, groupe 1, mesurées sur un site d'essai.....	126
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) .....	127
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) .....	128
Tableau 10 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 2, mesurées sur un site d'essai.....	130
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.....	131

Tableau 12 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe B, groupe 2, mesurées sur un site d'essai.....	132
Tableau 13 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz .....	133
Tableau 14 – Limites pondérées du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz.....	134
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 .....	135
Tableau 16 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 1, mesurées <i>in situ</i> .....	136
Tableau 17 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils de classe A, groupe 2, mesurées <i>in situ</i> .....	137
Tableau 19 – Applicabilité des mesurages aux accès d'alimentation en courant continu .....	123
Tableau 20 – Sous-plages de fréquences à utiliser pour les mesurages en valeur pondérée .....	166
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.....	175
Tableau H.1 – Marge générale par rapport à la limite pour l'évaluation statistique .....	181
Tableau H.2 – Facteur $k$ de loi non centrale de $t$ en fonction de l'effectif d'échantillon $n$ .....	182
Tableau H.3 – Application de la loi binomiale.....	184
Tableau I.1 – Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 150 kHz et 30 MHz .....	187
Tableau I.2 – Paramètres et tolérances associées dans la plage comprise entre 9 kHz et 150 kHz .....	188

## 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.

**Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de ses amendements a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.**

**La CISPR 11 édition 6.2 contient la sixième édition (2015-06) [documents CISPR/B/628/FDIS et CISPR/B/631/RVD], son amendement 1 (2016-06) [documents CISPR/B/627/CDV et CISPR/B/639A/RVC] et son amendement 2 (2019-01) [documents CIS/B/715A/FDIS et CIS/B/719/RVD].**

**Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par les amendements 1 et 2. 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  $\Omega$  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 ses amendements 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

## Introduction à l'Amendement 2

Le présent AMD 2 combine le contenu de deux fragments diffusés sous les références CIS/B/688/CDV (f2) et CIS/B/697/CDV (f3).

Fragment 2: Exigences relatives aux convertisseurs de puissance à semiconducteurs (SPC)

La CISPR 11 Éd. 6.1 nécessite l'ajout d'informations supplémentaires, en vue d'inclure complètement les exigences d'essais de type relatives aux SPC spécifiés ci-après. Ces exigences s'appliquent uniquement aux types suivants d'appareils:

- a) les équipements de conversion de puissance destinés à être montés dans les systèmes de production d'énergie photovoltaïque, tels que les convertisseurs de puissance connectés au réseau (GCPC, *grid connected power converter*) et les convertisseurs de courant continu-continu,
- b) Les GCPC destinés à être montés dans les systèmes de stockage d'énergie.

Fragment 3: Amélioration de la répétabilité des mesures dans la plage de fréquences 1-18 GHz

En s'appuyant sur les commentaires émis par les Comités nationaux sur le document CIS/B/662/DC, le CIS/B/WG1 a décidé, lors de sa réunion qui s'est tenue à Hangzhou en 2016, de modifier la procédure d'essai pour les appareils du groupe 2 dans la plage de fréquences comprises entre 1 et 18 GHz pour les raisons suivantes:

- a) La CISPR 11 permet des mesurages finaux sur les appareils du groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz avec deux fonctions de pondération différentes, la méthode traditionnelle avec le "détecteur LogAV" d'une largeur de bande vidéo de 10 Hz et la nouvelle méthode APD, dans laquelle la distribution de probabilité d'amplitude est évaluée.

En alignant les exigences d'émission pour les sources d'émissions fluctuantes sur celles générant des émissions de type à ondes entretenues (section 4 de la dernière maintenance générale de la CISPR 11) pour la plupart de la plage de fréquences comprises entre 1 et 18 GHz, le détecteur de crête est utilisé principalement pour les mesurages préliminaires, tandis que le nombre de mesurages finaux avec le détecteur LogAV a été augmenté de 2 fréquences à un maximum de 7 fréquences.

En parallèle, avec la section 3, le détecteur APD a été introduit, mais uniquement avec les 2 fréquences finales traditionnelles (une comprise dans la plage de 1 GHz à 2,4 GHz et l'autre dans la plage de 2,5 GHz à 18 GHz).

Il convient que le nombre de fréquences finales à mesurer soit aligné pour les deux fonctions de pondération.

- b) Au cours des mesurages pratiques, des cas ont été observés, pour lesquels la fréquence critique a varié de plus de 5 MHz entre le mesurage préliminaire et le mesurage final. La plage de 10 MHz pour les mesurages en valeur pondérée ( $\pm 5$  MHz autour de l'émission de crête la plus élevée) ne semble par conséquent pas toujours suffisante.

Une extension de cette plage de fréquences semble conseillée et pourrait augmenter la répétabilité.

Dans la plage comprise entre 11,7 et 12,7 GHz, un appareil en essai échoue immédiatement si une valeur de crête dépasse la limite de 73 dB[ $\mu$ V/m]. Les observations réalisées sur un grand nombre de fours à micro-ondes différents ont montré qu'au cours du mesurage final (au moins 2 min), de telles valeurs de crête peuvent se produire très rarement, sont d'une durée très courte, et représentent une durée totale estimée inférieure à 1 % de la durée de mesure.

Il convient qu'un service de communication numérique conforme à l'état de l'art soit capable de tolérer de telles valeurs de crête. Par ailleurs, dans les pays où des systèmes de radiodiffusion, qui sont déjà normalisés et largement répandus, fonctionnent et lorsqu'il est difficile d'éviter des perturbations avec de telles valeurs de crête, des limites supplémentaires pourraient être introduites indépendamment si nécessaire.

- c) La répétabilité du mesurage de crête sur les fours à micro-ondes est faible. De plus, la hauteur seule de l'émission de crête la plus élevée, sans aucune information concernant sa durée et son taux de répétition, donne des informations très limitées sur le potentiel de perturbation réel.

Les mesures réalisées avec les deux méthodes de pondération ont une répétabilité significativement meilleure et il convient qu'elles donnent, par leur nature physique, un meilleur jugement concernant le potentiel de perturbation de l'appareil en essai sur les services de radio numériques.

- d) Les conditions pour les mesurages préliminaires et finaux sont devenues ambiguës dans l'Édition 6.0 (CISPR 11:2015), en particulier en ce qui concerne la durée d'essai exigée. De plus, il s'est avéré que, dans certains cas, une durée de 20 s pour le mesurage de crête préliminaire peut ne pas être suffisante. Afin d'augmenter davantage la répétabilité, le WG1 a décidé de ne plus diviser les mesurages de crête en mesurages préliminaires et finaux, mais d'exiger des mesurages de crête en mode capture du niveau maximal pendant 2 minutes à chaque azimut.

Le CISPR SC/B WG1 a convenu de présenter les propositions suivantes aux Comités nationaux:

- 1) Définir les 7 plages de fréquences finales identiques pour la méthode APD, déjà définies pour la méthode LogAV (détecteur).
- 2) Étendre la plage de fréquences pour le mesurage en valeur pondérée final à 20 MHz.

Pour la méthode APD, ceci signifierait de réaliser des mesurages sur 5 fréquences finales, la fréquence critique elle-même, +/- 5 MHz et +/- 10 MHz.

Pour le détecteur LogAV, l'exigence reste la même, à savoir réaliser, pour les mesurages finaux, au moins 5 balayages consécutifs en mode capture du niveau maximal. La durée d'essai augmente en conséquence et la couverture des fluctuations est la même qu'avant.

- 3) Modifier la limite en valeur de crête du Tableau 13 en une valeur constante de 70 dB[ $\mu$ V/m] dans l'ensemble de la plage de fréquences, et remplacer l'exigence d'un mesurage de crête final dans la plage comprise entre 11,7 GHz et 12,7 GHz par une exigence d'un mesurage en valeur pondérée supplémentaire à la fréquence de l'émission de crête la plus élevée dans cette plage. Ceci peut conduire à un maximum de 8 mesurages finaux en valeur pondérée.
- 4) Ne plus faire de distinction entre les mesurages de crête préliminaires et finaux et réaliser à la place les mesurages de crête sur tous les azimuts pendant 2 minutes.

## 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]<sup>1</sup>.

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*

---

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.



CISPR 11:2015+AMD1:2016 – 113 –  
+AMD2:2019 CSV © IEC 2019

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>)