

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**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

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

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

ICS 33.100.10

ISBN 2-8318-1042-1

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references.....	9
3 Terms and definitions	10
4 Frequencies designated for ISM use	11
5 Classification of ISM equipment	12
5.1 Information for the user	12
5.2 Separation into groups.....	12
5.3 Division into classes	12
6 Limits of electromagnetic disturbances.....	13
6.1 General.....	13
6.2 Group 1 equipment measured on a test site	13
6.2.1 Limits of terminal disturbance voltage	13
6.2.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance	14
6.3 Group 2 equipment measured on a test site	16
6.3.1 Limits of terminal disturbance voltage	16
6.3.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance	18
6.4 Group 1 and group 2 class A equipment measured <i>in situ</i>	24
6.4.1 Limits of terminal disturbance voltage	24
6.4.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance	24
7 Measurement requirements.....	26
7.1 General.....	26
7.2 Ambient noise.....	26
7.3 Measuring equipment	26
7.3.1 Measuring instruments.....	26
7.3.2 Artificial mains network	27
7.3.3 Voltage probe	27
7.3.4 Antennas	27
7.3.5 Artificial hand.....	28
7.4 Frequency measurement	28
7.5 Configuration of equipment under test.....	28
7.5.1 General	28
7.5.2 Interconnecting cables	28
7.5.3 Connection to the electricity supply network on a test site.....	29
7.6 Load conditions of equipment under test.....	30
7.6.1 General	30
7.6.2 Medical equipment.....	30
7.6.3 Industrial equipment	31
7.6.4 Scientific, laboratory and measuring equipment.....	32
7.6.5 Microwave cooking appliances	32
7.6.6 Other equipment in the frequency range 1 GHz to 18 GHz.....	32
7.6.7 Single and multiple-zone induction cooking appliances	32
7.6.8 Electric welding equipment.....	33
7.7 Recording of test-site measurement results	33
7.7.1 General	33

7.7.2	Conducted emissions.....	34
7.7.3	Radiated emissions.....	34
8	Special provisions for test site measurements (9 kHz to 1 GHz)	34
8.1	Ground planes	34
8.2	Measurement of mains terminal disturbance voltage	34
8.2.1	General	34
8.2.2	Handheld equipment which are normally operated without an earth connection	35
8.3	Radiation test site for 9 kHz to 1 GHz.....	35
8.3.1	General	35
8.3.2	Validation of the radiation test site (9 kHz to 1 GHz).....	35
8.3.3	Disposition of equipment under test (9 kHz to 1 GHz).....	36
8.3.4	Radiation measurements (9 kHz to 1 GHz).....	36
8.4	Alternative radiation test sites for the frequency range 30 MHz to 1 GHz	36
9	Radiation measurements: 1 GHz to 18 GHz	36
9.1	Test arrangement	36
9.2	Receiving antenna	36
9.3	Validation and calibration of test site	37
9.4	Measuring procedure	37
10	Measurement <i>in situ</i>	37
11	Safety precautions	37
12	Assessment of conformity of equipment	37
12.1	General	37
12.2	Statistical assessment of compliance of series produced equipment.....	38
12.3	Equipment in small-scale production	38
12.4	Equipment produced on an individual basis	38
12.5	Measurement uncertainty.....	39
13	Figures and flowcharts.....	39
	Annex A (informative) Examples of equipment classification	42
	Annex B (informative) Precautions to be taken in the use of a spectrum analyzer (see 7.3.1).....	44
	Annex C (normative) Measurement of electromagnetic radiation disturbance in the presence of signals from radio transmitters	45
	Annex D (informative) Propagation of interference from industrial radio-frequency equipment at frequencies between 30 MHz and 300 MHz.....	46
	Annex E (informative) Recommendations of CISPR for protection of certain radio services in particular areas.....	47
	Annex F (informative) Frequency bands allocated for safety-related radio services	48
	Annex G (informative) Frequency bands allocated for sensitive radio services	49
	Bibliography	50
	Figure 1 – Test site	39
	Figure 2 – Minimum size of metal ground plane	39
	Figure 3 – Disposition of medical (capacitive type) and dummy load (see 7.6.2.1)	40
	Figure 4 – Circuit for disturbance voltage measurements on mains supply (see 7.3.3).....	40
	Figure 5 – Decision tree for the measurement of emissions from 1 GHz to 18 GHz of class B, group 2 ISM equipment operating at frequencies above 400 MHz	41

Figure 6 – Artificial hand, RC element (see 7.3.5).....	41
Table 1 – Frequencies in the radio-frequency (RF) range designated by ITU for use as fundamental ISM frequencies	12
Table 2 – Mains terminal disturbance voltage limits for class A group 1 equipment measured on a test site	14
Table 3 – Mains terminal disturbance voltage limits for class B group 1 equipment measured on a test site	14
Table 4 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured on a test site	15
Table 5 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 1 equipment measured on a test site	15
Table 6 – Mains terminal disturbance voltage limits for class A group 2 equipment measured on a test site	17
Table 7 – Mains terminal disturbance voltage limits for class B group 2 equipment measured on a test site	17
Table 8 – Mains terminal disturbance voltage limits for induction cooking appliances	18
Table 9 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured on a test site	20
Table 10 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A EDM and arc welding equipment measured on a test site	20
Table 11 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 2 equipment measured on a test site	21
Table 12 – Limits of the magnetic field strength for induction cooking appliances intended for commercial use	21
Table 13 – Limits of the magnetic field induced current in a 2 m loop antenna for induction cooking appliances for domestic use	22
Table 14 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for group 2 equipment producing CW type disturbances and operating at frequencies above 400 MHz.....	23
Table 15 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for class B group 2 equipment producing fluctuating disturbances other than CW and operating at frequencies above 400 MHz	23
Table 16 – Electromagnetic radiation disturbance weighted limits for class B group 2 equipment producing fluctuating disturbances other than CW and operating at frequencies above 400 MHz	24
Table 17 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured <i>in situ</i>	24
Table 18 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured <i>in situ</i>	25
Table 19 – The non-central <i>t</i> -distribution factor <i>k</i> as a function of the sample size <i>n</i>	38
Table E.1 – Limits for electromagnetic radiation disturbances for <i>in situ</i> measurements to protect specific safety-related radio services in particular areas	47

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard CISPR 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 fifth edition of CISPR 11 cancels and replaces the fourth edition published in 2003, its Amendment 1 (2004) and Amendment 2 (2006). It constitutes a technical revision.

This fifth edition of CISPR 11 got a more transparent structure, introduces another set of particular limits for conducted and radiated disturbances of "heavy duty" general purpose equipment of class A group 1 with a rated input power in excess of 20 kVA, in accordance with the needs of the industries and refers to the full approach in respect of the measurement instrumentation uncertainty specified in CISPR 16-4-4. Furthermore, any kind of "legal statements" were removed from the normative main body of this International Standard.

It 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* (2009).

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

FDIS	Report on voting
CISPR/B/478/FDIS	CISPR/B/482/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

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 (ISM) 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 3.1 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. 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 6.2 and 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 18 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.

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 3.1), this standard covers emission requirements related to radio-frequency disturbances in the frequency range of 9 kHz to 18 GHz.

Requirements for ISM RF lighting apparatus 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 referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

CISPR 16-1-1:2006, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

Amendment 1 (2006)

Amendment 2 (2007)

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

Amendment 1 (2004)

Amendment 2 (2006)

CISPR 16-1-4:2007, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Radiated disturbances*

Amendment 1 (2007)

Amendment 2 (2008)

CISPR 16-2-3:2006, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*

CISPR 16-4-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainty in EMC measurements*

IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*
Amendment 1 (1990)
Amendment 2 (1998)

IEC 60601-1-2:2007, *Medical electrical equipment – Part 1-2: General requirements for basic safety and essential performance – Collateral standard: Electromagnetic compatibility – 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 60974-10:2007, *Arc welding equipment – Part 10: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

IEC 61307:2006, *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 (2008), *Radio regulations, Volume 3 – Resolutions and recommendations, resolution no. 63*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60050-161 and the following apply.

3.1

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: 2004 – Articles, Definition 1.15]

NOTE 1 Typical applications are the production of physical, biological, or chemical effects such as heating, ionisation of gases, mechanical vibrations, hair removal, acceleration of charged particles. A non-exhaustive list of examples is given in Annex A.

NOTE 2 The abbreviation ISM RF is used throughout this standard for such equipment or appliances.

3.2

ISM equipment and appliances

equipment or appliances designed to generate and/or use locally radio-frequency energy for industrial, scientific, medical, domestic or similar purposes, excluding applications in the field of telecommunications and information technology and other applications covered by other CISPR publications

3.3**(electromagnetic) radiation**

1. phenomenon by which energy in the form of electromagnetic waves emanates from a source into space
2. energy transferred through space in the form of electromagnetic waves

NOTE By extension, the term "electromagnetic radiation" sometimes also covers induction phenomena.

[IEV 161-01-10:1990]

3.4**boundary of the equipment under test**

imaginary straight line periphery describing a simple geometric configuration encompassing the equipment under test. All interconnecting cables are included within this boundary

3.5**electro-discharge machining (EDM) equipment**

all the necessary units for the spark erosion process including the machine tool, the generator, control circuits, the working fluid container and integral devices

3.6**spark erosion**

removal of material in a dielectric working fluid by electro-discharges, which are separated in time and randomly distributed in space, between two electrically conductive electrodes (the tool electrode and the work piece electrode), and where the energy in the discharge is controlled

3.7**arc welding equipment**

equipment for applying current and voltage and having the required characteristics suitable for arc welding and allied processes

3.8**equipment for resistance welding and allied processes**

all equipment associated with carrying out the processes of resistance welding or allied processes consisting of e.g. power source, electrodes, tooling and associated control equipment, which may be a separate unit or part of a complex machine

3.9**low voltage****LV**

a set of voltage levels used for the distribution of electricity and whose upper limit is generally accepted to be 1 000 V a.c.

[IEV 601-01-26:1985]

4 Frequencies designated for ISM use

Certain frequencies are designated by the International Telecommunication Union (ITU) for use as fundamental frequencies for ISM RF applications (see also Definition 3.1). These frequencies are listed in Table 1.

NOTE In individual countries, different or additional frequencies may be designated for use by ISM equipment.

Table 1 – Frequencies in the radio-frequency (RF) range designated by ITU for use as fundamental ISM frequencies

Centre frequency MHz	Frequency range MHz	Maximum radiation limit ^b	Number of appropriate footnote to the table of frequency allocation of the ITU Radio Regulations ^a
6,780	6,765 – 6,795	Under consideration	5.138
13,560	13,553 – 13,567	Unrestricted	5.150
27,120	26,957 – 27,283	Unrestricted	5.150
40,680	40,66 – 40,70	Unrestricted	5.150
433,920	433,05 – 434,79	Under consideration	5.138 in Region 1, except countries mentioned in 5.280
915,000	902 – 928	Unrestricted	5.150 in Region 2 only
2 450	2 400 – 2 500	Unrestricted	5.150
5 800	5 725 – 5 875	Unrestricted	5.150
24 125	24 000 – 24 250	Unrestricted	5.150
61 250	61 000 – 61 500	Under consideration	5.138
122 500	122 000 – 123 000	Under consideration	5.138
245 000	244 000 – 246 000	Under consideration	5.138
^a Resolution No. 63 of the ITU Radio Regulations applies.			
^b The term “unrestricted” applies to the fundamental and all other frequency components falling within the designated band. Outside of ITU designated ISM bands, the limits for the disturbance voltage and radiation disturbance in this standard apply.			

5 Classification of ISM equipment

5.1 Information for the user

The manufacturer and/or supplier of ISM equipment shall ensure that the user is informed about the class and group of the equipment, either by labelling or by the accompanying documentation. In both cases the manufacturer/supplier shall explain the meaning of both the class and the group in the documentation accompanying the equipment.

In the case of arc welding equipment which contains arc striking or stabilizing devices or in the case of stand-alone arc striking or stabilizing devices for arc welding, the manufacturer shall inform the user that such equipment is class A equipment.

5.2 Separation into groups

Group 1 equipment: group 1 contains all equipment in the scope of this standard which is not classified as group 2 equipment.

Group 2 equipment: group 2 contains all ISM RF equipment in which radio-frequency energy in the frequency range 9 kHz to 400 GHz is intentionally generated and used or only used, in the form of electromagnetic radiation, inductive and/or capacitive coupling, for the treatment of material or inspection/analysis purposes.

NOTE See Annex A for examples of the separation of equipment into group 1 or 2.

5.3 Division into classes

Class A equipment is equipment suitable for use in all establishments other than domestic and those directly connected to a low voltage power supply network which supplies buildings used for domestic purposes.

Class A equipment shall meet class A limits.

Warning: Class A equipment is intended for use in an industrial environment. In the documentation for the user, a statement shall be included drawing attention to the fact that there may be potential difficulties in ensuring electromagnetic compatibility in other environments, due to conducted as well as radiated disturbances.

Class B equipment is equipment suitable for use in domestic establishments and in establishments directly connected to a low voltage power supply network which supplies buildings used for domestic purposes.

Class B equipment shall meet class B limits.

6 Limits of electromagnetic disturbances

6.1 General

Class A equipment may be measured either on a test site or *in situ*, as preferred by the manufacturer.

NOTE 1 Due to size, complexity or operating conditions, some equipment may have to be measured *in situ* in order to show compliance with the radiation disturbance limits specified herein.

Class B equipment shall be measured on a test site.

NOTE 2 The limits have been determined on a probabilistic basis taking into account the likelihood of interference. In cases of interference, additional provisions may be required.

The lower limit shall apply at all transition frequencies.

Excluded from the testing requirements and limits of this standard are components and subassemblies not intended to perform any stand-alone ISM function.

Measuring apparatus and methods of measurement are specified in Clauses 7, 8 and 9.

6.2 Group 1 equipment measured on a test site

6.2.1 Limits of terminal disturbance voltage

6.2.1.1 General

The equipment under test shall meet either:

- a) both the average limit specified for measurements with an average detector and the quasi-peak limit specified for measurements with a quasi-peak detector (see 7.3); or
- b) the average limit when using a quasi-peak detector (see 7.3).

6.2.1.2 Frequency range 9 kHz to 150 kHz

For group 1 equipment, no limits apply in this frequency range.

6.2.1.3 Frequency range 150 kHz to 30 MHz

Limits for mains terminal disturbance voltages in the frequency range 150 kHz to 30 MHz for equipment measured on a test site using the 50 Ω /50 μ H CISPR network or the CISPR voltage probe (see 7.3.3 and Figure 4) are given in Tables 2 and 3.

Table 2 – Mains terminal disturbance voltage limits for class A group 1 equipment measured on a test site

Frequency range MHz	Rated input power of ≤ 20 kVA		Rated input power of > 20 kVA ^a	
	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)
0,15 – 0,50	79	66	100	90
0,50 – 5	73	60	86	76
5 – 30	73	60	90	80
			decreasing linearly with logarithm of frequency to	
			73	60
At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.				
NOTE 1 Limits only apply to low voltage a.c. mains input ports.				
NOTE 2 For class A equipment intended to be connected solely to isolated neutral or high impedance earthed (IT) industrial power distribution networks (see IEC 60364-1), the limits defined for group 2 equipment with a rated input power > 75 kVA in Table 6 can be applied.				
a These limits apply to equipment with a rated input power > 20 kVA and intended to be powered by a dedicated power transformer or generator, and which is not connected to Low Voltage (LV) overhead power lines. For equipment not intended to be powered by a user specific power transformer, the limits for ≤20 kVA apply. The manufacturer and/or supplier shall provide information on installation measures that can be used to reduce emissions from the installed equipment. In particular, it shall be indicated that this equipment is intended to be powered by a dedicated power transformer or generator and not by LV overhead power lines.				

NOTE The rated input power consumption of 20 kVA corresponds for example to a current of approximately 29 A per phase in case of 400 V three-phase power supply networks, and to a current of approximately 58 A per phase in case of 200 V three phase power supply networks.

Table 3 – Mains terminal disturbance voltage limits for class B group 1 equipment measured on a test site

Frequency range MHz	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)
0,15 – 0,50	66 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 56	56 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 46
0,50 – 5	56	46
5 – 30	60	50
At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.		

For diagnostic X-ray generators operating in intermittent mode, the quasi-peak limits of Table 2 or Table 3 can be relaxed by 20 dB.

6.2.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance

6.2.2.1 General

The equipment under test shall meet the quasi-peak limits when using a quasi-peak detector.

6.2.2.2 Frequency range 9 kHz to 150 kHz

For group 1 equipment, no limits apply in the frequency range 9 kHz to 150 kHz.

6.2.2.3 Frequency range 150 kHz to 1 GHz

For group 1 equipment, no limits apply in the frequency range 150 kHz to 30 MHz. In the frequency range above 30 MHz, the limits refer to the electric field strength component of the electromagnetic radiation disturbance.

The electromagnetic radiation disturbance limits for the frequency range 30 MHz to 1 GHz for group 1, classes A and B equipment are specified in Table 4 and 5, respectively. Recommendations for the protection of specific safety-related radio services are given in Annex E and Table E.1.

On a test site, class A equipment can be measured at a distance of 10 m or 30 m (see information in Table 4), and class B equipment at a distance of 3 m or 10 m (see information in Table 5).

Table 4 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured on a test site

Frequency range MHz	10 m measuring distance rated input power of	
	≤ 20 kVA	> 20 kVA ^a
	Quasi-peak dB(μV/m)	Quasi-peak dB(μV/m)
30 – 230	40	50
230 – 1 000	47	50
On a test site, class A equipment can be measured at a distance of 10 m or 30 m. An inverse proportionality factor of 20 dB per decade shall be used to normalize the measured data to the specified distance for determining compliance.		
At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.		
a These limits apply to equipment with a rated input power of > 20 kVA and intended to be used at locations where there is a distance greater than 30 m between the equipment and third party sensitive radio communications. The manufacturer shall indicate in the technical documentation that this equipment is intended to be used at locations where the separation distance to third party sensitive radio services is > 30 m. If the manufacturer does not include the particular conditions of use of the equipment in the technical documentation for the user, then the limits for equipment with a rated input power of ≤ 20 kVA shall apply.		

Table 5 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 1 equipment measured on a test site

Frequency range MHz	10 m measuring distance
	Quasi-peak dB(μV/m)
30 – 230	30
230 – 1 000	37
On a test site, class B equipment can be measured at a distance of 3 m or 10 m. An inverse proportionality factor of 20 dB per decade shall be used to normalize the measured data to the specified distance for determining compliance.	
At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.	

For medical electrical equipment intended to be permanently installed in shielded locations, further provisions with regard to the measurement arrangement and load conditions are found in IEC 60601-1-2.

6.2.2.4 Frequency range 1 GHz to 18 GHz

For group 1 equipment, no limits apply in the frequency range 1 GHz to 18 GHz.

6.2.2.5 Frequency range 18 GHz to 400 GHz

For group 1 equipment, no limits apply in the frequency range 18 GHz to 400 GHz.

6.3 Group 2 equipment measured on a test site

6.3.1 Limits of terminal disturbance voltage

6.3.1.1 General

The equipment under test shall meet either:

- a) both the average limit specified for measurements with an average detector and the quasi-peak limit specified for measurements with a quasi-peak detector (see 7.3); or
- b) the average limit when using a quasi-peak detector (see 7.3).

6.3.1.2 Frequency range 9 kHz to 150 kHz

In the frequency range 9 kHz to 150 kHz, limits for mains terminal disturbance voltages apply to induction cooking appliances only, see Table 8.

6.3.1.3 Frequency range 150 kHz to 30 MHz

Limits for mains terminal disturbance voltages in the frequency range 150 kHz to 30 MHz for equipment measured on a test site using the 50 Ω /50 μ H CISPR network or the CISPR voltage probe (see 7.3.3 and Figure 4) are given in Tables 6 and 7, except for the ITU designated frequency bands listed in Table 1 where no limits apply.

For electric welding equipment, the limits of Table 6 or 7 apply in active mode of operation. In stand-by (or idle) mode, the limits of Table 2 or 3 apply.

For ISM RF lighting devices operating in dedicated ISM frequency bands (defined by the ITU in Table 1), the limits of Table 7 apply.

For induction cooking appliances for domestic or for commercial use, the limits of Table 8 apply.

Table 6 – Mains terminal disturbance voltage limits for class A group 2 equipment measured on a test site

Frequency range MHz	Rated input power of ≤ 75 kVA		Rated input power of > 75 kVA ^a	
	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)
0,15 – 0,50	100	90	130	120
0,50 – 5	86	76	125	115
5 – 30	90	80	115	105
	decreasing linearly with logarithm of frequency to			
	73	60		
At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.				
NOTE 1 Limits only apply to Low Voltage (LV) a.c. mains input ports.				
NOTE 2 For class A equipment with a rated power ≤ 75 kVA intended to be connected solely to isolated neutral or high impedance earthed (IT) industrial power distribution networks (see IEC 60364-1), the limits defined for group 2 equipment with a rated input power > 75 kVA can be applied.				
a The manufacturer and/or supplier shall provide information on installation measures that can be used to reduce emissions from the installed equipment.				

NOTE The rated input power consumption of 75 kVA corresponds for example to a current of approximately 108 A per phase in case of 400 V three phase power supply networks and to a current of approximately 216 A per phase in case of 200 V three phase power supply networks.

High-frequency (HF) surgical equipment shall meet the limits of Table 2 or 3 specified for group 1 equipment, in stand-by mode of operation. For high-frequency (HF) surgical equipment operating at frequencies outside designated ISM bands (see Table 1), these limits also apply at the operating frequency and inside the designated frequency bands. The related measurements shall be performed in a test arrangement in accordance with IEC 60601-2-2.

Table 7 – Mains terminal disturbance voltage limits for class B group 2 equipment measured on a test site

Frequency range MHz	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)
0,15 – 0,50	66 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 56	56 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 46
0,50 – 5	56	46
5 – 30	60	50
At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.		

Table 8 – Mains terminal disturbance voltage limits for induction cooking appliances

Frequency range MHz	Induction cooking appliance limits			
	All appliances except 100 V rated appliances without an earth connection		100 V rated appliances without an earth connection	
	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)	Quasi-peak dB(μV)	Average dB(μV)
0,009 – 0,050	110	–	122	–
0,050 – 0,148 5	90 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 80	–	102 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 92	–
0,148 5 – 0,5	66 Decreasing linearly with logarithm of frequency to	56 Decreasing linearly with logarithm of frequency to	72 Decreasing linearly with logarithm of frequency to	62 Decreasing linearly with logarithm of frequency to
	56	46	62	52
0,5 – 5	56	46	56	46
5 – 30	60	50	60	50
At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.				

6.3.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance

6.3.2.1 General

The equipment under test shall meet the limits when using a measuring instrument with a peak, quasi-peak or average detector, as indicated in the appropriate table.

Up to 30 MHz, the limits refer to the magnetic component of the electromagnetic radiation disturbance. Above 30 MHz, the limits refer to the electric field strength component of the electromagnetic radiation disturbance.

6.3.2.2 Frequency range 9 kHz to 150 kHz

In the frequency range 9 kHz to 150 kHz, limits apply to induction cooking appliances only, see Tables 12 and 13.

6.3.2.3 Frequency range 150 kHz to 1 GHz

Except for the designated frequency range listed in Table 1, the electromagnetic radiation disturbance limits for the frequency range 150 kHz to 1 GHz for group 2 class A equipment are specified in Table 9; and for group 2 class B equipment in Table 11.

The limits in Tables 9 and 11 apply to all electromagnetic disturbances at all frequencies not exempted according to Table 1 Footnote b).

For class A resistance welding equipment, the limits of Table 9 apply in the frequency range 30 MHz to 1 GHz in active mode of operation. In stand-by (or idle) mode, the limits of Table 4 apply. For class B resistance welding equipment, the limits of Table 11 apply in active mode of operation. In stand-by (or idle) mode, the limits of Table 5 apply.

For arc welding equipment, the limits of Table 10 or 11 apply in active mode of operation. In stand-by (or idle) mode, the limits of Table 4 or 5 apply.

For class A EDM equipment, the limits of Table 10 apply.

For ISM RF lighting devices operating in dedicated ISM frequency bands (defined by the ITU in Table 1), the limits of Table 11 apply.

For induction cooking appliances, limits in the frequency range up to 30 MHz are specified in Table 12 (commercial use) and 13 (domestic use), respectively, and in Table 11 for the frequency range above 30 MHz.

For high-frequency (HF) surgical equipment, the limits of Table 4 or 5 apply. High-frequency (HF) surgical equipment shall meet the respective limits when tested in stand-by mode of operation.

Recommendations for the protection of specific safety services are given in Annex E and Table E.1.

On a test site, class A equipment can be measured at a distance of 10 m or 30 m, and class B equipment at a distance of 3 m or 10 m (see Tables 9 and 11).

Table 9 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured on a test site

Frequency range MHz	Limits for a measuring distance of <i>D</i> in m			
	On a test site <i>D</i> = 30 m from the equipment		On a test site <i>D</i> = 10 m from the equipment	
	Electric field Quasi-peak dB(μV/m)	Magnetic field Quasi-peak dB(μA/m)	Electric field Quasi-peak dB(μV/m)	Magnetic field Quasi-peak dB(μA/m)
0,15 – 0,49	-	33,5	-	57,5
0,49 – 1,705	-	23,5	-	47,5
1,705 – 2,194	-	28,5	-	52,5
2,194 – 3,95	-	23,5	-	43,5
3,95 – 20	-	8,5	-	18,5
20 – 30	-	-1,5	-	8,5
30 – 47	58	-	68	-
47 – 53,91	40	-	50	-
53,91 – 54,56	40	-	50	-
54,56 – 68	40	-	50	-
68 – 80,872	53	-	63	-
80,872 – 81,848	68	-	78	-
81,848 – 87	53	-	63	-
87 – 134,786	50	-	60	-
134,786 – 136,414	60	-	70	-
136,414 – 156	50	-	60	-
156 – 174	64	-	74	-
174 – 188,7	40	-	50	-
188,7 – 190,979	50	-	60	-
190,979 – 230	40	-	50	-
230 – 400	50	-	60	-
400 – 470	53	-	63	-
470 – 1 000	50	-	60	-
At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.				
NOTE On a test site, class A equipment can be measured at a distance of 10 m or 30 m.				

Table 10 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A EDM and arc welding equipment measured on a test site

Frequency range MHz	Limits for a measuring distance of 10 m Quasi-peak dB(μV/m)
30 – 230	80 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 60
230 – 1 000	60

Table 11 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class B group 2 equipment measured on a test site

Frequency range MHz	Limits for a measuring distance of <i>D</i> in m		
	Electric field		Magnetic field
	Measurement distance 10 m		Measurement distance 3 m
	Quasi-peak dB(μV/m)	Average ^a dB(μV/m)	Quasi-peak dB(μA/m)
0,15 – 30	–	–	39 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 3
30 – 80,872	30	25	–
80,872 – 81,848	50	45	–
81,848 – 134,786	30	25	–
134,786 – 136,414	50	45	–
136,414 – 230	30	25	–
230 – 1 000	37	32	–
On a test site, class B equipment can be measured at a distance of 3 m or 10 m. In the frequency range above 30 MHz, an inverse proportionality factor of 20 dB per decade shall be used to normalize the measured data to the specified distance for determining compliance.			
At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.			
a The average limits apply to magnetron driven equipment only. If magnetron driven equipment exceeds the quasi-peak limit at certain frequencies, then the measurement shall be repeated at these frequencies with the average detector and the average limits specified in this table apply.			

Table 12 – Limits of the magnetic field strength for induction cooking appliances intended for commercial use

Frequency range MHz	Limits at 3 m distance Quasi-peak dB(μA/m)
0,009 – 0,070	69
0,070 – 0,148 5	69 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 39
0,148 5 – 4,0	39 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 3
4,0 – 30	3
The limits of this table apply to induction cooking appliances intended for commercial use and those for domestic use with a diagonal diameter of more than 1,6 m.	
The measurements are performed at 3 m distance with a 0,6 m loop antenna as described in 4.2.1 of CISPR 16-1-4.	
The antenna shall be vertically installed, with the lower edge of the loop at 1 m height above the floor.	

Table 13 – Limits of the magnetic field induced current in a 2 m loop antenna for induction cooking appliances for domestic use

Frequency range MHz	Quasi-peak dB(μA)	
	Horizontal component	Vertical component
0,009 – 0,070	88	106
0,070 – 0,148 5	88 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 58	106 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 76
0,148 5 – 30	58 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 22	76 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 40
The limits of this table apply to induction cooking appliances for domestic use which have a diagonal dimension of less than 1,6 m. The measurement is performed using the loop antenna system (LAS) as described in 7.6 of CISPR 16-2-3.		

6.3.2.4 Frequency range 1 GHz to 18 GHz

The limits in the frequency range 1 GHz to 18 GHz apply only to group 2 equipment operating at frequencies above 400 MHz. The limits specified in the Tables 14 to 16 apply only to RF disturbances appearing outside designated ISM bands as listed in Table 1.

The electromagnetic radiation disturbance limits for the frequency range 1 GHz to 18 GHz are specified in Tables 14 to 16; the equipment shall meet either the limits of Table 14 or the limits of both Table 15 and 16 (see decision tree, Figure 5).

ISM RF lighting devices operating in dedicated ISM frequency bands (defined by the ITU in Table 1) shall either meet the class B limits of Table 14 or the limits of both Tables 15 and 16.

For microwave-powered UV irradiators, the limits specified in Table 14 apply.

Recommendations for the protection of specific safety services are given in Annex E and Table E.1.

Table 14 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for group 2 equipment producing CW type disturbances and operating at frequencies above 400 MHz

Frequency range GHz	Limits for a measurement distance of 3 m	
	Peak dB(μV/m)	
1 – 18	Class A	Class B
Within harmonic frequency bands	82 ^a	70
Outside harmonic frequency bands	70	70
Peak measurements with a resolution bandwidth of 1 MHz and a video signal bandwidth higher than or equal to 1 MHz.		
NOTE In this table, “harmonic frequency bands” means the frequency bands which are multiples of the ISM bands allocated above 1 GHz.		
a At the upper and lower edge frequency of harmonic frequency bands, the more stringent limit of 70 dB(μV/m) applies.		

Table 15 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for class B group 2 equipment producing fluctuating disturbances other than CW and operating at frequencies above 400 MHz

Frequency range GHz	Limits for a measuring distance of 3 m Peak dB(μV/m)
1 – 2,3	92
2,3 – 2,4	110
2,5 – 5,725	92
5,875 – 11,7	92
11,7 – 12,7	73
12,7 – 18	92
Peak measurements with a resolution bandwidth of 1 MHz and a video signal bandwidth higher or equal to 1 MHz.	
At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.	
NOTE Limits in this table were derived considering fluctuating sources such as magnetron-driven microwave ovens.	

Table 16 – Electromagnetic radiation disturbance weighted limits for class B group 2 equipment producing fluctuating disturbances other than CW and operating at frequencies above 400 MHz

Frequency range GHz	Limits for a measuring distance of 3 m Peak dB(µV/m)
1 – 2,4	60
2,5 – 5,725	60
5,875 – 18	60

Weighted measurements with a resolution bandwidth of 1 MHz and a video bandwidth of 10 Hz.

NOTE To check the limits of this table, measurements need only be performed around two centre frequencies: the highest emission in the 1 005 MHz – 2 395 MHz range and the highest peak emission in the 2 505 MHz to 17 995 MHz range (outside the band 5 720 MHz – 5 880 MHz). At these two centre frequencies, measurements are performed with a span of 10 MHz on the spectrum analyser.

6.4 Group 1 and group 2 class A equipment measured *in situ*

6.4.1 Limits of terminal disturbance voltage

Under *in situ* conditions, an assessment of conducted disturbances is not required.

6.4.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance

The limits given in Table 17 apply to class A group 1 equipment and the limits given in Table 18 apply to class A group 2 equipment.

Table 17 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 1 equipment measured *in situ*

Frequency range MHz	Limits with measuring distance 30 m from the outer face of the exterior wall of the building in which the equipment is situated	
	Electric field Quasi-peak dB(µV/m)	Magnetic field Quasi-peak ^a dB(µA/m)
0,15 – 0,49	–	13,5
0,49 – 3,95	–	3,5
3,95 – 20	–	-11,5
20 – 30	–	-21,5
30 – 230 230 – 1 000	30 37	– –

At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.

If local conditions do not allow for measurements at 30 m, then a larger distance can be used. In this case, an inverse proportionality factor of 20 dB per decade shall be used to normalize the measured data to the specified distance for determining compliance.

a These limits apply in addition to the limits in the frequency range 30 MHz to 1 GHz to radiated disturbances originating from the operation frequency and its harmonics appearing in the frequency range 150 kHz to 30 MHz, caused by the installed class A group 1 equipment with a rated input power exceeding 20 kVA. In the event that the ambient noise level exceeds the above limits, the emissions of the EUT shall not increase this noise floor by more than 3 dB.

Table 18 – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A group 2 equipment measured *in situ*

Frequency range MHz	Limits for a measuring distance of D in m from the exterior wall of the building	
	Electric field Quasi-peak dB(μ V/m)	Magnetic field Quasi-peak dB(μ A/m)
0,15 – 0,49	-	23,5
0,49 – 1,705	-	13,5
1,705 – 2,194	-	18,5
2,194 – 3,95	-	13,5
3,95 – 20	-	-1,5
20 – 30	-	-11,5
30 – 47	48	-
47 – 53,91	30	-
53,91 – 54,56	30	-
54,56 – 68	30	-
68 – 80,872	43	-
80,872 – 81,848	58	-
81,848 – 87	43	-
87 – 134,786	40	-
134,786 – 136,414	50	-
136,414 – 156	40	-
156 – 174	54	-
174 – 188,7	30	-
188,7 – 190,979	40	-
190,979 – 230	30	-
230 – 400	40	-
400 – 470	43	-
470 – 1 000	40	-
At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.		

For group 2 equipment measured *in situ*, the measuring distance D from the exterior wall of the building in which the equipment is situated equals $(30 + x/a)$ m or 100 m whichever is smaller, provided that the measuring distance D is within the boundary of the premises. In the case where the calculated distance D is beyond the boundary of the premises, the measuring distance D equals x or 30 m, whichever is longer.

For the calculation of the above values:

x is the nearest distance between the outside wall of the building in which the equipment is situated and the boundary of the user's premises in each measuring direction;

$a = 2,5$ for frequencies lower than 1 MHz;

$a = 4,5$ for frequencies equal to or higher than 1 MHz.

7 Measurement requirements

7.1 General

Class A equipment may be measured either on a test site or *in situ* as determined by the manufacturer. Class B equipment shall be measured on a test site.

Specific requirements for making measurements on a test site are given in Clauses 8 and 9, for making measurements *in situ* in Clause 10.

The requirements of the present clause are to be met for both, test site and/or *in situ* measurements.

Measurements need only be performed in frequency ranges where limits are specified in Clause 6.

Excluded from the testing requirements and limits of this standard are components and subassemblies not intended to perform any stand-alone ISM function.

7.2 Ambient noise

A test site for type testing shall allow emissions from the equipment under test to be distinguished from ambient noise. The suitability in this respect can be determined by measuring the ambient noise levels with the equipment under test inoperative and ensuring that the ambient noise levels are at least 6 dB below the limits specified in 6.2 or 6.3, as appropriate for the measurement being carried out.

It is not necessary to reduce the ambient noise level to 6 dB below the specified limit where the combination of the ambient noise plus the emission from the equipment under test does not exceed the specified limit. Under these conditions, the equipment under test is considered to satisfy the specified limit.

When carrying out measurements on mains terminal disturbance voltage, local radio transmissions may increase the ambient noise level at some frequencies. A suitable radio-frequency filter may be inserted between the artificial mains network and the mains supply, or measurements may be performed in a shielded enclosure. The components forming the radio-frequency filter should be enclosed in a metallic screen directly connected to the reference earth of the measuring system. The requirements for the impedance of the artificial mains network shall be satisfied at the frequency of measurement when the radio-frequency filter is connected.

If, when measuring the electromagnetic radiation disturbance, the 6 dB ambient noise conditions cannot be met, then the antenna may be located at a distance closer to the equipment under test than specified in Clause 6 (see 8.3.4).

7.3 Measuring equipment

7.3.1 Measuring instruments

Receivers with quasi-peak detectors shall be in accordance with CISPR 16-1-1. Receivers with average detectors shall be in accordance with CISPR 16-1-1.

NOTE 1 Both detectors may be incorporated in a single receiver and measurements carried out by alternately using the quasi-peak detector and the average detector.

The measuring receiver used shall be operated in such a way that a variation in frequency of the disturbance being measured does not affect the results.

NOTE 2 Measuring instruments having other detector characteristics may be used provided the measurement of the disturbance values can be proved to be the same. Attention is drawn to the convenience of using a panoramic receiver or a spectrum analyzer, particularly if the working frequency of the equipment under test changes appreciably during the work cycle.

To avoid the possibility of the measuring instrument incorrectly indicating non-compliance with the limits, the measuring receiver shall not be tuned closer to the edge of one of the bands designated for ISM use than the frequency at which its 6 dB bandwidth point aligns with the edge of the designated band.

NOTE 3 Care should be taken to ensure that screening and the spurious response rejection characteristics of the measuring receiver are adequate when making measurements on high power equipment.

For measurements at frequencies above 1 GHz, a spectrum analyser with characteristics as defined in CISPR 16-1-1 shall be used.

NOTE 4 Precautions which should be taken in the use of a spectrum analyzer are given in Annex B.

7.3.2 Artificial mains network

Measurement of the mains terminal disturbance voltage shall be made using an artificial mains network as specified in CISPR 16-1-2.

The artificial network is required to provide a defined impedance at radio frequencies across the mains supply at the point of measurement and also to provide for isolation of the equipment under test from ambient noise on the power lines.

7.3.3 Voltage probe

The voltage probe shown in Figure 4 shall be used when the artificial mains network cannot be used. The probe is connected sequentially between each line and the reference earth chosen (metal plate, metal tube). The probe consists mainly of a blocking capacitor and a resistor such that the total resistance between the line and earth is at least 1 500 Ω . The effect on the accuracy of measurement of the capacitor or any other device which may be used to protect the measuring receiver against dangerous currents shall be either less than 1 dB or allowed for in calibration.

7.3.4 Antennas

7.3.4.1 Frequency range below 30 MHz

In the frequency range below 30 MHz, the antenna shall be a loop as specified in CISPR 16-1-4. The antenna shall be supported in the vertical plane and be rotatable about a vertical axis. The lowest point of the loop shall be 1 m above ground level.

7.3.4.2 Frequency range from 30 MHz to 1 GHz

In the frequency range from 30 MHz to 1 GHz the antenna used shall be as specified in CISPR 16-1-4. Measurements shall be made for both horizontal and vertical polarization. The nearest point of the antenna to the ground shall be not less than 0,2 m.

For measurements on a test site, the centre of the antenna shall be varied between 1 m and 4 m height for maximum indication at each test frequency.

For measurements *in situ*, the centre of the antenna shall be fixed at 2,0 m $\pm$ 0,2 m height above the ground.

NOTE Other antennas may be used provided the results can be shown to be within ± 2 dB of the results which would have been obtained using a balanced dipole antenna.

7.3.4.3 Frequency range above 1 GHz

For measurements at frequencies above 1 GHz, the antenna used shall be as specified in CISPR 16-1-4.

7.3.5 Artificial hand

In order to simulate the influence of the user's hand, application of the artificial hand is required for hand-held equipment during the mains disturbance voltage measurement.

The artificial hand consists of metal foil which is connected to one terminal (terminal M) of an RC element consisting of a capacitor of $220 \text{ pF} \pm 20 \%$ in series with a resistance of $510 \Omega \pm 10 \%$ (see Figure 6); the other terminal of the RC element shall be connected to the reference ground of the measuring system (see CISPR 16-1-2). The RC element of the artificial hand may be incorporated in the housing of the artificial mains network.

7.4 Frequency measurement

For equipment which is intended to operate with a fundamental frequency in one of the designated bands listed in Table 1, the frequency shall be checked with measuring equipment having an inherent error of measurement not greater than 1/10 of the permissible tolerance for the midband frequency of the designated band. The frequency shall be measured over all the load range from the lowest power normally used up to the maximum.

7.5 Configuration of equipment under test

7.5.1 General

Consistent with typical applications of the equipment under test, the level of the disturbance shall be maximized by varying the configuration of the equipment.

NOTE The extent to which this subclause is applicable to the measurement of an installation *in situ* will depend on the flexibility inherent in each particular installation. The provisions of this subclause apply to *in situ* measurements in so far as a particular installation allows for the position of cables to be varied and different units within the installation to be operated independently, the extent to which the position of the installation can be moved within the premises, etc.

The configuration of the equipment under test shall be precisely noted in the test report.

7.5.2 Interconnecting cables

This subclause applies to equipment in which there are interconnecting cables between various parts of the equipment, or systems where a number of equipments are interconnected.

NOTE 1 The observation of all provisions in this subclause permits the application of the results of an evaluation to a number of system configurations using the same types of equipment and cables as tested, but no other, each system configuration being in effect a subsystem of the one evaluated.

Interconnecting cables shall be of the type and length specified in the individual equipment requirements. If the length can be varied, the length shall be selected to produce maximum emission when performing field strength measurements.

If shielded or special cables are used during the tests, then the use of such cables shall be specified in the instruction manual.

The connection of signal leads, except for the leads supplied by the manufacturer, is not required during radio-frequency emission measurements for portable test and measurement apparatus, group 1, or those intended for use in laboratories and operated by competent persons. Examples are signal generators, network and logic analysers, and spectrum analysers.

When performing terminal voltage measurements, excess length of cables shall be bundled at the approximate centre of the cable with bundles of 30 cm to 40 cm in length. If it is impracticable to do so, the disposition of the excess cable shall be noted precisely in the test report.

Where there are multiple interface ports all of the same type, connecting a cable to just one of that type of port is sufficient provided that it can be shown that the additional cables would not significantly affect the results.

Any set of results shall be accompanied by a complete description of the cable and equipment orientation so that results can be repeated. If there are conditions of use, those conditions shall be specified, documented and included in the instructions for use.

If an equipment can perform separately any one of a number of functions, then the equipment shall be tested while performing each of these functions. For systems which may include a number of different equipments, one of each type of equipment which is included in the system configuration shall be included in the evaluation.

A system which contains a number of identical equipments, but has been evaluated using only one of those equipments, does not require further evaluation if the initial evaluation was satisfactory.

NOTE 2 This is permissible because it has been found that in practice emissions from identical modules are not additive.

When equipment is being evaluated which interacts with other equipment to form a system, then the evaluation may be carried out using either additional equipment to represent the total system or with the use of simulators. In either method, care shall be taken to ensure that the equipment under test is evaluated with the effects of the rest of the system or simulators satisfying the ambient noise conditions specified in 7.2. Any simulator used in lieu of actual equipment shall properly represent the electrical and, in some cases, the mechanical characteristics of the interface, especially with respect to radio-frequency signals and impedances, as well as cable configuration and types.

NOTE 3 This procedure is required to permit the evaluation of equipment which will be combined with other equipment from different manufacturers to form a system.

7.5.3 Connection to the electricity supply network on a test site

When performing measurements on a test site, the V-network specified in 7.3.2 is to be used whenever possible. The V-network shall be located so that its closest surface is no less than 0,8 m from the nearest boundary of the equipment under test.

Where a flexible mains cord is provided by the manufacturer this shall be 1 m long or, if in excess of 1 m, the excess cable shall be folded to and forth to form a bundle not exceeding 0,4 m in length.

Mains power at the nominal voltage shall be supplied.

Where a mains cable is specified in the manufacturer's installation instructions, a 1 m length of the type specified shall be connected between the test unit and the V-network.

Earth connections, where required for safety purposes, shall be connected to the reference "earth" point of the V-network and where not otherwise provided or specified by the manufacturer shall be 1 m long and run parallel to the mains connection at a distance of not more than 0,1 m.

Other earth connections (e.g. for EMC purposes) either specified or supplied by the manufacturer for connection to the same terminal as the safety earth connection shall also be connected to the reference earth of the V-network.

Where the equipment under test is a system comprising more than one unit, each unit having its own power cord, the point of connection for the V-network is determined from the following rules:

- a) each mains cable which is terminated in a mains supply plug of a standard design (e.g., IEC 60083) shall be tested separately;
- b) mains cables or terminals which are not specified by the manufacturer to be connected to another unit in the system for the purposes of supplying mains power shall be tested separately;
- c) mains cables or terminals which are specified by the manufacturer to be connected to another unit in the system for the purposes of supplying mains power shall be connected to that unit, and the mains cables or terminals of that unit are connected to the V-network;
- d) where a special connection is specified, the necessary hardware to effect the connection shall be used during the evaluation of the equipment under test.

7.6 Load conditions of equipment under test

7.6.1 General

Load conditions of the equipment under test are specified in this subclause. Equipment not covered by this subclause are to be operated so as to maximize the interference generated while still conforming with normal operating procedures, as provided in the operating manual of the equipment.

7.6.2 Medical equipment

7.6.2.1 Therapeutic equipment using frequencies from 0,15 MHz to 300 MHz

All measurements shall be made under operating conditions, as provided in the operating manual of the equipment. The output circuit to be used to load the equipment depends on the nature of the electrodes with which it is to be used.

For equipment of the capacitive type, a dummy load shall be used for the measurements. The general arrangement is shown in Figure 3. The dummy load shall be substantially resistive and capable of absorbing the rated maximum output power of the equipment.

The two terminals of the dummy load shall be at opposite ends of the load and each terminal shall be joined directly to a circular flat metal plate having a diameter of 170 mm $\pm$ 10 mm. Measurements shall be made with each of the output cables and capacitive electrodes supplied with the equipment. The capacitive electrodes are to be disposed parallel to the circular metal plates at the ends of the dummy load, the spacing between them being adjusted to produce the appropriate power dissipation in the dummy load.

Measurements shall be made with the dummy load both horizontal and vertical (see Figure 3). In each case, the equipment, together with the output cables, capacitive electrodes and dummy load, shall be rotated around its vertical axis during measurements of electromagnetic radiation disturbance in order that the maximum value can be measured.

NOTE The following arrangement of lamps has been found suitable for testing many types of equipment in the power range tested:

- a) nominal output power 100 W to 300 W:
four lamps 110 V/60 W in parallel, or five lamps 125 V/60 W in parallel;
- b) nominal output power 300 W to 500 W:
four lamps 125 V/100 W in parallel, or five lamps 150 V/100 W in parallel.

For equipment of the inductive type, measurements shall be made using the cables and coils supplied with the equipment for the treatment of the patient. The test load shall consist of a vertical tubular container of insulating material, having a diameter of 10 cm, filled to a height of 50 cm with a solution consisting of 9 g of sodium chloride to 1 litre of distilled water.

The container shall be placed within the coil with the axis of the container coincident with the axis of the coil. The centres of the coil and the liquid load shall also coincide.

Measurements shall be made at both maximum and half-maximum power and, where the output circuit can be tuned, it shall be tuned to resonance with the fundamental frequency of the apparatus.

All measurements shall be made under all operating conditions, as provided in the operating manual of the equipment.

7.6.2.2 UHF and microwave therapeutic equipment using frequencies above 300 MHz

Measurements shall be made initially with the output circuit of the equipment connected to a load resistor having the same value as the characteristic impedance of the cable used to supply the equipment load.

Secondly, having regard to the specifications in the operating manual of the equipment, measurements shall be made with each of the applicators supplied with the equipment in each possible position and direction and with no absorbing medium.

The highest of the levels measured using the two arrangements shall be used to determine compliance with the limits.

NOTE 1 Where necessary, the maximum power output of the equipment should be measured with the first arrangement. In order to determine the matching of the terminating resistor to the output-circuit of the equipment, the standing wave ratio should be measured on the line between the generator and the terminating resistor. The voltage standing wave ratio VSWR should not exceed the value of 1,5.

NOTE 2 Methods of loading other medical equipment are under consideration.

7.6.2.3 Ultrasonic therapy equipment

Measurements shall be made with the transducer connected to the generator. The transducer shall be dipped in a non-metallic container having a diameter of about 10 cm and filled with distilled water.

Measurement shall be made at both maximum and half-maximum power and, where the output circuit can be tuned, it shall be tuned to resonance and then detuned. The specifications in the operating manual of the equipment are to be considered.

NOTE The measurement of the maximum output of the equipment should be made, where necessary, in accordance with the method published in IEC 61689 or using a derived arrangement.

7.6.3 Industrial equipment

The load used when industrial equipment is tested may be either the load used in service or an equivalent device.

Where means for connecting auxiliary services such as water, gas, air, etc. are provided, connection of these services to the equipment under test shall be made by insulating tubing not less than 3 m long. When testing with the load used in service, the electrodes and cables shall be disposed in the manner of their normal use. Measurements shall be made at both maximum output power and at half-maximum output power. Equipment which will normally operate at zero or very low output power shall also be tested in these conditions.

Industrial induction heating and dielectric heating equipment should be tested in a configuration and with a load that is equivalent to actual or intended use. Where the equipment may be configured for a variety of loads or the load is not available, the load as specified in IEC 61922 for induction heating and IEC 61308 for dielectric heating equipment may be used. Industrial resistance heating equipment shall be tested with or without the charge, as specified by the manufacturer.

NOTE A circulating water load has been found suitable for many types of dielectric heating equipment.

Industrial microwave heating equipment shall conform to the limits of radiation in Clause 6 when loaded according to IEC 61307 or with a load used in practice. The load shall be varied as required to produce maximum power transfer, frequency variation or harmonic variation depending on the characteristics under examination.

7.6.4 Scientific, laboratory and measuring equipment

Scientific equipment shall be tested under normal operating conditions.

7.6.5 Microwave cooking appliances

Microwave cooking appliances shall conform to the limits of radiation in Clause 6, when tested with all normal components such as shelves in place, and with a load of 1 l of tap water initially at $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ placed at the centre of the load-carrying surface provided by the manufacturer.

The water container shall be a cylindrical container of borosilicate glass of an external diameter of $190\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ and a height of $90\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$, see also IEC 60705.

Before the measurement, preliminary operation of the microwave oven under test shall be performed until the magnetron oscillating frequency is stabilized. More than 5 min preheating time is required.

NOTE During the measurement, the water load should be exchanged to cold water before it starts to boil.

For peak measurements above 1 GHz (Table 14 or Table 15), measurements shall be made with the azimuth of the EUT varying every 30° (starting position perpendicular to the front door). At each of these 12 positions, a maximum hold shall be made for a period of 20 s. Then, at the position where the maximum occurred, a maximum hold for a period of 2 min shall be made, and the result compared to the relevant limit (see Table 14 or Table 15).

Weighted measurements above 1 GHz (see Table 16) shall be performed at the position where the maximum occurred during the peak measurements and shall be the result of a maximum hold during at least five sweeps.

In all cases, the starting phase of the oven (a few seconds) is to be ignored.

7.6.6 Other equipment in the frequency range 1 GHz to 18 GHz

Other equipment shall conform to the limits of radiation in Clause 6 when tested with a dummy load consisting of a quantity of tap water in a non-conductive container. The size and shape of the container, its position in the equipment and the quantity of water contained therein shall be varied as required to produce maximum power transfer, frequency variation or harmonic radiation depending on the characteristics under examination.

7.6.7 Single and multiple-zone induction cooking appliances

Each cooking zone is operated with an enamelled steel vessel filled with tap water up to 80 % of its maximum capacity.

The position of the vessel shall match the hob marking on the plate.

Cooking zones shall be operated separately in sequence.

A cooking zone with more than one induction coil shall be measured with two load conditions. The first measurement shall be performed with the smallest coil of the zone activated. The second measurement shall be performed with all coils of the zone activated. In each case, the smallest usable standard vessel shall be used (or the smallest vessel according to the manufacturer's instructions, which take precedence), which just activates the smallest coil, or all coils of the zone, respectively.

Energy controller settings shall be selected to give the maximum input power.

The vessel bottom shall be concave and shall not deviate from flatness by more than 0,6 % of its diameter at the ambient temperature $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

The smallest usable standard vessel shall be placed in the centre of each cooking zone. For the dimension of the vessels, the manufacturer's instructions take precedence.

Cooking zones which are not intended for use with even vessels (e.g. wok-zones) shall be measured with the vessel provided together with the hob, or with the vessel recommended by the manufacturer.

Standard cooking vessels (dimension of the contact surface) are:

- 110 mm
- 145 mm
- 180 mm
- 210 mm
- 300 mm

Material of the vessel: the induction cooking method has been developed for ferromagnetic utensils. For this reason, measurements shall be made with enamelled steel vessels.

NOTE Some vessels on the market are manufactured from alloys with a ferromagnetic portion. However, these utensils might influence the sensing circuit for vessel displacement.

7.6.8 Electric welding equipment

For arc welding equipment, the welding operation during the test is simulated by loading the equipment with a conventional load. Arc striking and stabilising devices shall be switched off during the emission measurements. The load conditions and the test configuration for arc welding equipment are specified in IEC 60974-10.

For resistance welding equipment, the welding operation during the test is simulated by short-circuiting the welding circuit. The load conditions and the test configuration for resistance welding equipment are specified in IEC 62135-2.

7.7 Recording of test-site measurement results

7.7.1 General

Any results obtained from measurements of conducted and/or radiated radio-frequency disturbances shall be recorded in the test report. If the results are not recorded in a continuous way and/or in graphical form over the frequency range observed, then the minimum requirements to the recordings set out in 7.7.2 and 7.7.3 shall apply.

In addition, the test report shall include the measurement instrumentation uncertainty as specified in CISPR 16-4-2.

7.7.2 Conducted emissions

Of those conducted emissions above ($L - 20$ dB), where L is the limit level in logarithmic units, the record shall include at least the disturbance levels and the frequencies of the six highest disturbances in each observed frequency range from each mains port belonging to the EUT. The record shall also include an indication upon which conductor of the mains port carried the observed disturbance(s).

7.7.3 Radiated emissions

Of those radiated emissions above ($L - 10$ dB), where L is the limit level in logarithmic units, the record shall include at least the disturbance levels and the frequencies of the six highest disturbances in each observed frequency range. The record shall include the antenna polarization, antenna height and turntable rotation position if applicable for each reported disturbance. In case of test site measurements, the measurement distance actually selected and used (see 6.2.2 or 6.3.2, respectively) shall also be recorded in the test report.

8 Special provisions for test site measurements (9 kHz to 1 GHz)

8.1 Ground planes

A ground plane shall be used when making measurements on a test site. The relationship of the equipment under test to the ground plane shall be equivalent to that occurring in use, i.e., floor-standing equipment resting on the ground plane or isolated from it by a thin insulating covering, portable and other non-floor-standing equipment placed on a non-metallic table 0,8 m above the ground plane.

A ground plane shall be used for radiation measurement and the measurement of terminal disturbance voltage. The requirements for the radiation test site are given in 8.3 and, for the ground plane for the measurement of terminal disturbance voltage, in 8.2.

NOTE For the larger commercial microwave ovens, it is necessary to ensure that the measurement results are not affected by near field effects. CISPR 16-2-3 should be consulted for guidance.

8.2 Measurement of mains terminal disturbance voltage

8.2.1 General

The measurement of the mains terminal disturbance voltage may be carried out:

- on the radiation test site with the equipment under test having the same configuration as used during the radiation measurement;
- above a metal ground plane which shall extend at least 0,5 m beyond the boundary of the equipment under test and have a minimum size of $2\text{ m} \times 2\text{ m}$; or
- within a screened room. Either the floor or one wall of the screened room shall act as the ground plane.

Option a) shall be used where the test site contains a metal ground plane. In options b) and c) the test unit, if non-floor-standing, shall be placed 0,4 m from the ground plane. Floor-standing test units shall be placed on the ground plane, the point(s) of contact being insulated from the ground plane but otherwise consistent with normal use. All test units shall be at least 0,8 m from any other metal surface.

The ground plane shall be connected to the reference earth terminal of the V-network with a conductor as short as possible.

The power and signal cables shall be oriented in relation to the ground plane in a manner equivalent to actual use and precautions taken with the layout of the cables to ensure that spurious effects do not occur.

When the equipment under test is fitted with a special earthing terminal, this shall be connected to earth with a lead as short as possible. When no earthing terminal is fitted, the equipment shall be tested as normally connected, i.e. any earthing being obtained through the mains supply.

8.2.2 Handheld equipment which are normally operated without an earth connection

For this equipment, additional measurements shall be made using the artificial hand described in 7.3.5.

The artificial hand shall be applied only on handles and grips and those parts of the appliance specified as such by the manufacturer. Failing the manufacturer's specification, the artificial hand shall be applied in the following way.

The general principle in applying the artificial hand is that the metal foil shall be wrapped around all handles (one artificial hand per handle), both fixed and detachable, supplied with the equipment.

Metalwork which is covered with paint or lacquer is considered as exposed metalwork and shall be directly connected to the terminal M of the RC element.

When the casing of the equipment is entirely of metal, no metal foil is needed, but the terminal M of the RC element shall be connected directly to the body of the equipment.

When the casing of the equipment is of insulating material, a metal foil shall be wrapped around the handles.

When the casing of the equipment is partly metal and partly insulating materials, and has insulating handles, a metal foil shall be wrapped around the handles.

8.3 Radiation test site for 9 kHz to 1 GHz

8.3.1 General

The radiation test site for ISM equipment shall be flat, free of overhead wires and nearby reflecting structures, sufficiently large to permit adequate separation between antenna, test unit and reflecting structures.

A radiation test site which meets the criteria is within the perimeter of an ellipse having a major axis equal to twice the distance between the foci and a minor axis equal to the square root of three times of this distance. The equipment under test and the measuring equipment are placed at each of the foci respectively. The path length of any ray reflected from an object on the perimeter of this radiation test site will be twice the length of the direct path length between the foci. This radiation test site is depicted in Figure 1.

For the 10 m test site, the natural ground plane shall be augmented with a ground plane of metal which shall extend at least 1 m beyond the boundary of the equipment under test at one end and at least 1 m beyond the measurement antenna and its supporting structure at the other end (see Figure 2). The ground plane shall have no voids or gaps other than any perforations which do not exceed $0,1 \lambda$ at 1 GHz (about 30 mm).

8.3.2 Validation of the radiation test site (9 kHz to 1 GHz)

Test sites shall be validated according to CISPR 16-1-4.

8.3.3 Disposition of equipment under test (9 kHz to 1 GHz)

If it is possible to do so, the equipment under test shall be placed on a turntable. The separation between the equipment under test and the measuring antenna shall be the horizontal distance between the measuring antenna and the nearest part of the boundary of the equipment under test in one rotation.

8.3.4 Radiation measurements (9 kHz to 1 GHz)

The separation between the antenna and the equipment under test shall be as specified in Clause 6. If the field strength measurement at a certain frequency cannot be made at the specified distances because of high ambient noise levels (see 7.2), measurements at this frequency may be made at a closer distance but not less than 3 m. When this is done, the test report shall record the distance and the circumstances of the measurement. For test site measurements in the frequency range above 30 MHz, an inverse proportionality factor of 20 dB per decade shall be used to normalize the measured data to the specified distance for determining compliance. Care should be taken in measuring a large test unit at 3 m at a frequency near 30 MHz due to near-field effects. For test site measurements in the frequency range below 30 MHz, the conversion factor deviates from 20 dB per decade. In this case, the appropriate limits set out in Table 9 and 11 can be used, respectively.

For equipment under test located on a turntable, the turntable shall be rotated fully with a measurement antenna oriented for both horizontal and vertical polarization. The highest recorded level of the electromagnetic radiation disturbance at each frequency shall be recorded.

For equipment under test not located on a turntable, the measurement antenna shall be positioned at various points in azimuth for both horizontal and vertical polarization. Care shall be taken that measurements be taken in the directions of maximum radiation and the highest level at each frequency be recorded.

NOTE At each azimuthal position of the measurement antenna, the radiation test site requirements specified in 8.3.1 should be met.

8.4 Alternative radiation test sites for the frequency range 30 MHz to 1 GHz

Measurements may be conducted on radiation test sites which do not have the physical characteristics described in 8.3. Evidence shall be obtained to show that such alternative sites will yield valid results. An alternative radiation test site in the frequency range 30 MHz to 1 GHz is acceptable if the horizontal and vertical site attenuation measurements made as per 5.7 of CISPR 16-1-4 are within ± 4 dB of the theoretical site attenuation as given in Tables 1 or 2 of CISPR 16-1-4.

Alternative radiation test sites shall allow for, and be validated for, the measurement distance in the frequency range 30 MHz to 1 GHz specified elsewhere in Clause 6 and/or Clause 8 of this standard.

9 Radiation measurements: 1 GHz to 18 GHz

9.1 Test arrangement

The equipment under test shall be placed on a turntable at a suitable height. Power at the nominal voltage shall be supplied.

9.2 Receiving antenna

The measurements shall be made with a directive antenna of small aperture capable of making separate measurements of the vertical and horizontal components of the radiated field. The height above the ground of the centre line of the antenna shall be the same as the height of the

approximate radiation centre of the equipment under test. The distance between the receiving antenna and the EUT shall be 3 m.

9.3 Validation and calibration of test site

The measurements shall take place in free-space conditions, i.e. the reflections on the ground shall not influence the measurements, see CISPR 16-1-4.

Test sites validated for field measurements between 30 MHz and 1 GHz may be used for measurements above 1 GHz, provided that absorbing material is placed on the ground between the EUT and the receiving antenna.

9.4 Measuring procedure

The general measuring procedure above 1 GHz specified in CISPR 16-2-3 should be consulted for guidance. Measurement shall be made with the antenna having both horizontal and vertical polarizations and the turntable with the appliance under test shall be rotated. It shall be ascertained that, when the apparatus under test is switched off, the level of background noise is at least 10 dB below the reference limit, otherwise the reading may be significantly affected.

Peak measurements above 1 GHz (see Table 14 or Table 15) shall be the result of a maximum hold on the spectrum analyser.

Weighted measurements above 1 GHz (see Table 16) shall be the result of a maximum hold and shall be performed with the spectrum analyser in logarithmic mode (values displayed in decibels).

NOTE A video bandwidth of 10 Hz together with logarithmic values provides a level closer to the average level of the measured signal in logarithmic values. This result is lower than the average level that would be obtained in linear mode.

10 Measurement *in situ*

For equipment which is not tested on a radiation test site, measurements shall be made after the equipment has been installed on the user's premises. Measurements shall be made from the exterior wall outside the building in which the equipment is situated at the distance specified in 6.4.

The number of measurements made in azimuth shall be as great as reasonably practical, but there shall be at least four measurements in orthogonal directions, and measurements in the direction of any existing radio systems which may be adversely affected.

NOTE For the larger commercial microwave ovens, it is necessary to ensure that the measurement results are not affected by near field effects. CISPR 16-2-3 should be consulted for guidance.

11 Safety precautions

ISM equipment is inherently capable of emitting levels of electromagnetic radiation that are hazardous to human beings. Before testing for electromagnetic radiation disturbance, the ISM equipment should be checked with a suitable radiation monitor.

12 Assessment of conformity of equipment

12.1 General

The assessment of conformity of equipment tested on a test site shall be in accordance with the specifications of Clause 7. For equipment in series production, there shall be 80 % confidence that at least 80 % of manufactured items comply with the limits given. The

statistical assessment procedure is specified in 12.2. For small-scale production, the assessment procedure contained in 12.3 or 12.4 is applicable. Measurement results obtained for an equipment measured in its place of use and not on a test site shall relate to that installation only, and shall not be considered representative of any other installation and so shall not be used for the purpose of a statistical assessment.

12.2 Statistical assessment of compliance of series produced equipment

The measurements shall be performed on a sample of not less than five and not more than 12 pieces of equipment of the type in series production, but if in exceptional circumstances five pieces of equipment are not available a sample of three or four may be used.

NOTE The assessment made on a sample of the measurement results obtained for a sample of size n relates to all identical units and allows for the variations that can be expected to arise due to quantity production techniques.

Compliance is achieved when the following relationship is met:

$$\bar{X} + kS_n \leq L$$

where

$\bar{X}$ is the arithmetic mean value of the disturbance levels of n equipments in the sample;

S_n is the standard deviation of the sample where

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum (X - \bar{X})^2$$

X is the disturbance level of an individual equipment;

L is the permitted limit;

k is the factor derived from tables of the non-central t -distribution which ensures with 80 % confidence that 80 % or more of the production is below the limit. Values of k as a function of n are given in Table 19.

$\bar{X}$, X , S_n and L are expressed logarithmically: dB(μ V), dB(μ V/m) or dB(pW).

Table 19 – The non-central t -distribution factor k as a function of the sample size n

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2,04	1,69	1,52	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

12.3 Equipment in small-scale production

For equipment manufactured on a continuous or batch production basis, the evaluation for compliance may be made on a single sample.

The sample shall be randomly chosen from a production lot or, to allow for the evaluation of a product prior to it being in full production, a pre-production or pilot unit may be evaluated. If the single sample fails to meet the appropriate limits, a statistical assessment may be made according to the method in 12.2.

12.4 Equipment produced on an individual basis

All equipment not produced in series shall be tested on an individual basis. Each individual equipment is required to meet the limits when measured by the methods specified.

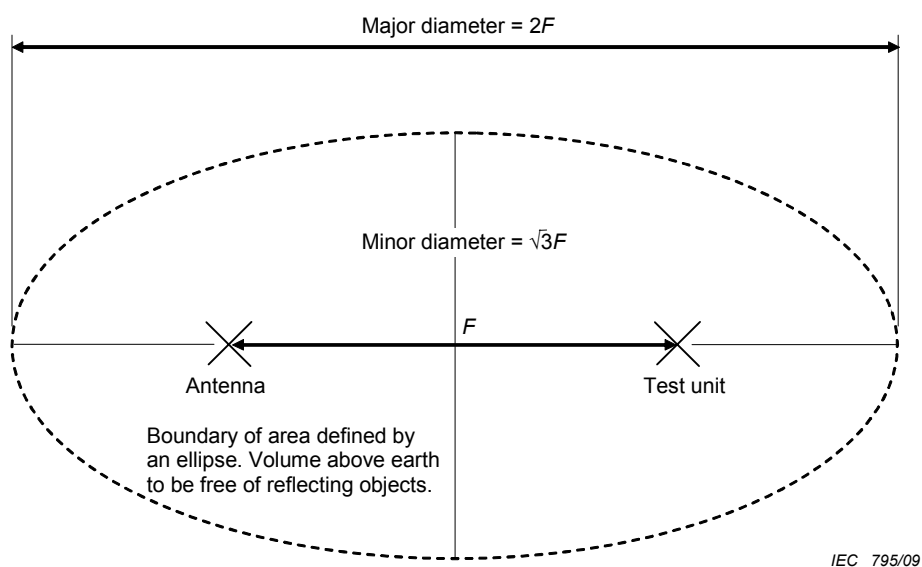
12.5 Measurement uncertainty

Determining compliance with the limits in this standard shall be based on the results of the compliance measurements, taking into account the considerations on measurement instrumentation uncertainty.

Where applicable, measurement instrumentation uncertainty shall be treated as specified in CISPR 16-4-2.

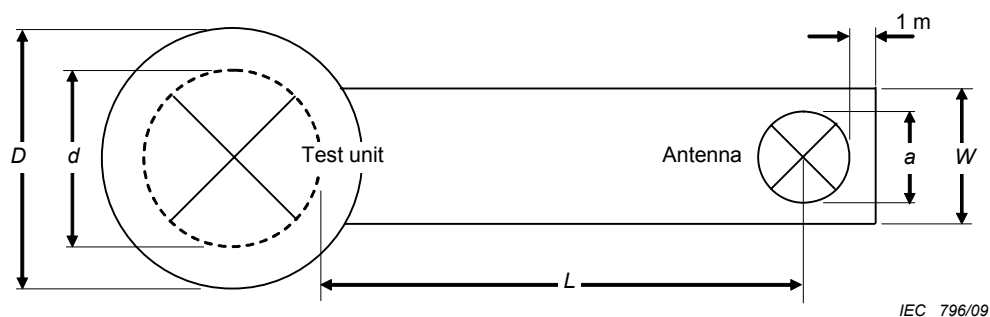
NOTE For *in situ* measurements, the contribution of uncertainty due to the site itself is excluded from the uncertainty calculation.

13 Figures and flowcharts



NOTE The characteristics of the test site are described in 8.3. For the values of F see Clause 6.

Figure 1 – Test site

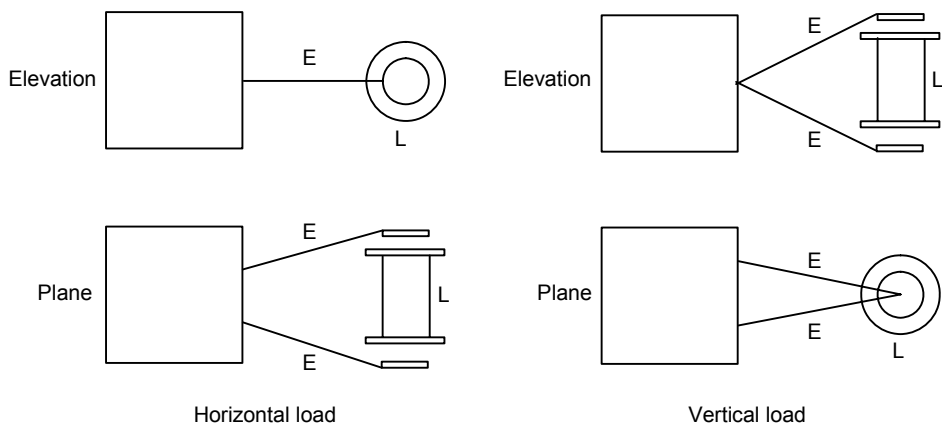


$D = (d + 2)$ m, where d is the maximum test unit dimension

$W = (a + 1)$ m, where a is the maximum test unit dimension

$L = 10$ m

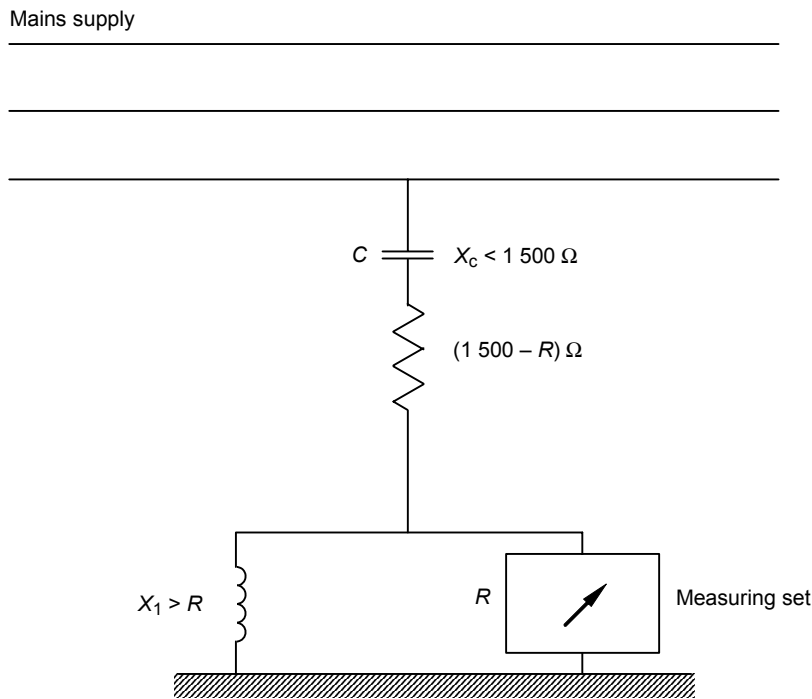
Figure 2 – Minimum size of metal ground plane



IEC 797/09

E = electrode arms and cables
L = dummy load

Figure 3 – Disposition of medical (capacitive type) and dummy load (see 7.6.2.1)



IEC 798/09

Figure 4 – Circuit for disturbance voltage measurements on mains supply (see 7.3.3)

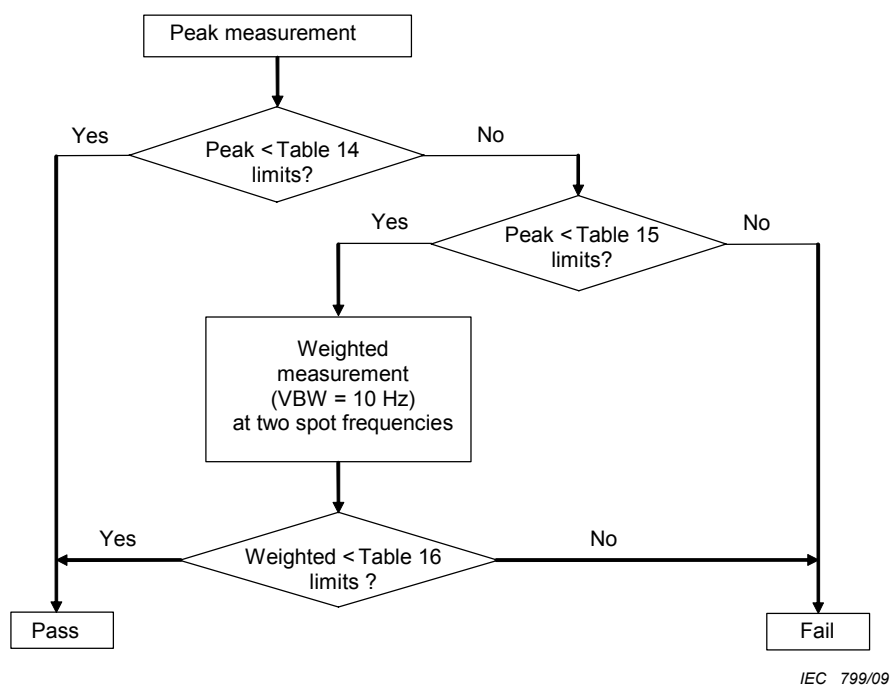
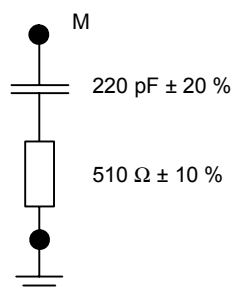


Figure 5 – Decision tree for the measurement of emissions from 1 GHz to 18 GHz of class B, group 2 ISM equipment operating at frequencies above 400 MHz



IEC 800/09

Figure 6 – Artificial hand, RC element (see 7.3.5)

Annex A (informative)

Examples of equipment classification

Many ISM equipment contain two or more types of interference sources, for example an induction heater might incorporate semiconductor rectifiers in addition to its heating coil. For testing purposes the equipment is to be defined in terms of the purpose for which it was designed. For example, the induction heater incorporating semiconductor rectifiers is to be tested as an induction heater (with all disturbance meeting the prescribed limits whatever the source of disturbance) and is not to be tested as if it were a semiconductor power supply.

The standard gives general definitions of group 1 and group 2 ISM equipment and for official purposes the group to which a particular piece of apparatus belongs shall be identified from these definitions. It will, however, be helpful to users of the standard to have a comprehensive list of types of apparatus which have been identified as belonging to a particular group. This will also help in developing the specification where variations in test procedures may be found by experience to be necessary in dealing with specific types of apparatus.

The following lists of group 1 and group 2 equipment are not exhaustive.

Group 1

Group 1 equipment: group 1 contains all equipment in the scope of this standard which is not classified as group 2 equipment.

- General:*
- Laboratory equipment
 - Medical electrical equipment
 - Scientific equipment
 - Semiconductor-converters
 - Industrial electroheating equipment with operating frequencies less than or equal to 9 kHz
 - Machine tools
 - Industrial process measurement and control equipment
 - Semiconductor manufacturing equipment
- Detailed:*
- Signal generators, measuring receivers, frequency counters, flow meters, spectrum analysers, weighing machines, chemical analysis machines, electronic microscopes, switched mode power supplies and semiconductor converters (when not incorporated in an equipment), semiconductor rectifiers/inverters, resistance heating equipment with built-in semiconductor AC power controllers, arc furnaces and metal melting ovens, plasma and glow discharge heaters, X-ray diagnostic equipment, computerised tomography equipment, patient monitoring equipment, ultrasound diagnostic and therapy equipment, ultrasound washing machines, regulating controls and equipment with regulating controls incorporating semiconductor devices with a rated input current in excess of 25 A per phase

Group 2

Group 2 equipment: group 2 contains all ISM RF equipment in which radio-frequency energy in the frequency range 9 kHz to 400 GHz is intentionally generated and used or only used, in the form of electromagnetic radiation, inductive and/or capacitive coupling, for the treatment of material or inspection/analysis purposes.

- General:*
- Microwave-powered UV irradiating apparatus
 - Microwave lighting apparatus
 - Industrial induction heating equipment operating at frequencies above 9 kHz
 - Induction cookers

Dielectric heating equipment
Industrial microwave heating equipment
Microwave ovens
Medical electrical equipment
Electric welding equipment
Electro-discharge machining (EDM) equipment
Demonstration models for education and training

Detailed: Metal melting, billet heating, component heating, soldering and brazing, arc welding, arc stud welding, resistance welding, spot welding, tube welding, wood gluing, plastic welding, plastic preheating, food processing, biscuit baking, food thawing, paper drying, textile treatment, adhesive curing, material preheating, short-wave diathermy equipment, microwave therapy equipment, magnetic resonance imaging (MRI), medical HF sterilizers, high-frequency (HF) surgical equipment, crystal zone refining, demonstration models of high-voltage Tesla transformers, belt generators, etc.

Annex B (informative)

Precautions to be taken in the use of a spectrum analyzer (see 7.3.1)

Most spectrum analyzers have no radio-frequency selectivity: that is, the input signal is fed directly to a broadband mixer, where it is heterodyned to a suitable intermediate frequency. Microwave spectrum analyzers are obtainable with tracking radio-frequency pre-selectors which automatically follow the frequency being scanned by the receiver. These analyzers overcome to a considerable degree the disadvantages of attempting to measure the amplitudes of harmonic and spurious emissions with an instrument which can generate such components in its input circuits.

In order to protect the input circuits of the spectrum analyzer from damage when measuring weak disturbance signals in the presence of a strong signal, a filter should be provided in the input to give at least 30 dB of attenuation at the frequency of the strong signal. A number of such filters may be required to deal with different operating frequencies.

Many microwave spectrum analyzers employ harmonics of the local oscillator to cover various portions of the tuning range. Without radio-frequency pre-selection, such analyzers may display spurious and harmonic signals. It thus becomes difficult to determine whether a displayed signal is actually at the indicated frequency, or is generated within the instrument.

Many ovens, medical diathermy equipments and other microwave ISM apparatus receive their input power from rectified a.c. but unfiltered energy sources. Consequently, their emissions are simultaneously modulated in amplitude and frequency. Additional AM and FM are caused by the movement of stirring devices used in ovens.

These emissions have spectral line components as close together as 1 Hz (due to modulation by the oven stirring device), and 50 Hz or 60 Hz (due to the modulation at mains frequency). Considering that the carrier frequency is generally rather unstable, distinguishing these spectral line components is not feasible. Rather, it is the practice to display the envelope of the true spectrum by employing an analyzer bandwidth which is larger than the frequency interval between spectral components (but as a rule small in relation to the width of the spectral envelope).

When the analyzer bandwidth is wide enough to contain a number of adjacent spectral lines, the indicated peak value increases with bandwidth up to the point where the analyzer bandwidth is comparable to the width of the spectrum of the signal. It is essential, therefore, to obtain agreement to use a specified bandwidth in order to compare the amplitudes displayed by different analyzers when measuring emissions typical of present heating and therapeutic devices.

It has been indicated that many oven emissions are modulated at a rate as low as 1 Hz. It has been observed that the displayed spectral envelopes of such emissions are irregular, appearing to vary from scan to scan, unless the number of scans per second is low compared with this lowest frequency component of the modulation.

A suitable rate for investigation of the emission may require 10 s or more to accomplish one scan. Such low scanning rates are not suitable for visual observation unless suitable storage is employed, such as that provided by a storage-type cathode ray tube, a photograph, or a chart recording device. Some attempts have been made to increase the useful scanning frequency by removing or stopping the stirring devices in the oven. However, this may be considered unsatisfactory because the amplitude, frequency and shape of the spectrum are found to vary with the position of the stirrers.

Annex C

(normative)

Measurement of electromagnetic radiation disturbance in the presence of signals from radio transmitters

For equipment under test having a stable operating frequency so that reading of the CISPR quasi-peak measuring receiver does not vary more than $\pm 0,5$ dB during measurement, the electric field strength of the electromagnetic radiation disturbance can be calculated sufficiently accurately from the expression:

$$E_g^{1,1} = E_t^{1,1} - E_s^{1,1}$$

where

E_g is the electromagnetic radiation disturbance ($\mu\text{V/m}$);

E_t is the measured value of electric field strength ($\mu\text{V/m}$);

E_s is the electric field strength of the radio transmitter signal ($\mu\text{V/m}$).

The formula has been found to be valid when unwanted signals are from AM or FM sound and television transmitters having a total amplitude up to twice the amplitude of the electromagnetic radiation disturbance which is to be measured.

It is advisable to restrict the use of the formula to cases where it is not possible to avoid the disturbing effect of radio transmitters. If the frequency of the electromagnetic radiation disturbance is unstable, then a panoramic receiver or spectrum analyzer should be used, and the formula is not applicable.

Annex D (informative)

Propagation of interference from industrial radio-frequency equipment at frequencies between 30 MHz and 300 MHz

For an industrial radio-frequency equipment which is situated on or near ground level, the attenuation of the field with distance from source, at a height of between 1 m and 4 m above ground, depends on the ground and on the nature of the terrain. A model for electric field propagation above plane-earth in the region from 1 m to 10 km from the source is described in [10]¹.

Although the influence of the nature of the ground, and of the obstacles on it, on the actual attenuation of the electromagnetic wave increases with frequency, an average attenuation coefficient can be taken for the frequency range 30 MHz to 300 MHz.

As ground irregularity and clutter increase, the electromagnetic fields are reduced because of shadowing, absorption (including attenuation caused by buildings and vegetation), scattering, divergence and defocusing of the diffracted waves [11]. The attenuation can then be described only on a statistical basis. For distances from the source greater than 30 m, the expected or median field strength at a defined height varies as $1/D^n$ where D is the distance from the source, and n varies from about 1,3 for open country areas to about 2,8 for heavily built-up urban areas. It seems from the different measurements for all kinds of terrain that an average value of $n = 2,2$ can be used for approximate estimations. Large deviations of measured values of field strengths from those predicted from the average field strength/distance law occur, with standard deviations of up to about 10 dB in an approximately log-normal distribution. The polarization of the field cannot be predicted. These results are in agreement with measurements in a number of countries.

The screening effect of buildings on the radiation is a very variable quantity, depending on the material of the buildings, the wall thickness and the amount of window space. For solid walls without windows, the attenuation depends on their thickness relative to the wavelength of the radiation and an increase in attenuation with frequency may be expected.

Generally, however, it is considered unwise to expect buildings to give protection of much more than 10 dB.

¹ Figures in square brackets refer to the Bibliography.

Annex E (informative)

Recommendations of CISPR for protection of certain radio services in particular areas

E.1 Introduction

The ITU develops usage provisions aiming at the efficient use of the radio frequency spectrum and local control of radiated RF disturbances at the place of operation of individual ISM RF applications. The respective provisions of the ITU relating to usual residential and/or industrial environments are recognised by CISPR and incorporated into the main body of this International Standard. Apart from these provisions, additional ITU provisions may apply for the *operation and use of individual* ISM RF applications in particular environments, i.e. in "particular areas", which are not addressed in the main body of this standard. The CISPR regards these ITU provisions and their national derivatives as recommendations since they may only apply to *individual* ISM RF applications used in *particular areas* under *in situ* conditions.

E.2 Recommendations for protection of safety-related radio services

ISM equipment should be designed to avoid fundamental operations or radiation of high-level spurious and harmonic signals in bands used for safety-related radio services. A list of these bands is provided in Annex F.

NOTE For the protection of specific safety-related radio services, in particular areas, an individual installation may be required to meet the limits specified in Table E.1.

Table E.1 – Limits for electromagnetic radiation disturbances for *in situ* measurements to protect specific safety-related radio services in particular areas

Frequency range MHz	Limits		Measuring distance <i>D</i> from the outer face of the exterior wall of the building in which the equipment is situated
	Electric field Quasi-peak dB(μV/m)	Magnetic field Quasi-peak dB(μA/m)	Distance <i>D</i> in metres
0,283 5 – 0,526 5	–	13,5	30
74,6 – 75,4	30	–	10
108 – 137	30	–	10
242,95 – 243,05	37	–	10
328,6 – 335,4	37	–	10
960 – 1 215	37	–	10

E.3 Recommendations for protection of specific sensitive radio services

For the protection of specific sensitive radio services, in particular areas, it is recommended to avoid fundamental operations or the radiation of high level harmonic signals in the bands. Some examples of these bands are listed for information in Annex G.

NOTE For the protection of specific sensitive services, in particular areas, national authorities may request additional suppression measures or designated separation zones for cases where harmful interference may occur.

Annex F (informative)

Frequency bands allocated for safety-related radio services

Frequency MHz	Allocation/use
0,010 – 0,014	Radionavigation (Omega on board ships and aircraft only)
0,090 – 0,11	Radionavigation (LORAN-C and DECCA)
0,283 5 – 0,526 5	Aeronautical radionavigation (non-directional beacons)
0,489 – 0,519	Maritime safety information (coastal areas and shipboard only)
1,82 – 1,88	Radionavigation (LORAN-A region 3 only, coastal areas and on board ships only)
2,173 5 – 2,190 5	Mobile distress frequency
2,090 55 – 2,091 05	Emergency position indicating radio beacon (EPIRB)
3,021 5 – 3,027 5	Aeronautic mobile (search and rescue operations)
4,122 – 4,210 5	Mobile distress frequency
5,678 5 – 5,684 5	Aeronautic mobile (search and rescue operations)
6,212 – 6,314	Mobile distress frequency
8,288 – 8,417	Mobile distress frequency
12,287 – 12,579 5	Mobile distress frequency
16,417 – 16,807	Mobile distress frequency
19,68 – 19,681	Maritime safety information (coastal areas and shipboard only)
22,375 5 – 22,376 5	Maritime safety information (coastal areas and shipboard only)
26,1 – 26,101	Maritime safety information (coastal areas and shipboard only)
74,6 – 75,4	Aeronautical radionavigation (marker beacons)
108 – 137	Aeronautical radionavigation (108-118 MHz VOR, 121,4-123,5 MHz distress frequency SARSAT uplink, 118-137 MHz air traffic control)
156,2 – 156,837 5	Maritime mobile distress frequency
242,9 – 243,1	Search and rescue (SARSAT uplink)
328,6 – 335,4	Aeronautical radionavigation (ILS glideslope indicator)
399,9 – 400,05	Radionavigation satellite
406 – 406,1	Search and rescue (emergency position-indicating radio beacon (EPIRB), SARSAT uplink)
960 – 1 238	Aeronautical radionavigation (TACAN), air traffic control beacons
1 300 – 1 350	Aeronautical radionavigation (long range air search radars)
1 544 – 1 545	Distress frequency-SARSAT downlink (1 530 MHz - 1 544 MHz mobile satellite downlink may be pre-empted for distress purposes)
1 545 – 1 559	Aeronautical mobile satellite (R)
1 559 – 1 610	Aeronautical radionavigation (GPS)
1 610 – 1 625,5	Aeronautical radionavigation (radio altimeters)
1 645,5 – 1 646,5	Distress frequency-uplink (1 626,5 MHz - 1 645,5 MHz mobile satellite uplink may be pre-empted for distress purposes)
1 646,5 – 1 660,5	Aeronautical mobile satellite (R)
2 700 – 2 900	Aeronautical radionavigation (terminal air traffic control radars)
2 900 – 3 100	Aeronautical radionavigation (radar beacons – coastal areas and shipboard only)
4 200 – 4 400	Aeronautical radionavigation (altimeters)
5 000 – 5 250	Aeronautical radionavigation (microwave landing systems)
5 350 – 5 460	Aeronautical radionavigation (airborne radars and beacons)
5 600 – 5 650	Terminal doppler weather radar - windshear
9 000 – 9 200	Aeronautical radionavigation (precision approach radars)
9 200 – 9 500	Radar transponders for maritime search and rescue. Maritime radar beacons and radionavigation radars. Airborne weather and ground mapping radar for airborne radionavigation, particularly under poor visibility conditions
13 250 – 13 400	Aeronautical radionavigation (doppler navigation radars)

Annex G (informative)

Frequency bands allocated for sensitive radio services

Frequency MHz	Allocation/Use
13,36 – 13,41	Radio astronomy
25,5 – 25,67	Radio astronomy
29,3 – 29,55	Satellite downlink
37,5 – 38,25	Radio astronomy
73 – 74,6	Radio astronomy
137 – 138	Satellite downlink
145,8 – 146	Satellite downlink
149,9 – 150,05	Radionavigation satellite downlink
240 – 285	Satellite downlink
322 – 328,6	Radio astronomy
400,05 – 400,15	Standard frequency and time signal
400,15 – 402	Satellite downlink
402 – 406	Satellite uplink 402,5 MHz
406,1 – 410	Radio astronomy
435 – 438	Satellite downlink
608 – 614	Radio astronomy
1 215 – 1 240	Satellite downlink
1 260 – 1 270	Satellite up link
1 350 – 1 400	Spectral line observation of neutral hydrogen (radio astronomy)
1 400 – 1 427	Radio astronomy
1 435 – 1 530	Aeronautical flight test telemetry
1 530 – 1 559	Satellite downlink
1 559 – 1 610	Satellite downlink
1 610,6 – 1 613,8	Spectral line observations of OH radical (radio astronomy)
1 660 – 1 710	1 660 – 1 668,4 MHz: Radio astronomy 1 668,4 – 1 670 MHz: Radio astronomy and radiosonde 1 670 – 1 710 MHz: Satellite downlink and radiosonde
1 718,8 – 1 722,2	Radio astronomy
2 200 – 2 300	Satellite downlink
2 310 – 2 390	Aeronautical flight test telemetry
2 655 – 2 900	2 655 – 2 690 MHz: Radio astronomy and satellite downlink 2 690 – 2 700 MHz: Radio astronomy
3 260 – 3 267	Spectral line observations (radio astronomy)
3 332 – 3 339	Spectral line observations (radio astronomy)
3 345,8 – 3 358	Spectral line observations (radio astronomy)
3 400 – 3 410	Satellite downlink
3 600 – 4 200	Satellite downlink
4 500 – 5 250	4 500 – 4 800 MHz: Satellite downlink 4 800 – 5 000 MHz: Radio astronomy 5 000 – 5 250 MHz: Aeronautical radionavigation
7 250 – 7 750	Satellite downlink
8 025 – 8 500	Satellite downlink
10 450 – 10 500	Satellite downlink
10 600 – 12 700	10,6 – 10,7 GHz: Radio astronomy 10,7 – 12,2 GHz: Satellite downlink 12,2 – 12,7 GHz: Direct broadcast satellite Spectral line observations (radio astronomy)
14 470 – 14 500	Radio astronomy
15 350 – 15 400	Satellite downlink
17 700 – 21 400	Broadcast satellite (Region 1 and Region 2)
21 400 – 22 000	22,01 – 22,5 GHz: Radio astronomy 22,5 – 23,0 GHz: Broadcast satellite (Region 1) (22,81 – 22,86 GHz is also radio astronomy)
22 010 – 23 120	23,0 – 23,07 GHz: Fixed/intersatellite/mobile (used to fill in the gap between frequency bands) 23,07 – 23,12 GHz: Radio astronomy
23 600 – 24 000	Radio astronomy
31 200 – 31 800	Radio astronomy
36 430 – 36 500	Radio astronomy
38 600 – 40 000	Radio astronomy
Above 400 GHz	Numerous bands above 400 GHz are designated for radio astronomy, satellite downlink, etc.

Bibliography

- [1] CISPR 16-4-4:2007, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-4: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistics of complaints and a model for the calculation of limits for the protection of radio services* (only available in English)
- [2] CISPR 15:2005, *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment*
- [3] IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*
- [4] IEC/TR 60083:2006, *Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC*
- [5] IEC 60364-5-51:2005, *Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*
- [6] IEC 60705:1999, *Household microwave ovens – Methods for measuring performance*
- [7] IEC 61308:2005, *High-frequency dielectric heating installations – Test methods for the determination of power output*
- [8] IEC 61689:2007, *Ultrasonics – Physiotherapy systems – Field specifications and methods of measurement in the frequency range 0,5 MHz to 5 MHz* (only available in English)
- [9] IEC 61922:2002, *High-frequency induction heating installations – Test methods for the determination of power output of the generator*
- [10] A.A. SMITH, Jr., *Electric field propagation in the proximal region*, *IEEE Transactions on electromagnetic compatibility*, Nov 1969, pp.151-163.
- [11] CCIR Report 239-7:1990, *Propagation statistics required for broadcasting services using the frequency range 30 to 1 000 MHz*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	56
INTRODUCTION	59
1 Domaine d'application	60
2 Références normatives	60
3 Termes et définitions	61
4 Fréquences désignées pour être utilisées par les appareils ISM	63
5 Classification des appareils ISM	63
5.1 Renseignements pour l'utilisateur	63
5.2 Séparation en groupes	64
5.3 Division en classes	64
6 Valeurs limites des perturbations électromagnétiques	64
6.1 Réserves disponibles	64
6.2 Appareils du groupe 1 mesurés sur un site d'essai	65
6.2.1 Valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes	65
6.2.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur	66
6.3 Appareils du groupe 2 mesurés sur un site d'essai	68
6.3.1 Valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes	68
6.3.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur	70
6.4 Appareils du groupe 1 et du groupe 2, classe A, mesurés <i>in situ</i>	76
6.4.1 Valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes	76
6.4.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur	76
7 Exigences de mesure	79
7.1 Généralités	79
7.2 Bruit ambiant	79
7.3 Equipement de mesure	79
7.3.1 Appareils de mesure	79
7.3.2 Réseau fictif	80
7.3.3 Sonde de tension	80
7.3.4 Antennes	80
7.3.5 Main artificielle	81
7.4 Mesure de fréquence	81
7.5 Configuration des appareils en essai	81
7.5.1 Généralités	81
7.5.2 Câbles de raccordement	81
7.5.3 Connexion au réseau d'alimentation électrique sur un site d'essai	82
7.6 Conditions de charge des appareils en essai	83
7.6.1 Généralités	83
7.6.2 Appareils médicaux	83
7.6.3 Appareils industriels	85
7.6.4 Appareils scientifiques, appareils de laboratoire et de mesure	85
7.6.5 Appareils de cuisson à micro-ondes	85
7.6.6 Autres appareils fonctionnant dans la gamme de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz	86
7.6.7 Appareils de cuisson à induction comportant un ou plusieurs foyers	86
7.6.8 Matériel de soudage électrique	87
7.7 Enregistrement des résultats de mesure de l'emplacement d'essai	87

7.7.1	Généralités	87
7.7.2	Perturbations conduites	87
7.7.3	Perturbations rayonnées	87
8	Dispositions spéciales pour les mesures sur un site d'essai (9 kHz à 1 GHz)	88
8.1	Plans de masse	88
8.2	Mesure de la tension perturbatrice aux bornes	88
8.2.1	Généralités	88
8.2.2	Appareils tenus à la main fonctionnant normalement sans mise à la terre	88
8.3	Site d'essai en rayonnement dans la bande de 9 kHz à 1 GHz	89
8.3.1	Généralités	89
8.3.2	Validation du site d'essai en rayonnement (9 kHz à 1 GHz)	89
8.3.3	Disposition de l'appareil en essai (9 kHz à 1 GHz)	89
8.3.4	Mesures de rayonnement (9 kHz à 1 GHz)	89
8.4	Autres sites d'essai en rayonnement dans la bande de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 GHz	90
9	Mesures de rayonnement: de 1 GHz à 18 GHz	90
9.1	Disposition de l'appareil en essai	90
9.2	Antenne de réception	90
9.3	Validation et étalonnage du site d'essai	90
9.4	Procédure de mesure	91
10	Mesures <i>in situ</i>	91
11	Mesures de sécurité	91
12	Evaluation de la conformité des appareils	91
12.1	Généralités	91
12.2	Evaluation statistique de la conformité des appareils produits en série	92
12.3	Appareils produits en petite série	92
12.4	Appareils produits individuellement	92
12.5	Incertitude des mesures	93
13	Figures et organigrammes	93
	Annexe A (informative) Exemples de classification des appareils	96
	Annexe B (informative) Précautions à prendre lors de l'utilisation d'un analyseur de spectre (voir 7.3.1)	98
	Annexe C (normative) Mesure du rayonnement électromagnétique perturbateur en présence de signaux provenant d'émetteurs radio	99
	Annexe D (informative) Propagation des perturbations émanant d'appareils industriels à fréquences radioélectriques aux fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz	100
	Annexe E (informative) Recommandations du CISPR concernant la protection de certains services radio dans des zones particulières	101
	Annexe F (informative) Bandes de fréquences allouées pour les services radio liés à la sécurité	103
	Annexe G (informative) Bandes de fréquences allouées pour les services radio sensibles	105
	Bibliographie	106
	Figure 1 – Site d'essai	93
	Figure 2 – Dimensions minimales du plan de masse métallique	93

Figure 3 – Appareils médicaux (type capacitif): disposition de l'appareil et de la charge fictive (voir 7.6.2.1)	94
Figure 4 – Circuit pour la mesure des tensions perturbatrices sur le réseau d'alimentation (voir 7.3.3)	94
Figure 5 – Arbre de décision pour la mesure des émissions entre 1 GHz et 18 GHz des appareils ISM du groupe 2 de classe B fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz	95
Figure 6 – Main artificielle, réseau RC (voir 7.3.5)	95
Tableau 1 – Fréquences, dans la gamme de fréquences radioélectriques, désignées par l'UIT comme fréquences fondamentales pour les appareils ISM	63
Tableau 2 – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils du groupe 1, classe A mesurés sur un site d'essai	66
Tableau 3 – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils du groupe 1, classe B mesurés sur un site d'essai	66
Tableau 4 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 1, classe A mesurés sur un site d'essai	67
Tableau 5 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 1, classe B mesurés sur un emplacement d'essai	68
Tableau 6 – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils du groupe 2, classe A mesurés sur un site d'essai	69
Tableau 7 – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils du groupe 2, classe B mesurés sur un site d'essai	69
Tableau 8 – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils de cuisson à induction	70
Tableau 9 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 2, classe A mesurés sur un site d'essai	72
Tableau 10 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les matériels d'usinage par décharges électriques et les matériels de soudage à l'arc de classe A mesurés sur un site d'essai	72
Tableau 11 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 2, classe B mesurés sur un site d'essai	73
Tableau 12 – Limites du champ magnétique pour les appareils de cuisson à induction destinés à un usage commercial	73
Tableau 13 – Limites du courant induit par le champ magnétique dans une antenne cadre de 2 m pour les appareils de cuisson à induction pour usage domestique	74
Tableau 14 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2 produisant des perturbations de type continu et fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz	75
Tableau 15 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2, classe B, produisant des perturbations fluctuantes de type non continu et fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz	75
Tableau 16 – Limites pondérées du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2, classe B, produisant des perturbations fluctuantes de type non continu et fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz	76
Tableau 17 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 1, classe A mesurés <i>in situ</i>	77
Tableau 18 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 2, classe A mesurés <i>in situ</i>	78
Tableau 19 – Facteur k de distribution t non centrale en fonction de la taille de l'échantillon n	92

Tableau E.1 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les mesures <i>in situ</i> pour protéger des services radio spécifiquement liés à la sécurité, dans des zones particulières.....	101
---	-----

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

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 cinquième édition de la CISPR 11 annule et remplace la quatrième édition parue en 2003, son Amendement 1 (2004) et son Amendement 2 (2006). Cette édition constitue une révision technique.

Cette cinquième édition de la CISPR 11 possède une structure plus transparente, introduit un autre ensemble de limites particulières pour les perturbations conduites et rayonnées affectant les équipements généraux "de puissance" appartenant au groupe 1 de la classe A avec une puissance d'entrée assignée supérieure à 20 kVA, conformément aux besoins des industries et se réfère à une approche intégrale quant à l'incertitude de mesure due aux instruments telle

que spécifiée dans la CISPR 16-4-4. En outre, toute considération juridique a été retirée du corps normatif principal de la présente Norme internationale.

Elle a le statut de norme de famille de produits en CEM, conformément au Guide 107 de la CEI, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique* (2009).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CISPR/B/478/FDIS	CISPR/B/482/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera:

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

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

RECOMMANDATION n° 39/2 du CISPR:

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

Le CISPR,

CONSIDÉRANT

- 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 prescrites 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 électriques Industrielles, Scientifiques et Médicales (ISM), 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 aussi la définition 3.1 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 les 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'équipements: équipement évalué par des essais de type sur des sites d'essai normalisés ou équipement 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'équipement respectif en son lieu de fonctionnement. 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 6.2 et 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 les 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 gamme de fréquences jusqu'à 18 GHz. Toutes les exigences ont été établies en étroite collaboration avec l'UIT et jouissent de l'approbation de l'UIT.

Cependant, 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. En fonction du 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 conformité par l'application des dispositions nationales appropriées dans la gamme 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, 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 gamme 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.

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 gamme 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 gamme de fréquences de 9 kHz à 400 GHz. Les mesures sont seulement nécessaires dans les gammes 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 3.1), la présente norme couvre les exigences d'émissions relatives aux perturbations à fréquences radioélectriques dans la gamme de fréquence de 9 kHz à 18 GHz.

Les exigences concernant les appareils d'éclairage ISM à fréquences radioélectriques et les générateurs de rayonnement UV fonctionnant dans les bandes de fréquences ISM, comme 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 référencés suivants sont indispensables pour l'application de ce document. Pour des références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, c'est la dernière édition du document référencé (y compris tous les amendements) qui s'applique.

CISPR 16-1-1:2006, *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*

Amendement 1 (2006)

Amendement 2 (2007)

CISPR 16-1-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-2: Appareils de mesures des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations conduites*

Amendement 1 (2004)

Amendement 2 (2006)

CISPR 16-1-4:2007, *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 – Matériels auxiliaires – Perturbations rayonnées

Amendement 1 (2007)

Amendement 2 (2008)

CISPR 16-2-3:2006, *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 16-4-2:2003, *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 CEM*

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

Amendement 1 (1990)

Amendement 2 (1998)

CEI 60601-1-2:2007, *Appareils électromédicaux – Partie 1-2: Exigences générales pour la sécurité de base et les performances essentielles – Norme collatérale: Compatibilité électromagnétique – Exigences et essais*

CEI 60601-2-2:2009, *Appareils électromédicaux – Partie 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*

CEI 60974-10:2007, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 10: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)*

CEI 61307:2006, *Installations industrielles de chauffage à hyperfréquence – Méthodes d'essais pour la détermination de la puissance de sortie*

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

Règlement des radiocommunications de l'UIT (2008), *Règlement des radiocommunications, Volume 3 – Résolutions et recommandations, Résolution n°63*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CEI 60050-161 et les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

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 1:2004 – Articles, Définition 1.15]

NOTE 1 Parmi les applications typiques, on peut citer la production d'effets physiques, biologiques ou chimiques tels que l'échauffement, l'ionisation des gaz, les vibrations mécaniques, l'épilation, l'accélération des particules chargées. Une liste non exhaustive d'exemples est donnée en Annexe A.

NOTE 2 L'abréviation ISM RF est utilisée dans toute la présente norme pour de tels équipements ou appareils.

3.2

installations et appareils ISM

installations ou appareils conçu(e)s pour produire et/ou 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 et des techniques de l'information et des autres applications couvertes par d'autres publications du CISPR

3.3

rayonnement (électromagnétique)

1. processus par lequel une source fournit de l'énergie vers l'espace extérieur sous forme d'ondes électromagnétiques
2. énergie transportée dans l'espace sous forme d'ondes électromagnétiques

NOTE Le sens du terme « rayonnement électromagnétique » est quelquefois étendu aux phénomènes d'induction.
[VEI 161-01-10:1990]

3.4

périmètre de l'appareil en essai

périmètre imaginaire de lignes droites décrivant une configuration géométrique simple qui englobe l'appareil en essai. Tous les câbles d'interconnexion sont inclus à l'intérieur de ce périmètre

3.5

matériel d'usinage par décharges électriques

(EDM, *electro-discharge machining*)

tous les composants nécessaires au procédé d'électro-érosion incluant la machine outil, le générateur, les circuits de commande, le réceptacle de fluide de travail et les dispositifs intégrés

3.6

électro-érosion

enlèvement de matière dans un fluide diélectrique de travail par des décharges électriques, réparties dans le temps et distribuées aléatoirement dans l'espace, entre deux électrodes électriquement conductrices (une électrode servant d'outil et l'autre de pièce de travail), avec une maîtrise de l'énergie des décharges

3.7

matériel de soudage à l'arc

matériel destiné à appliquer un courant et une tension et ayant les caractéristiques nécessaires pour le soudage à l'arc et les processus associés

3.8

équipement de soudage par résistance et procédés associés

tous les équipements associés à la réalisation du procédé de soudage par résistance et des procédés associés consistant, par exemple en une source d'alimentation, des électrodes, l'outillage et l'équipement de contrôle associé, et qui peuvent consister en une unité séparée ou une partie d'une machine complexe

3.9

basse tension

BT

ensemble des niveaux de tension utilisés pour la distribution d'énergie électrique et dont la limite supérieure généralement admise est de 1 000 V en tension alternative

[VEI 601-01-26:1985]

4 Fréquences désignées pour être utilisées par les appareils ISM

L'Union Internationale des Télécommunications (UIT) a désigné certaines fréquences comme fréquences fondamentales pour les applications ISM à fréquences radioélectriques (voir aussi la Définition 3.1). Ces fréquences sont énumérées au Tableau 1.

NOTE Dans certains pays, des fréquences différentes ou supplémentaires peuvent être désignées pour une utilisation par les appareils ISM.

Tableau 1 – Fréquences, dans la gamme de fréquences radioélectriques, désignées par l'UIT comme fréquences fondamentales pour les appareils ISM

Fréquence centrale MHz	Gamme de fréquences MHz	Limite maximale de rayonnement ^b	Numéro de la note de bas de page du tableau des attributions de fréquences du Règlement des Radiocommunications de l'UIT ^a
6,780	6,765 – 6,795	À l'étude	5.138
13,560	13,553 – 13,567	Sans restriction	5.150
27,120	26,957 – 27,283	Sans restriction	5.150
40,680	40,66 – 40,70	Sans restriction	5.150
433,920	433,05 – 434,79	À l'étude	5.138 dans la Région 1, sauf pour les pays mentionnés en 5.280
915,000	902 – 928	Sans restriction	5.150 dans la Région 2 seulement
2 450	2 400 – 2 500	Sans restriction	5.150
5 800	5 725 – 5 875	Sans restriction	5.150
24 125	24 000 – 24 250	Sans restriction	5.150
61 250	61 000 – 61 500	À l'étude	5.138
122 500	122 000 – 123 000	À l'étude	5.138
245 000	244 000 – 246 000	À l'étude	5.138

^a La résolution n°63 du Règlement des Radiocommunications de l'UIT s'applique.

^b L'expression «sans restrictions» s'applique aux fréquences fondamentales et à toutes les autres composantes de fréquences comprises dans la bande désignée. En dehors des bandes de fréquences ISM désignées par l'UIT, les limites de tensions perturbatrices et de perturbations rayonnées de la présente norme s'appliquent.

5 Classification des appareils ISM

5.1 Renseignements pour l'utilisateur

Le fabricant et/ou le fournisseur de l'appareil ISM doivent s'assurer que l'utilisateur est informé de la classe et du groupe de l'appareil, soit par un marquage, soit par la documentation accompagnant l'appareil. Dans les deux cas, le fabricant et/ou le fournisseur doivent expliquer dans la documentation accompagnant l'appareil la signification de la classe et du groupe.

Le fabricant doit informer l'utilisateur que les matériels de soudage à l'arc qui incluent des dispositifs d'amorçage d'arc ou de stabilisation ou les dispositifs d'amorçage d'arc ou de stabilisation autonomes pour le soudage à l'arc sont des appareils de classe A.

5.2 Séparation en groupes

Appareils du groupe 1: le groupe 1 réunit tous les appareils compris dans le domaine d'application de la présente norme, qui ne sont pas classés comme étant des appareils du groupe 2.

Appareils du groupe 2: le groupe 2 réunit tous les appareils ISM à fréquences radioélectriques dans lesquels de l'énergie à fréquences radioélectriques dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 400 GHz est produite et utilisée intentionnellement, ou uniquement utilisée sous forme de rayonnement électromagnétique, couplage inductif et/ou capacitif, à fins d'examen ou d'analyse ou pour le traitement de la matière.

NOTE Voir l'Annexe A pour des exemples de séparation des appareils en groupe 1 ou 2.

5.3 Division en classes

Les *appareils de classe A* sont les appareils prévus pour être utilisés dans tous les établissements autres que les locaux domestiques et autres que ceux qui sont connectés directement à un réseau de distribution d'électricité à basse tension alimentant des bâtiments à usage domestique.

Les appareils de classe A doivent respecter les limites de la classe A.

Avertissement: Les appareils de classe A sont destinés à être utilisés en environnement industriel. Dans la documentation pour l'utilisateur, on doit inclure une indication attirant l'attention sur le fait qu'il peut y avoir des difficultés potentielles pour assurer la compatibilité électromagnétique dans d'autres environnements, du fait des perturbations conduites et rayonnées.

Les *appareils de classe B* sont les appareils prévus pour être utilisés dans les locaux domestiques et dans les établissements raccordés directement à un réseau de distribution d'électricité à basse tension alimentant des bâtiments à usage domestique.

Les appareils de classe B doivent respecter les limites de la classe B.

6 Valeurs limites des perturbations électromagnétiques

6.1 Réserves disponibles

Les appareils de classe A peuvent être mesurés soit sur un site d'essai, soit *in situ*, selon la préférence du fabricant.

NOTE 1 En fonction de la taille de l'appareil, de sa complexité ou de ses conditions de fonctionnement, il peut arriver qu'il soit nécessaire de mesurer certains appareils *in situ*, pour démontrer la conformité aux limites de perturbations rayonnées spécifiées dans la présente norme.

Les appareils de classe B doivent être mesurés sur un site d'essai.

NOTE 2 Les limites ont été déterminées sur une base probabiliste, en tenant compte des risques de brouillage. En cas de brouillage, il peut être nécessaire de prendre des dispositions complémentaires.

La limite inférieure doit être appliquée à toutes les fréquences de transition.

Les limites et les exigences de mesure de la présente norme ne s'appliquent pas aux composants et aux sous-ensembles qui ne sont pas prévus pour réaliser une fonction ISM par eux-mêmes.

Les appareils et les méthodes de mesure sont spécifiés aux Articles 7, 8 et 9.

6.2 Appareils du groupe 1 mesurés sur un site d'essai

6.2.1 Valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes

6.2.1.1 Généralités

L'appareil en essai doit satisfaire:

- a) soit à la fois à la limite en valeur moyenne spécifiée pour les mesures faites avec un détecteur de valeur moyenne et à la limite de quasi-crête spécifiée pour les mesures faites avec un détecteur de quasi-crête (voir 7.3); ou
- b) soit à la limite en valeur moyenne quand on utilise un détecteur de quasi-crête (voir 7.3).

6.2.1.2 Gamme de fréquences comprises entre 9 kHz et 150 kHz

Pour les appareils du groupe 1, aucune limite ne s'applique dans cette gamme de fréquences.

6.2.1.3 Gamme de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz

Les limites pour les tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation, dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 30 MHz, pour les appareils mesurés sur un site d'essai utilisant le réseau 50 Ω /50 μ H du CISPR ou la sonde de tension du CISPR (voir 7.3.3 et Figure 4) sont indiquées aux Tableaux 2 et 3.

Tableau 2 – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils du groupe 1, classe A mesurés sur un site d'essai

Gamme de fréquences MHz	Puissance d'entrée assignée ≤ 20 kVA		Puissance d'entrée assignée > 20 kVA ^a	
	Quasi-crête dB(μV)	Valeur moyenne dB(μV)	Quasi-crête dB(μV)	Valeur moyenne dB(μV)
0,15 – 0,50	79	66	100	90
0,50 – 5	73	60	86	76
5 – 30	73	60	90	80
			décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 73	60

A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.

NOTE 1 Les limites ne s'appliquent qu'aux bornes d'entrée du réseau d'alimentation en c.a. à basse tension.

NOTE 2 Pour les appareils de classe A destinés à être connectés uniquement aux réseaux de distribution d'énergie industrielle à neutre isolé ou mis à la terre à impédance élevée (voir CEI 60364-1), les limites définies pour les appareils du groupe 2 avec une puissance d'entrée assignée > 75 kVA au Tableau 6 peuvent s'appliquer.

a Ces limites s'appliquent aux appareils de puissance d'entrée assignée > 20 kVA et destinés à être alimentés par un transformateur ou un générateur de puissance dédié, et qui ne sont pas reliés aux lignes aériennes à basse tension (BT). Pour les appareils qui ne sont pas destinés à être alimentés par un transformateur de puissance spécifique à l'utilisateur, les limites pour une puissance d'entrée assignée ≤ 20 kVA s'appliquent. Le fabricant et/ou le fournisseur doivent fournir des informations sur les mesures d'installation qui peuvent être utilisées pour réduire les émissions provenant de l'appareil installé. En particulier, il doit être indiqué que cet appareil est destiné à être alimenté par un transformateur ou un générateur de puissance dédié et non par des lignes aériennes à basse tension.

NOTE La consommation de puissance d'entrée assignée de 20 kVA correspond par exemple à un courant d'environ 29 A par phase dans le cas de réseaux d'alimentation triphasés de 400 V, et à un courant d'environ 58 A par phase dans le cas de réseaux d'alimentation triphasés de 200 V.

Tableau 3 – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils du groupe 1, classe B mesurés sur un site d'essai

Gamme de fréquences MHz	Quasi-crête dB(μV)	Valeur moyenne dB(μV)
0,15 – 0,50	66 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 56	56 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 46
0,50 – 5	56	46
5 – 30	60	50

A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.

Pour les générateurs de rayons X utilisés pour le diagnostic et fonctionnant de façon intermittente, les limites de quasi-crête du Tableau 2 ou du Tableau 3 peuvent être relâchées de 20 dB.

6.2.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur

6.2.2.1 Généralités

Les appareils en essai doivent respecter les limites de quasi-crête quand on utilise un détecteur de quasi-crête.

6.2.2.2 Gamme de fréquences comprises entre 9 kHz et 150 kHz

Pour les appareils du groupe 1, aucune limite ne s'applique dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 150 kHz.

6.2.2.3 Gamme de fréquences comprises entre 150 kHz et 1 GHz

Pour les appareils du groupe 1, aucune limite ne s'applique dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 30 MHz. Dans la plage de fréquences au-dessus de 30 MHz, les limites s'appliquent à la composante électrique du rayonnement électromagnétique perturbateur.

Les limites du rayonnement électromagnétique perturbateur dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 GHz pour les appareils du groupe 1, classes A et B, sont respectivement spécifiées aux Tableaux 4 et 5. Des recommandations pour la protection de services radio spécifiquement liés à la sécurité sont données dans l'Annexe E et dans le Tableau E.1.

Sur un site d'essai, les appareils de classe A peuvent être mesurés à une distance de 10 m ou 30 m (voir les informations données dans le Tableau 4), et les appareils de classe B à une distance de 3 m ou 10 m (voir les informations données dans le Tableau 5).

Tableau 4 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 1, classe A mesurés sur un site d'essai

Gamme de fréquences MHz	Distance de mesure de 10 m puissance d'entrée assignée	
	≤ 20 kVA	> 20 kVA ^a
	Quasi-crête dB(μV/m)	Quasi-crête dB(μV/m)
30 – 230	40	50
230 – 1 000	47	50
Sur un site d'essai, la mesure sur des appareils de classe A peut être réalisée à 10 m ou à 30 m. Un facteur inversement proportionnel de 20 dB par décade doit être utilisé pour normaliser les données mesurées à la distance spécifiée afin de déterminer la conformité. A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.		
^a Ces limites s'appliquent aux appareils de puissance d'entrée assignée > 20 kVA et destinés à être utilisés dans des emplacements où la distance est supérieure à 30 m entre l'appareil et les communications radio sensibles tierces. Le fabricant doit indiquer dans la documentation technique que cet appareil est destiné à être utilisé dans des endroits où la distance de séparation par rapport aux services radio sensibles tierces est > 30 m. Si le fabricant n'inclut pas les conditions particulières d'utilisation du matériel dans la documentation technique utilisateur, les limites pour le matériel dont la puissance d'entrée assignée est ≤ 20 kVA doivent s'appliquer.		

Tableau 5 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 1, classe B mesurés sur un emplacement d'essai

Gamme de fréquences MHz	Distance de mesure de 10 m
	Quasi-crête dB(μV/m)
30 – 230	30
230 – 1 000	37
Sur un site d'essai, la mesure sur des appareils de classe B peut être réalisée à 3 m ou à 10 m. Un facteur inversement proportionnel de 20 dB par décade doit être utilisé pour normaliser les données mesurées à la distance spécifiée afin de déterminer la conformité. A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.	

Pour les appareils électromédicaux destinés à être installés de façon permanente dans des emplacements blindés, des dispositions supplémentaires concernant le schéma de mesure et les conditions de charge se trouvent dans la CEI 60601-1-2.

6.2.2.4 Gamme de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz

Pour les appareils du groupe 1, aucune limite ne s'applique dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz.

6.2.2.5 Gamme de fréquences comprises entre 18 GHz et 400 GHz

Pour les appareils du groupe 1, aucune limite ne s'applique dans la gamme de fréquences de 18 GHz à 400 GHz.

6.3 Appareils du groupe 2 mesurés sur un site d'essai

6.3.1 Valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes

6.3.1.1 Généralités

L'appareil en essai doit satisfaire:

- soit à la fois à la limite en valeur moyenne spécifiée pour les mesures faites avec un détecteur de valeur moyenne et à la limite de quasi-crête spécifiée pour les mesures faites avec un détecteur de quasi-crête (voir 7.3); ou
- soit à la limite en valeur moyenne quand on utilise un détecteur de quasi-crête (voir 7.3).

6.3.1.2 Gamme de fréquences comprises entre 9 kHz et 150 kHz

Dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 150 kHz, les limites pour les tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation ne s'appliquent qu'aux appareils de cuisson à induction (voir Tableau 8).

6.3.1.3 Gamme de fréquences comprises entre 150 kHz et 30 MHz

Les limites pour les tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation, dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 30 MHz, pour les appareils mesurés sur un site d'essai utilisant le réseau 50 Ω/50 μH du CISPR ou la sonde de tension du CISPR (voir 7.3.3 et Figure 4) sont indiquées aux Tableaux 6 et 7, à l'exception des bandes de fréquences désignées par l'UIT et répertoriées au Tableau 1, pour lesquelles aucune limite ne s'applique.

Pour les matériels de soudage électrique, les limites du Tableau 6 ou du Tableau 7 s'appliquent en mode de fonctionnement actif. En mode veille (ou inactif), les limites du Tableau 2 ou du Tableau 3 s'appliquent.

Pour les appareils d'éclairage ISM à fréquences radioélectriques fonctionnant dans les bandes de fréquences ISM dédiées (définies par l'UIT dans le Tableau 1), les limites du Tableau 7 s'appliquent.

Pour les appareils de cuisson à induction à usage domestique ou commercial, les limites du Tableau 8 s'appliquent.

Tableau 6 – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils du groupe 2, classe A mesurés sur un site d'essai

Gamme de fréquences MHz	Puissance d'entrée assignée ≤ 75 kVA		Puissance d'entrée assignée > 75 kVA ^a	
	Quasi-crête dB(μV)	Valeur moyenne dB(μV)	Quasi-crête dB(μV)	Valeur moyenne dB(μV)
0,15 – 0,50	100	90	130	120
0,50 – 5	86	76	125	115
5 – 30	90	80	115	105
	décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à			
	73	60		

A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.

NOTE 1 Les limites ne s'appliquent qu'aux accès d'entrée du réseau d'alimentation en c.a. à basse tension (BT).

NOTE 2 Pour les appareils de classe A avec une puissance assignée ≤ 75 kVA, destinés à être connectés uniquement ou aux réseaux de distribution d'énergie industrielle à neutre isolé ou mis à la terre à impédance élevée (voir CEI 60364-1), les limites définies pour les appareils du groupe 2 avec une puissance d'entrée assignée > 75 kVA peuvent s'appliquer.

a Le fabricant et/ou le fournisseur doivent fournir des informations sur les mesures d'installation qui peuvent être utilisées pour réduire les émissions provenant de l'appareil installé.

NOTE La consommation de puissance d'entrée assignée de 75 kVA correspond par exemple à un courant d'environ 108 A par phase dans le cas de réseaux d'alimentation triphasés de 400 V, et à un courant d'environ 216 A par phase dans le cas de réseaux d'alimentation triphasés de 200 V.

Les appareils chirurgicaux à haute fréquence (HF) doivent satisfaire aux limites des Tableaux 2 ou 3, spécifiées pour les appareils du groupe 1, en mode veille. Pour les appareils chirurgicaux à haute fréquence (HF) fonctionnant aux fréquences situées en dehors des bandes de fréquences ISM désignées (voir Tableau 1), ces limites s'appliquent également à la fréquence de fonctionnement et à l'intérieur des bandes de fréquences désignées. Les mesures correspondantes doivent être effectuées dans un montage d'essai conformément à la CEI 60601-2-2.

Tableau 7 – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils du groupe 2, classe B mesurés sur un site d'essai

Gamme de fréquences MHz	Quasi-crête dB(μV)	Valeur moyenne dB(μV)
0,15 – 0,50	66 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 56	56 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 46
0,50 – 5	56	46
5 – 30	60	50
A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.		

Tableau 8 – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils de cuisson à induction

Gamme de fréquences MHz	Limites pour les appareils de cuisson à induction			
	Tous les appareils sauf ceux ayant une tension assignée de 100 V et sans raccordement à la terre		Appareils ayant une tension assignée de 100 V et sans raccordement à la terre	
	Quasi-crête dB(μV)	Valeur moyenne dB(μV)	Quasi-crête dB(μV)	Valeur moyenne dB(μV)
0,009 – 0,050	110	–	122	–
0,050 – 0,148 5	90 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 80	–	102 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 92	–
0,148 5 – 0,5	66 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 56	56 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 46	72 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 62	62 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 52
0,5 – 5	56	46	56	46
5 – 30	60	50	60	50
A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.				

6.3.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur

6.3.2.1 Généralités

Les appareils en essai doivent respecter les limites quand on utilise un appareil de mesure à détecteur de crête, de quasi-crête ou à détecteur de valeur moyenne, comme indiqué dans le tableau approprié.

Jusqu'à 30 MHz, les limites s'appliquent à la composante magnétique du rayonnement électromagnétique perturbateur. Au-dessus de 30 MHz, les limites s'appliquent à la composante électrique du rayonnement électromagnétique perturbateur.

6.3.2.2 Gamme de fréquences comprises entre 9 kHz et 150 kHz

Dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 150 kHz, les limites ne s'appliquent qu'aux appareils de cuisson à induction (voir les Tableaux 12 et 13).

6.3.2.3 Gamme de fréquences comprises entre 150 kHz et 1 GHz

Sauf pour les gammes de fréquences désignées qui sont indiquées au Tableau 1, les valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 1 GHz pour les appareils du groupe 2, classe A, sont spécifiées au Tableau 9 et, pour les appareils du groupe 2, classe B, au Tableau 11.

Les valeurs limites indiquées aux Tableaux 9 et 11 s'appliquent à toutes les perturbations électromagnétiques de toutes fréquences non exemptées, conformément aux dispositions du Tableau 1, note de bas du tableau b).

Pour les matériels de soudage par résistance de classe A, les limites du Tableau 9 s'appliquent dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 GHz en mode de fonctionnement

actif. En mode veille (ou au repos), les limites du Tableau 4 s'appliquent. Pour les matériels de soudage électrique de classe B, les limites du Tableau 11 s'appliquent en mode de fonctionnement actif. En mode veille (ou inactif), les limites du Tableau 5 s'appliquent.

Pour les matériels de soudage à l'arc, les limites du Tableau 10 ou du Tableau 11 s'appliquent en mode de fonctionnement actif. En mode veille (ou inactif), les limites du Tableau 4 ou du Tableau 5 s'appliquent.

Pour les appareils d'usinage par décharges électriques de classe A, les limites du Tableau 10 s'appliquent.

Pour les appareils d'éclairage ISM à fréquences radioélectriques fonctionnant dans les bandes de fréquences ISM dédiées (définies par l'UIT dans le Tableau 1), les limites du Tableau 11 s'appliquent.

Pour les appareils de cuisson à induction, les limites dans la gamme de fréquences jusqu'à 30 MHz sont spécifiées dans les Tableaux 12 (usage commercial) et 13 (usage domestique), respectivement, et dans le Tableau 11 pour la gamme de fréquences au-dessus de 30 MHz.

Pour les appareils chirurgicaux à haute fréquence (HF), les limites du Tableau 4 ou du Tableau 5 s'appliquent. Les appareils chirurgicaux à haute fréquence (HF) doivent satisfaire aux limites respectives lorsqu'ils sont soumis aux essais en mode veille.

Des recommandations pour la protection de services radio spécifiquement liés à la sécurité sont données dans l'Annexe E et dans le Tableau E.1.

Sur un site d'essai, les appareils de classe A peuvent être mesurés à une distance de 10 m ou de 30 m, et les appareils de classe B à une distance de 3 m ou 10 m (voir Tableaux 9 et 11).

Tableau 9 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 2, classe A mesurés sur un site d'essai

Gamme de fréquences MHz	Limites pour une distance de mesure <i>D</i> en m			
	Sur un site d'essai <i>D</i> = 30 m à partir de l'appareil		Sur un site d'essai <i>D</i> = 10 m à partir de l'appareil	
	Champ électrique Quasi-crête dB(μV/m)	Champ magnétique Quasi-crête dB(μA/m)	Champ électrique Quasi-crête dB(μV/m)	Champ magnétique Quasi-crête dB(μA/m)
0,15 – 0,49	-	33,5	-	57,5
0,49 – 1,705	-	23,5	-	47,5
1,705 – 2,194	-	28,5	-	52,5
2,194 – 3,95	-	23,5	-	43,5
3,95 – 20	-	8,5	-	18,5
20 – 30	-	-1,5	-	8,5
30 – 47	58	-	68	-
47 – 53,91	40	-	50	-
53,91 – 54,56	40	-	50	-
54,56 – 68	40	-	50	-
68 – 80,872	53	-	63	-
80,872 – 81,848	68	-	78	-
81,848 – 87	53	-	63	-
87 – 134,786	50	-	60	-
134,786 – 136,414	60	-	70	-
136,414 – 156	50	-	60	-
156 – 174	64	-	74	-
174 – 188,7	40	-	50	-
188,7 – 190,979	50	-	60	-
190,979 – 230	40	-	50	-
230 – 400	50	-	60	-
400 – 470	53	-	63	-
470 – 1 000	50	-	60	-
A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.				
NOTE Sur un site d'essai, la mesure sur des appareils de classe A peut être réalisée à 10 m ou à 30 m.				

Tableau 10 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les matériels d'usinage par décharges électriques et les matériels de soudage à l'arc de classe A mesurés sur un site d'essai

Gamme de fréquences MHz	Limites pour une distance de mesure de 10 m Quasi-crête dB(μV/m)
30 – 230	80 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 60
230 – 1 000	60

Tableau 11 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 2, classe B mesurés sur un site d'essai

Gamme de fréquences MHz	Limites pour une distance de mesure <i>D</i> en m		
	Champ électrique		Champ magnétique
	Distance de mesure de 10 m		Distance de mesure de 3 m
	Quasi-crête dB(μV/m)	Valeur moyenne ^a dB(μV/m)	Quasi-crête dB(μA/m)
0,15 – 30	–	–	39 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 3
30 – 80,872	30	25	–
80,872 – 81,848	50	45	–
81,848 – 134,786	30	25	–
134,786 – 136,414	50	45	–
136,414 – 230	30	25	–
230 – 1 000	37	32	–

Sur un site d'essai, la mesure sur des appareils de classe B peut être réalisée à 3 m ou à 10 m. Dans la gamme de fréquences au-dessus de 30 MHz, on doit utiliser un facteur de proportionnalité inverse de 20 dB par décade pour rapporter les résultats de mesure à la distance spécifiée, afin de déterminer la conformité.

A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.

a Les limites moyennes s'appliquent uniquement au matériel à commande par magnétron. Si le matériel à commande par magnétron dépasse la limite de quasi-crête à certaines fréquences, alors la mesure doit être répétée à ces fréquences avec le détecteur de valeur moyenne et les limites en valeur moyenne spécifiées dans ce tableau sont applicables.

Tableau 12 – Limites du champ magnétique pour les appareils de cuisson à induction destinés à un usage commercial

Gamme de fréquences MHz	Limites à une distance de 3 m Quasi-crête dB(μA/m)
0,009 – 0,070	69
0,070 – 0,148 5	69 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 39
0,148 5 – 4,0	39 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 3
4,0 – 30	3

Les limites de ce tableau s'appliquent aux appareils de cuisson à induction pour usage commercial ou pour usage domestique dont la dimension de la diagonale est supérieure à 1,6 m.

Les mesures sont effectuées à une distance de 3 m avec une antenne cadre de 0,6 m telle que celle décrite en 4.2.1 de la CISPR 16-1-4.

L'antenne doit être placée verticalement, son bord le plus bas étant à 1 m au-dessus du sol.

Tableau 13 – Limites du courant induit par le champ magnétique dans une antenne cadre de 2 m pour les appareils de cuisson à induction pour usage domestique

Gamme de fréquences MHz	Quasi-crête dB(μA)	
	Composante horizontale	Composante verticale
0,009 – 0,070	88	106
0,070 – 0,148 5	88 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 58	106 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 76
0,148 5 – 30	58 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 22	76 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 40
Les limites de ce tableau s'appliquent aux appareils de cuisson à induction pour usage domestique, dont la dimension de la diagonale est inférieure à 1,6 m. La mesure est effectuée en utilisant le système à antennes cadres (LAS, <i>loop antenna system</i>), tel que celui décrit en 7.6 de la CISPR 16-2-3.		

6.3.2.4 Gamme de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz

Les limites dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz s'appliquent uniquement aux appareils de groupe 2 fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz. Les limites spécifiées dans les Tableaux 14 à 16 s'appliquent uniquement aux perturbations radioélectriques apparaissant à l'extérieur des bandes dédiées ISM, telles que listées au Tableau 1.

Les limites du rayonnement électromagnétique perturbateur dans la gamme de fréquences comprise entre 1 GHz et 18 GHz sont spécifiées aux Tableaux 14 à 16; l'appareil doit respecter soit les limites du Tableau 14, soit à la fois les limites des Tableaux 15 et 16 (voir l'arbre de décision, Figure 5).

Les appareils d'éclairage ISM à fréquences radioélectriques fonctionnant dans les bandes de fréquences ISM dédiées (définies par l'UIT dans le Tableau 1) doivent respecter soit les limites de la classe B du Tableau 14, soit à la fois les limites des Tableaux 15 et 16.

Pour les générateurs de rayonnement UV alimentés en micro-ondes, les limites spécifiées au Tableau 14 s'appliquent.

Des recommandations pour la protection de services radio spécifiquement liés à la sécurité sont données dans l'Annexe E et dans le Tableau E.1.

Tableau 14 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2 produisant des perturbations de type continu et fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz

Gamme de fréquences GHz	Limites pour une distance de mesure de 3 m	
	Crête dB(μV/m)	
1 – 18	Classe A	Classe B
Dans les bandes de fréquences harmoniques	82 ^a	70
A l'extérieur des bandes de fréquences harmoniques	70	70
Mesures de crête avec une largeur de bande de résolution de 1 MHz et une largeur de bande de signal vidéo supérieure ou égale à 1 MHz.		
NOTE Dans ce tableau, le terme «bandes de fréquences harmoniques» signifie les bandes de fréquences qui sont multiples des bandes de fréquences ISM allouées au-delà de 1 GHz.		
a Aux fréquences limites inférieure et supérieure des bandes de fréquences harmoniques, la limite la plus contraignante de 70 dB(μV/m) s'applique.		

Tableau 15 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2, classe B, produisant des perturbations fluctuantes de type non continu et fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz

Gamme de fréquences GHz	Limites pour une distance de mesure de 3 m Crête dB(μV/m)
1 – 2,3	92
2,3 – 2,4	110
2,5 – 5,725	92
5,875 – 11,7	92
11,7 – 12,7	73
12,7 – 18	92
Mesures de crête avec une largeur de bande de résolution de 1 MHz et une largeur de bande de signal vidéo supérieure ou égale à 1 MHz.	
A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.	
NOTE Les limites de ce tableau ont été définies en considérant des sources fluctuantes telles que les fours à micro-ondes alimentés par magnétrons.	

Tableau 16 – Limites pondérées du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils du groupe 2, classe B, produisant des perturbations fluctuantes de type non continu et fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz

Gamme de fréquences GHz	Limites pour une distance de mesure de 3 m Crête dB(μV/m)
1 – 2,4	60
2,5 – 5,725	60
5,875 – 18	60
Mesures en valeur pondérée avec une largeur de bande de résolution de 1 MHz et une largeur de bande vidéo égale à 10 Hz. NOTE Pour vérifier les limites de ce tableau, des mesures sont seulement nécessaires autour de deux fréquences centrales: celle de la valeur crête la plus élevée dans la gamme située entre 1 005 MHz et 2 395 MHz et celle de la valeur crête la plus élevée dans la gamme située entre 2 505 MHz et 17 995 MHz (à l'exception de la bande 5 720 MHz à 5 880 MHz). Les mesures sont effectuées avec une largeur de bande sur l'analyseur de spectre de 10 MHz autour de ces deux fréquences centrales.	

6.4 Appareils du groupe 1 et du groupe 2, classe A, mesurés *in situ*

6.4.1 Valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes

Dans des conditions *in situ*, une évaluation des perturbations conduites n'est pas exigée.

6.4.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur

Les limites données au Tableau 17 s'appliquent aux appareils du groupe 1, classe A, et les limites données au Tableau 18 s'appliquent aux appareils du groupe 2, classe A.

Tableau 17 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 1, classe A mesurés *in situ*

Gamme de fréquences MHz	Limites avec une distance de mesure de 30 m à partir de la face extérieure du mur extérieur du bâtiment dans lequel se trouve l'appareil	
	Champ électrique Quasi-crête dB(μV/m)	Champ magnétique Quasi-crête ^a dB(μA/m)
0,15 – 0,49	–	13,5
0,49 – 3,95	–	3,5
3,95 – 20	–	-11,5
20 – 30	–	-21,5
30 – 230	30	–
230 – 1 000	37	–
A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée. Si les conditions locales ne permettent pas des mesures à 30 m, alors une distance supérieure peut être utilisée. Dans ce cas, un facteur inversement proportionnel de 20 dB par décade doit être utilisé pour rapporter les données mesurées à la distance spécifiée afin de déterminer la conformité.		
^a Ces limites s'appliquent en plus des limites dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 GHz aux perturbations rayonnées provenant de la fréquence de fonctionnement et de ses harmoniques, apparaissant dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 30 MHz, provoquées par les appareils du groupe 1, classe A, installés avec une puissance d'entrée assignée dépassant 20 kVA. Si le niveau de bruit ambiant dépasse les limites ci-dessus, les émissions de l'appareil à l'essai ne doivent pas augmenter ce seuil de bruit de plus de 3 dB.		

Tableau 18 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 2, classe A mesurés *in situ*

Gamme de fréquences MHz	Limites pour une distance de mesure <i>D</i> en m à partir du mur extérieur du bâtiment	
	Champ électrique Quasi-crête dB(μV/m)	Champ magnétique Quasi-crête dB(μA/m)
0,15 – 0,49	-	23,5
0,49 – 1,705	-	13,5
1,705 – 2,194	-	18,5
2,194 – 3,95	-	13,5
3,95 – 20	-	-1,5
20 – 30	-	-11,5
30 – 47	48	-
47 – 53,91	30	-
53,91 – 54,56	30	-
54,56 – 68	30	-
68 – 80,872	43	-
80,872 – 81,848	58	-
81,848 – 87	43	-
87 – 134,786	40	-
134,786 – 136,414	50	-
136,414 – 156	40	-
156 – 174	54	-
174 – 188,7	30	-
188,7 – 190,979	40	-
190,979 – 230	30	-
230 – 400	40	-
400 – 470	43	-
470 – 1 000	40	-
A la fréquence de transition, la limite la plus contraignante doit être appliquée.		

Pour les appareils du groupe 2 mesurés *in situ*, la distance de mesure *D*, à partir du mur extérieur du bâtiment dans lequel se trouve l'appareil, est égale à la plus petite des deux valeurs suivantes: $(30 + x/a)$ m ou 100 m, à condition que la distance de mesure *D* soit située dans les limites des locaux. Si la distance *D* calculée est située à l'extérieur de l'emprise de l'utilisateur, la distance de mesure *D* est égale à la plus grande des deux valeurs suivantes: *x* ou 30 m.

Pour le calcul des valeurs ci-dessus:

x est la distance la plus courte entre le mur extérieur du bâtiment dans lequel se trouve l'appareil et la limite de l'emprise de l'utilisateur pour chaque direction de mesure;

a = 2,5 pour les fréquences inférieures à 1 MHz;

a = 4,5 pour les fréquences supérieures ou égales à 1 MHz.

7 Exigences de mesure

7.1 Généralités

Les appareils de classe A peuvent être mesurés soit sur un site d'essai, soit *in situ*, comme indiqué par le fabricant. Les appareils de classe B doivent être mesurés sur un site d'essai.

Des exigences spécifiques pour les mesures sur un site d'essai sont données aux Articles 8 et 9 et, pour les mesures *in situ*, à l'Article 10.

Les exigences du présent article doivent être respectées aussi bien pour les mesures sur un site d'essai que pour les mesures *in situ*.

Les mesures sont seulement nécessaires dans les gammes de fréquences dans lesquelles les limites sont spécifiées à l'Article 6.

Les limites et les exigences de mesure de la présente norme ne s'appliquent pas aux composants et aux sous-ensembles qui ne sont pas prévus pour réaliser une fonction ISM par eux-mêmes.

7.2 Bruit ambiant

Un site d'essai pour les essais de type doit permettre de faire la distinction entre les émissions de l'appareil en essai et le bruit ambiant. Dans cette optique, on peut déterminer si le site d'essai est approprié en mesurant les niveaux de bruit ambiant sans faire fonctionner l'appareil en essai et en s'assurant que ces niveaux de bruit ambiant sont au moins de 6 dB au-dessous des limites spécifiées en 6.2 ou 6.3 selon le cas.

Il n'est pas nécessaire de réduire le niveau de bruit ambiant à 6 dB au-dessous de la limite spécifiée lorsque la combinaison du bruit ambiant et des émissions de l'appareil en essai ne dépasse pas la limite spécifiée. Dans ces conditions, l'appareil en essai est considéré comme satisfaisant à la limite spécifiée.

Lorsqu'on effectue des mesures de la tension perturbatrice aux bornes, les émissions locales de radio peuvent faire croître le niveau de bruit ambiant à certaines fréquences. Un filtre de radiofréquences adapté peut être inséré entre le réseau fictif et le réseau d'alimentation, ou les mesures peuvent être effectuées dans une enceinte blindée. Il convient que les composants formant le filtre de radiofréquences soient enfermés dans un écran métallique directement connecté à la terre de référence du système de mesure. Les exigences pour l'impédance du réseau fictif doivent être satisfaites, à la fréquence de la mesure, lorsque le filtre de radiofréquences est connecté.

Lorsqu'on mesure le rayonnement électromagnétique perturbateur, si les conditions de bruit ambiant de 6 dB ne peuvent pas être respectées, l'antenne peut être placée à une distance plus courte de l'appareil en essai que celle qui est spécifiée à l'Article 6 (voir 8.3.4).

7.3 Equipement de mesure

7.3.1 Appareils de mesure

Les récepteurs avec détecteurs de quasi-crête doivent être conformes à la CISPR 16-1-1. Les récepteurs avec détecteurs de valeur moyenne doivent être conformes à la CISPR 16-1-1.

NOTE 1 Les deux détecteurs peuvent être incorporés à un récepteur unique et l'on peut effectuer les mesures en utilisant alternativement le détecteur de quasi-crête et le détecteur de valeur moyenne.

Le récepteur de mesure employé doit être utilisé d'une manière telle qu'une variation de la fréquence de la perturbation que l'on mesure n'affecte pas les résultats.

NOTE 2 Il est possible d'utiliser des appareils de mesure ayant d'autres caractéristiques de détection, à condition de pouvoir prouver que la mesure des valeurs de perturbation est la même. L'attention est attirée sur la commodité de l'emploi d'un récepteur panoramique ou d'un analyseur de spectre, particulièrement si la fréquence de fonctionnement des appareils en essai change notablement pendant le cycle de fonctionnement.

Pour éviter que l'appareil de mesure indique de façon erronée une non-conformité aux limites, le récepteur de mesure doit être accordé sur une fréquence suffisamment éloignée des extrémités d'une des bandes ISM désignées, pour que les fréquences délimitant la bande à 6 dB du récepteur restent en dehors de cette bande désignée.

NOTE 3 Il convient de s'assurer que les caractéristiques de blindage et de réjection des fréquences parasites du récepteur de mesure sont adéquates quand on effectue des mesures sur des appareils à grande puissance.

Pour les mesures aux fréquences supérieures à 1 GHz, un analyseur de spectre aux caractéristiques telles qu'elles sont définies dans la CISPR 16-1-1 doit être utilisé.

NOTE 4 Les précautions qu'il convient de prendre lors de l'utilisation d'un analyseur de spectre sont indiquées à l'Annexe B.

7.3.2 Réseau fictif

Les mesures de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation doivent être effectuées en utilisant un réseau fictif tel que spécifié dans la CISPR 16-1-2.

Un réseau fictif est nécessaire d'une part pour présenter une impédance définie à certaines fréquences radioélectriques aux bornes de l'alimentation en énergie, au point de mesure de la tension perturbatrice, et d'autre part pour isoler l'appareil en essai du bruit ambiant conduit par les lignes d'alimentation.

7.3.3 Sonde de tension

La sonde de tension représentée sur la Figure 4 doit être utilisée lorsqu'on ne peut pas utiliser le réseau fictif. La sonde est connectée successivement entre chaque ligne et la terre de référence choisie (plaque métallique, tube métallique). La sonde est constituée essentiellement par un condensateur d'arrêt et une résistance telle que la résistance totale entre la ligne et la terre soit au moins de 1 500 Ω . L'effet sur la précision de mesure du condensateur ou de tout autre dispositif qui peut être utilisé pour protéger le récepteur de mesure contre les courants dangereux doit être soit inférieur à 1 dB, soit pris en compte dans l'étalonnage.

7.3.4 Antennes

7.3.4.1 Gamme de fréquences inférieures à 30 MHz

Dans la gamme de fréquences inférieure à 30 MHz, l'antenne utilisée doit être une boucle conforme aux spécifications de la CISPR 16-1-4. L'antenne doit être soutenue dans le plan vertical et autour d'un axe vertical. Le point le plus bas du cadre doit être à 1 m au-dessus du niveau du sol.

7.3.4.2 Gamme de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 GHz

Dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 GHz, l'antenne utilisée doit être conforme aux spécifications de la CISPR 16-1-4. Les mesures doivent être effectuées en polarisation horizontale et en polarisation verticale. Le point de l'antenne le plus près du sol ne doit pas être à moins de 0,2 m.

Pour les mesures sur un site d'essai, le centre de l'antenne doit être déplacé en hauteur entre 1 m et 4 m pour obtenir l'indication maximale à chaque fréquence d'essai.

Pour les mesures *in situ*, le centre de l'antenne doit être fixé à 2,0 m $\pm$ 0,2 m au-dessus du sol.

NOTE On peut utiliser d'autres antennes, à condition qu'il puisse être démontré que les résultats correspondants ne s'écartent pas de ± 2 dB des résultats que l'on aurait obtenus si l'on avait utilisé une antenne doublet symétrique.

7.3.4.3 Gammas de fréquences au-delà de 1 GHz

Pour les mesures aux fréquences supérieures à 1 GHz, l'antenne utilisée doit être telle qu'elle est définie dans la CISPR 16-1-4.

7.3.5 Main artificielle

Au cours des mesures de tension perturbatrice sur des appareils tenus à la main, l'utilisation d'une main artificielle est requise pour simuler l'influence de la main de l'utilisateur.

La main artificielle est constituée d'une feuille métallique reliée à l'une des bornes (borne M) d'un dipôle RC constitué d'un condensateur de $220 \text{ pF} \pm 20 \%$ en série avec une résistance de $510 \Omega \pm 10 \%$ (voir la Figure 6); l'autre borne de ce dipôle RC doit être reliée à la terre de référence du système de mesure (voir CISPR 16-1-2). Le dipôle RC de la main artificielle peut être inséré dans l'enveloppe du réseau fictif.

7.4 Mesure de fréquence

En ce qui concerne les appareils prévus pour fonctionner à une fréquence fondamentale située dans l'une des bandes désignées dans la liste du Tableau 1, la fréquence doit être vérifiée avec un appareil de mesure présentant une erreur inhérente de mesure inférieure ou égale à $1/10$ de la tolérance admise pour la fréquence médiane de la bande désignée. La fréquence doit être mesurée pour toutes les valeurs de la charge à partir de la puissance la plus faible normalement utilisée jusqu'à la puissance maximale.

7.5 Configuration des appareils en essai

7.5.1 Généralités

Le niveau de perturbation doit être augmenté au maximum en faisant varier la configuration des appareils, en restant compatible avec les applications typiques de l'appareil en essai.

NOTE La souplesse inhérente à chaque installation particulière déterminera à quel point le présent paragraphe s'applique à la mesure d'une installation *in situ*. Les dispositions du présent paragraphe sont applicables aux mesures *in situ*, dans la mesure où une installation particulière permet de faire varier la position des câbles, de faire fonctionner différentes unités indépendamment les unes des autres à l'intérieur de l'installation, de faire varier la position de l'installation à l'intérieur des locaux, etc.

La configuration des appareils en essai doit être indiquée avec précision dans le rapport d'essai.

7.5.2 Câbles de raccordement

Le présent paragraphe s'applique aux appareils dans lesquels diverses parties sont interconnectées par des câbles, ou aux systèmes dans lesquels plusieurs appareils sont interconnectés.

NOTE 1 Le respect de toutes les dispositions de ce paragraphe permet l'application des résultats d'une évaluation à plusieurs configurations d'un système utilisant les mêmes types d'appareils et de câbles à l'exclusion de tout autre, chaque configuration de système étant en effet un sous-système de celui qui a été évalué.

Les câbles de raccordement doivent être du type et de la longueur spécifiés dans les exigences applicables aux appareils individuels. Si l'on peut faire varier la longueur, on doit choisir celle qui produit l'émission maximale lors des mesures de champ.

Si des câbles blindés ou spéciaux sont utilisés pendant les essais, l'emploi de ces câbles doit être spécifié dans le manuel d'instructions.

Le raccordement des câbles de signaux, à l'exception de ceux fournis par le fabricant, n'est pas exigé pendant les mesures d'émission à fréquences radioélectriques des appareils d'essai et de mesure portables, groupe 1, ou ceux destinés à être utilisés dans les laboratoires et mis en œuvre par des personnes compétentes. Par exemple, on peut citer les générateurs de signaux, les analyseurs de réseaux, les analyseurs logiques et les analyseurs de spectre.

Lors de la réalisation de mesures de tension aux bornes, les longueurs de câbles en excès doivent être rassemblées au centre approximatif du câble en faisceaux de 30 cm à 40 cm de longueur. S'il n'est en pratique pas possible de procéder de la sorte, la manière dont on a disposé l'excédent de câble doit être indiquée avec précision dans le rapport d'essai.

Dans les cas où il y a des bornes d'interface multiples toutes du même type, il suffit de connecter un câble à une seule borne de ce type, à la condition qu'il puisse être démontré que les câbles supplémentaires n'affecteront pas les résultats d'une manière significative.

Tout jeu de résultats doit être accompagné d'une description complète de l'orientation des appareils et des câbles pour que ces résultats puissent être répétés. S'il y a des conditions d'emploi, ces conditions doivent être spécifiées, documentées et incluses dans le mode d'emploi.

Si un appareil peut exécuter séparément une fonction quelconque parmi plusieurs, ledit appareil doit être soumis aux essais pendant l'exécution de chacune de ces fonctions. Dans le cas de systèmes qui peuvent inclure un certain nombre d'appareils différents, un exemplaire de chaque type d'appareil qui peut être incorporé à la configuration du système doit être inclus dans l'évaluation.

Un système qui peut comporter plusieurs appareils identiques, mais dont l'évaluation a été effectuée au moyen d'un seul de ces appareils, n'exige pas d'autre évaluation si l'évaluation initiale s'est avérée satisfaisante.

NOTE 2 Cela est autorisé parce qu'il a été constaté qu'en pratique les émissions provenant de modules identiques ne s'ajoutent pas.

Lorsqu'on évalue un appareil qui est en interaction fonctionnelle avec d'autres appareils pour former un système, l'évaluation peut être effectuée soit en utilisant ces appareils complémentaires pour représenter le système total, soit avec des simulateurs. Dans les deux cas, on doit s'assurer que, lors de l'évaluation de l'appareil en essai, les effets du reste du système ou des simulateurs satisfont aux conditions de bruit ambiant spécifiées en 7.2. Tout simulateur utilisé à la place d'un appareil réel doit représenter correctement les caractéristiques électriques et, dans certains cas, les caractéristiques mécaniques de l'interface, particulièrement en ce qui concerne les impédances et les signaux à fréquences radioélectriques, ainsi que les types et les configurations des câbles.

NOTE 3 Cette méthode est nécessaire pour permettre l'évaluation des appareils qui seront combinés avec d'autres appareils provenant de fabricants différents pour constituer un système.

7.5.3 Connexion au réseau d'alimentation électrique sur un site d'essai

Quand on effectue des mesures sur un site d'essai, le réseau en V spécifié en 7.3.2 doit être utilisé chaque fois que cela est possible. Le réseau en V doit être situé de manière telle que sa surface la plus proche se trouve à un minimum de 0,8 m du périmètre de l'appareil en essai.

Lorsque le fabricant fournit un cordon d'alimentation flexible, celui-ci doit avoir 1 m de long ou, s'il est plus long, l'excès de câble doit être replié sur lui-même pour former un faisceau ne dépassant pas 0,4 m de longueur.

L'appareil en essai doit être alimenté à la tension nominale.

Dans les cas où un câble d'alimentation est spécifié dans les instructions d'installation du fabricant, une longueur de 1 m du type spécifié doit être connectée entre l'unité soumise aux essais et le réseau en V.

Les connexions de terre éventuellement nécessaires pour des raisons de sécurité doivent être connectées au point de terre de référence du réseau en V et, au cas où elles ne sont pas fournies ou spécifiées de façon différente par le fabricant, avoir 1 m de long et être placées parallèlement au conducteur d'alimentation à une distance ne dépassant pas 0,1 m.

Les autres connexions de terre (prévues par exemple pour la compatibilité électromagnétique) qui sont soit spécifiées, soit fournies par le fabricant pour être connectées à la même borne que celle prévue pour la connexion de la terre de sécurité, doivent être également connectées au point de terre de référence du réseau en V.

Lorsque l'ensemble en essai est un système comportant plus d'un appareil, chacun muni de son propre cordon d'alimentation, le point de connexion du réseau en V est déterminé d'après les règles suivantes:

- a) chaque câble d'alimentation terminé par une fiche d'alimentation réseau de modèle normalisé (par exemple, selon la CEI 60083) doit être soumis aux essais séparément;
- b) les bornes ou câbles d'alimentation non spécifiés par le fabricant comme devant être raccordés à un autre appareil du système pour son alimentation en énergie doivent être soumis aux essais séparément;
- c) les bornes ou câbles d'alimentation spécifiés par le fabricant comme devant être raccordés à un autre appareil du système pour son alimentation réseau doivent être connectés à cet appareil, et les bornes ou les câbles d'alimentation de l'appareil hôte doivent être connectés au réseau en V;
- d) lorsqu'il est spécifié un raccordement spécial, le matériel nécessaire pour effectuer le raccordement doit être utilisé pendant l'évaluation des appareils en essai.

7.6 Conditions de charge des appareils en essai

7.6.1 Généralités

Les conditions de charge des appareils en essai sont spécifiées dans le présent paragraphe. Les appareils non couverts par le présent paragraphe doivent être utilisés de manière à augmenter au maximum les perturbations engendrées tout en se conformant aux modes normaux d'utilisation tels qu'ils sont définis dans le manuel d'utilisation des appareils.

7.6.2 Appareils médicaux

7.6.2.1 Appareils de thérapie utilisant les fréquences comprises entre 0,15 MHz et 300 MHz

Toutes les mesures doivent être effectuées dans les conditions normales de fonctionnement indiquées dans le manuel d'utilisation de l'appareil. Le circuit à utiliser en sortie pour charger cet appareil dépend de la nature des électrodes avec lesquelles il doit être utilisé.

Pour les appareils à électrodes capacitives, on doit utiliser une charge fictive pour les mesures. La Figure 3 montre la disposition générale à respecter. La charge fictive doit être essentiellement résistive et être capable d'absorber la puissance assignée de sortie maximale de l'appareil.

Les deux bornes de connexion de la charge fictive doivent être situées aux extrémités opposées de la charge et chaque borne doit être reliée directement à un plateau métallique circulaire ayant un diamètre de $170 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$. Les mesures doivent être effectuées avec tous les câbles de sortie et électrodes capacitives fournis avec l'appareil. Les électrodes capacitives doivent être disposées aux extrémités de la charge fictive, parallèlement aux

plateaux métalliques circulaires, et leur distance par rapport à ces derniers doit être réglée de façon que la puissance dissipée dans la charge fictive ait la valeur appropriée.

Les mesures doivent être effectuées en plaçant la charge fictive en position horizontale et en position verticale (voir Figure 3). Dans chaque cas, lors des mesures du rayonnement électromagnétique perturbateur, on doit faire pivoter l'ensemble comprenant l'appareil, les câbles de sortie, les électrodes capacitatives et la charge fictive autour de son axe vertical, afin de déterminer la valeur maximale du champ rayonné.

NOTE Les montages de lampes suivants se sont avérés satisfaisants pour soumettre aux essais de nombreux types d'appareils dans la plage de puissances d'essai:

- a) puissance nominale de sortie de l'appareil comprise entre 100 W et 300 W:
quatre lampes de 110 V/60 W en parallèle, ou cinq lampes de 125 V/60 W en parallèle;
- b) puissance nominale de sortie comprise entre 300 W et 500 W:
quatre lampes de 125 V/100 W en parallèle, ou cinq lampes de 150 V/100 W en parallèle.

Pour les appareils à électrodes de type inductif, on doit effectuer les mesures en utilisant les câbles et les bobines fournis avec l'appareil servant au traitement du patient. La charge utilisée pour l'essai doit comporter un récipient tubulaire vertical en matériau isolant de 10 cm de diamètre. Ce récipient est rempli sur une hauteur de 50 cm avec une solution comprenant 9 g de chlorure de sodium par litre d'eau distillée.

Le récipient doit être placé à l'intérieur de la bobine, de manière que son axe soit confondu avec celui de la bobine. Le centre de la bobine doit également coïncider avec le centre de la charge liquide.

Les mesures doivent être effectuées à la puissance maximale ainsi qu'à la moitié de cette puissance; quand c'est possible, la charge de sortie doit être accordée sur la fréquence fondamentale de l'appareil.

Toutes les mesures doivent être effectuées dans toutes les conditions de fonctionnement de l'appareil prévues dans le manuel de fonctionnement de l'appareil.

7.6.2.2 Appareils de thérapie UHF et micro-ondes fonctionnant à des fréquences supérieures à 300 MHz

Les mesures doivent d'abord être effectuées en connectant le circuit de sortie de l'appareil à une résistance de charge de même valeur que l'impédance caractéristique du câble qui alimente la charge normale de l'appareil.

On doit ensuite effectuer ces mesures avec chaque électrode, l'appareil étant mis dans toutes les positions et directions possibles, sans milieu absorbant, en respectant les spécifications indiquées dans le mode d'emploi.

Les niveaux les plus élevés mesurés en utilisant l'une ou l'autre de ces méthodes doivent être utilisés pour déterminer la conformité aux limites.

NOTE 1 Si besoin est, il convient de mesurer la puissance maximale de sortie de l'appareil avec la première méthode. Pour déterminer l'adaptation de la résistance de charge au circuit de sortie de l'appareil, il convient de mesurer le rapport d'onde stationnaire existant entre le générateur et la résistance de charge. Il convient que le rapport d'onde stationnaire (ROS) ne dépasse pas 1,5.

NOTE 2 Les méthodes de charge des autres appareils médicaux sont à l'étude.

7.6.2.3 Appareils de thérapie à ultrasons

Les mesures doivent être effectuées avec le transducteur connecté au générateur. Le transducteur doit être plongé dans un récipient non métallique d'environ 10 cm de diamètre, rempli d'eau distillée.

Les mesures doivent être effectuées à la fois à la puissance maximale et à la moitié de celle-ci et, dans le cas où le circuit de sortie peut être accordé, il doit être accordé sur la fréquence de résonance, puis désaccordé. Les spécifications qui figurent dans le mode d'emploi de l'appareil doivent être observées.

NOTE Il convient que la mesure de la puissance maximale de sortie de l'appareil soit effectuée, si besoin est, conformément à la méthode décrite dans la CEI 61689 ou en utilisant une méthode dérivée.

7.6.3 Appareils industriels

Les appareils industriels doivent être soumis aux essais soit avec la charge utilisée en service, soit avec un dispositif équivalent.

Si l'appareil en essai peut être raccordé à des canalisations auxiliaires (eau, gaz, air, etc.), on doit effectuer ces raccordements avec des sections de raccordement en tube isolant d'au moins 3 m de long. Pour les mesures effectuées avec la charge utilisée en service, on doit disposer les câbles et les électrodes comme en utilisation normale. Les mesures doivent être effectuées à la puissance de sortie maximale et à la moitié de cette puissance. Les appareils qui fonctionnent normalement avec une puissance de sortie nulle ou très faible doivent également être soumis aux essais dans ces conditions.

Il convient de soumettre aux essais les appareils industriels de chauffage par induction et les appareils de chauffage diélectrique dans une configuration et avec une charge équivalentes à l'utilisation réelle ou prévue. Lorsque l'appareil peut être configuré pour une variété de charges ou que la charge n'est pas disponible, la charge spécifiée dans la CEI 61922 pour les appareils de chauffage par induction et dans la CEI 61308 pour les appareils de chauffage diélectrique peut être utilisée. Les appareils industriels de chauffage par résistance doivent être soumis aux essais avec ou sans la charge, tel que spécifié par le fabricant.

NOTE L'expérience a montré qu'un dispositif de charge avec circulation d'eau convient pour de nombreux types d'appareils de chauffage diélectrique.

Les appareils industriels de chauffage à micro-ondes doivent être conformes à la valeur limite de rayonnement indiquée à l'Article 6 lorsqu'ils sont chargés conformément à la CEI 61307 ou avec une charge utilisée en pratique. La charge doit être modifiée de manière à assurer le maximum de transfert d'énergie, les variations de fréquence ou de rayonnement harmonique, en fonction des caractéristiques étudiées.

7.6.4 Appareils scientifiques, appareils de laboratoire et de mesure

Les appareils scientifiques doivent être soumis aux essais dans les conditions normales de fonctionnement.

7.6.5 Appareils de cuisson à micro-ondes

Les niveaux mesurés sur des appareils de cuisson à micro-ondes doivent être conformes aux valeurs limites de rayonnement indiquées à l'Article 6 lorsqu'ils sont soumis aux essais avec tous leurs constituants normaux, tels que plateaux en place, et avec une charge de 1 l d'eau du robinet initialement à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, placée au centre de la surface support fournie par le fabricant.

Le réservoir pour l'eau doit être une cuve cylindrique en verre borosilicaté d'un diamètre extérieur de $190\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ et d'une hauteur de $90\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ (voir aussi la CEI 60705).

Avant la mesure, un fonctionnement préliminaire du four à micro-ondes en essai doit être effectué jusqu'à ce que la fréquence d'oscillation du magnétron soit stabilisée. Un temps de préchauffage supérieur à 5 min est exigé.

NOTE Pendant la mesure, il convient de remplacer la charge d'eau par de l'eau froide, avant qu'elle ne commence à bouillir.

Pour les mesures de crête au-dessus de 1 GHz (voir Tableau 14 ou Tableau 15), les mesures doivent être effectuées avec l'azimut de l'appareil à l'essai variant par pas de 30° (position de départ perpendiculaire à la porte). Pour chacune de ces 12 positions, une conservation du maximum doit être effectuée pendant une période de 20 s. Puis, à la position pour laquelle le maximum a été obtenu, une conservation du maximum doit être effectuée pendant 2 min et le résultat comparé à la limite appropriée (voir Tableau 14 ou Tableau 15).

Les mesures pondérées au-dessus de 1 GHz (voir Tableau 16) doivent être effectuées à la position pour laquelle le maximum a été obtenu lors des mesures de crête et doivent être le résultat d'une conservation du maximum pendant au moins cinq balayages.

Dans tous les cas, la phase de démarrage du four (quelques secondes) ne doit pas être prise en compte.

7.6.6 Autres appareils fonctionnant dans la gamme de fréquences comprises entre 1 GHz et 18 GHz

Les niveaux mesurés sur les autres appareils doivent être conformes aux valeurs limites de rayonnement indiquées à l'Article 6 lorsqu'ils sont soumis aux essais avec une charge fictive constituée d'une certaine quantité d'eau du robinet contenue dans un récipient non conducteur. La taille et la forme du récipient, sa position dans l'appareil et la quantité d'eau qu'il contient doivent être modifiées de manière à assurer le maximum de transfert d'énergie, les variations de fréquence ou le rayonnement harmonique dépendant des caractéristiques étudiées.

7.6.7 Appareils de cuisson à induction comportant un ou plusieurs foyers

Chaque foyer de cuisson est mis en fonctionnement avec un récipient en acier émaillé rempli à 80 % de son volume maximal d'eau du robinet.

La position du récipient doit correspondre au marquage du foyer sur la plaque.

Les foyers doivent être mis en fonctionnement séparément et successivement.

Un foyer de cuisson avec plus d'une bobine à induction doit être mesuré avec deux conditions de charge. La première mesure doit être effectuée avec la plus petite bobine de la zone activée. La deuxième mesure doit être effectuée avec toutes les bobines de la zone activées. Dans chaque cas, le plus petit récipient standard utilisable doit être utilisé (ou le récipient le plus petit conformément aux instructions du fabricant, qui prévalent), ce qui active simplement la bobine la plus petite, ou toutes les bobines de la zone, respectivement.

Les réglages de puissance doivent être choisis pour donner la puissance d'entrée maximale.

Le fond du récipient doit être concave. La concavité ne doit pas être supérieure à 0,6 % du diamètre du récipient, comparée à une surface plane, pour une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

On doit placer le plus petit récipient standard utilisable au centre de chaque foyer de cuisson. Pour les dimensions du récipient, les instructions du fabricant prévalent.

Pour les zones de cuisson qui ne sont pas destinées à être utilisées avec des récipients plats (par exemple les zones pour woks), la mesure doit être réalisée avec le récipient fourni avec la table de cuisson, ou bien avec le récipient recommandé par le fabricant.

Les dimensions de la surface de contact des récipients de cuisson standard sont:

110 mm

145 mm

180 mm

210 mm

300 mm

Matériau du récipient: la méthode de cuisson par induction a été développée pour des ustensiles ferromagnétiques. Pour cette raison, les mesures doivent être effectuées avec des récipients en acier émaillé.

NOTE Sur le marché, certains récipients sont fabriqués en alliage partiellement ferromagnétique. Toutefois, ces ustensiles peuvent avoir une influence sur le circuit sensible au déplacement du récipient.

7.6.8 Matériel de soudage électrique

Pour le matériel de soudage à l'arc, l'opération de soudage pendant l'essai est simulée par une charge conventionnelle du matériel. Les dispositifs d'amorçage et de stabilisation d'arc doivent être coupés pendant les mesures des émissions. Les conditions de charge et la configuration d'essai pour les matériels de soudage à l'arc sont spécifiées dans la CEI 60974-10.

Pour les matériels de soudage par résistance, l'opération de soudage pendant l'essai est simulée en mettant en court-circuit le circuit de soudage. Les conditions de charge et la configuration d'essai pour les matériels de soudage par résistance sont spécifiées dans la CEI 62135-2.

7.7 Enregistrement des résultats de mesure de l'emplacement d'essai

7.7.1 Généralités

Tous les résultats obtenus à partir des mesures des perturbations radioélectriques conduites et/ou rayonnées doivent être enregistrés dans le rapport d'essai. Si les résultats ne sont pas enregistrés de manière continue et/ou sous une forme graphique sur toute la gamme de fréquences observée, alors les exigences minimales d'enregistrement établies en 7.7.2 et 7.7.3 doivent s'appliquer.

En outre, le rapport d'essai doit inclure l'incertitude sur l'instrumentation de mesure telle que spécifiée dans la CISPR 16-4-2.

7.7.2 Perturbations conduites

Parmi toutes les émissions conduites au-dessus de $(L - 20 \text{ dB})$, où L représente le niveau limite en unités logarithmiques, l'enregistrement doit inclure au moins les niveaux de perturbation et les fréquences des six perturbations les plus élevées dans chacune des gammes de fréquences observées depuis chacun des ports d'alimentation de l'appareil à l'essai. L'enregistrement doit aussi inclure une indication du conducteur du port d'alimentation sur lequel sont véhiculées la ou les perturbations observées.

7.7.3 Perturbations rayonnées

Parmi toutes les émissions rayonnées au-dessus de $(L - 10 \text{ dB})$, où L représente le niveau limite en unités logarithmiques, l'enregistrement doit inclure au moins les niveaux de perturbation et les fréquences des six perturbations les plus élevées dans chacune des gammes de fréquences observées. Le rapport doit inclure la polarisation de l'antenne, sa hauteur, et, le cas échéant, la position de rotation du plateau tournant, pour chacune des perturbations consignées. Dans le cas de mesures sur un site d'essai, la distance de mesure réellement sélectionnée et utilisée (voir 6.2.2 ou 6.3.2, respectivement) doit également être enregistrée dans le rapport d'essai.

8 Dispositions spéciales pour les mesures sur un site d'essai (9 kHz à 1 GHz)

8.1 Plans de masse

Un plan de masse doit être utilisé pour les mesures sur un site d'essai. La situation de l'appareil en essai par rapport au plan de masse doit être équivalente à celle qui se rencontre en pratique, c'est-à-dire que les appareils devant reposer sur le sol sont placés sur le plan de masse ou isolés de celui-ci par un mince revêtement isolant, tandis que les appareils portatifs et autres appareils ne reposant pas normalement sur le sol sont placés sur une table non métallique à 0,8 m au-dessus du plan de masse.

Un plan de masse doit être utilisé pour la mesure du rayonnement et la mesure de la tension perturbatrice aux bornes. Les exigences pour le site d'essai en rayonnement sont indiquées en 8.3 et, pour le plan de masse pour la mesure de la tension perturbatrice aux bornes, en 8.2.

NOTE Pour les gros fours à micro-ondes commerciaux, il est nécessaire de s'assurer que les résultats des mesures ne sont pas affectés par des effets de champ proche. Pour des conseils, il convient de consulter la CISPR 16-2-3.

8.2 Mesure de la tension perturbatrice aux bornes

8.2.1 Généralités

La mesure de la tension perturbatrice aux bornes peut être effectuée:

- a) sur le site d'essai en rayonnement avec l'appareil en essai ayant la même configuration que pour la mesure du rayonnement;
- b) au-dessus d'un plan de masse métallique qui doit déborder d'au moins 0,5 m autour du périmètre de l'appareil en essai, et ayant une taille minimale de 2 m × 2 m; ou
- c) à l'intérieur d'une cage de Faraday. Le plancher ou un mur de la salle blindée doit servir de plan de masse.

L'option a) doit être utilisée quand le site d'essai comporte un plan de masse métallique. Dans les options b) et c), l'appareil en essai, s'il ne doit pas reposer sur le sol, doit être placé à 0,4 m du plan de sol. Les appareils en essai qui doivent reposer sur le sol doivent être placés sur le plan de masse, le ou les points de contact étant isolés du plan de masse, mais par ailleurs conformes à l'usage normal. Tous les appareils en essai doivent être distants d'au moins 0,8 m de toute autre surface métallique.

Le plan de masse doit être raccordé à la borne de terre de référence du réseau en V au moyen d'un conducteur aussi court que possible.

Les câbles d'alimentation et de liaison doivent être orientés par rapport au plan de masse d'une manière équivalente à celle correspondant à un emploi normal et toutes les précautions doivent être prises pour disposer les câbles de manière à éviter les effets parasites.

Lorsque l'appareil en essai est muni d'une borne spéciale de terre, celle-ci doit être connectée à la terre par un fil aussi court que possible. En l'absence de borne de terre, l'appareil doit être soumis aux essais avec ses connexions normales, la mise à la terre éventuelle étant par exemple effectuée par le réseau d'alimentation.

8.2.2 Appareils tenus à la main fonctionnant normalement sans mise à la terre

Pour ces appareils, des mesures supplémentaires doivent être effectuées en utilisant la main artificielle décrite en 7.3.5.

La main artificielle doit être uniquement appliquée sur les poignées, les manchons et les parties de l'appareil spécifiées comme telles par le fabricant. En l'absence de spécification du fabricant, la main artificielle doit être appliquée de la façon suivante.

La démarche générale que l'on doit suivre pour l'application de cette main artificielle consiste à enrouler la feuille métallique autour des poignées (une main artificielle par poignée), à la fois fixes et amovibles fournies avec l'appareil.

Les parties métalliques peintes ou laquées sont considérées comme des parties exposées, et doivent être reliées directement à la borne M du dipôle RC.

Si le boîtier de l'appareil est entièrement métallique, une feuille métallique n'est pas nécessaire et la borne M du dipôle RC doit être reliée directement au corps de l'appareil.

Si le boîtier de l'appareil est en matériau isolant, des feuilles métalliques doivent être enroulées autour des poignées.

Lorsque le boîtier de l'appareil est en partie métallique et en partie en matériau isolant, et qu'il est équipé de poignées isolantes, des feuilles métalliques doivent être enroulées autour des poignées.

8.3 Site d'essai en rayonnement dans la bande de 9 kHz à 1 GHz

8.3.1 Généralités

Le site d'essai en rayonnement pour les appareils ISM doit être plat, exempt de fils aériens et de structures réfléchissantes voisines et d'une taille suffisante pour permettre une séparation adéquate entre l'antenne, l'appareil en essai et les structures réfléchissantes.

Un site d'essai en rayonnement qui répond aux critères définis est inscrit dans le périmètre d'une ellipse dont le grand axe est égal à deux fois la distance entre les foyers et dont le petit axe est égal à la racine carrée de trois fois cette distance. L'appareil en essai et l'équipement de mesure sont placés à chacun des foyers. La longueur de trajet de tout rayon réfléchi par un objet situé sur le périmètre de ce site d'essai en rayonnement est égale à deux fois la longueur du trajet direct entre les foyers. Ce site d'essai en rayonnement est illustré à la Figure 1.

Pour le site d'essai à 10 m, le plan de masse naturel doit être augmenté d'un plan de masse métallique qui doit dépasser d'au moins 1 m le périmètre de l'appareil en essai sur un côté, et d'au moins 1 m l'antenne de mesure et son support de l'autre (voir Figure 2). Le plan de masse ne doit comporter ni trous ni coupures autres que des perforations ne dépassant pas $0,1 \lambda$ à 1 GHz (environ 30 mm).

8.3.2 Validation du site d'essai en rayonnement (9 kHz à 1 GHz)

Les sites d'essai doivent être validés conformément à la CISPR 16-1-4.

8.3.3 Disposition de l'appareil en essai (9 kHz à 1 GHz)

S'il est possible de le faire, l'appareil en essai doit être placé sur une table tournante. La séparation entre l'appareil en essai et l'antenne de mesure doit être la distance horizontale entre l'antenne de mesure et la partie la plus proche du périmètre de l'appareil en essai sur une rotation.

8.3.4 Mesures de rayonnement (9 kHz à 1 GHz)

La séparation entre l'antenne et l'appareil en essai doit être conforme à ce qui est spécifié à l'Article 6. Si la mesure du champ à une certaine fréquence ne peut être effectuée à la distance spécifiée à cause de niveaux élevés de bruit ambiant (voir 7.2), les mesures à cette fréquence peuvent être effectuées à une distance plus courte, mais pas inférieure à 3 m. Dans les cas où cela a été effectué, le rapport d'essai doit préciser la distance et les circonstances de la mesure. Pour les mesures sur un site d'essai dans la gamme de fréquences au-dessus de 30 MHz, on doit utiliser un facteur de proportionnalité inverse de 20 dB par décade pour rapporter les résultats de mesure à la distance spécifiée, afin de déterminer la conformité. Lors

de la mesure d'appareils de grandes dimensions, il convient de prêter attention aux effets de champ proche, pour les mesures à 3 m à des fréquences voisines de 30 MHz. Pour les mesures sur un site d'essai dans la gamme de fréquences en dessous de 30 MHz, le facteur de conversion s'écarte de 20 dB par décade. Dans ce cas, les limites appropriées définies aux Tableaux 9 et 11 peuvent être utilisées, respectivement.

Pour un appareil en essai placé sur une table tournante, la table tournante doit être soumise à une rotation complète avec une antenne de mesure orientée pour les polarisations horizontale et verticale. Le niveau le plus élevé enregistré du rayonnement électromagnétique perturbateur, à chaque fréquence doit être noté.

Pour un appareil en essai non placé sur une table tournante, l'antenne de mesure doit être placée en divers points dans l'azimut pour les polarisations horizontale et verticale. On doit veiller à ce que les mesures soient effectuées dans les orientations correspondant au rayonnement maximal et à ce que le niveau le plus élevé à chaque fréquence soit enregistré.

NOTE A chaque position en azimut de l'antenne de mesure, il convient que les exigences pour l'emplacement de mesure de rayonnement spécifiées en 8.3.1 soient respectées.

8.4 Autres sites d'essai en rayonnement dans la bande de fréquences comprises entre 30 MHz et 1 GHz

Les mesures peuvent être effectuées sur des sites d'essai en rayonnement qui n'ont pas les caractéristiques physiques décrites en 8.3. On doit obtenir la preuve que ces autres sites donneront des résultats valables. Un autre site d'essai en rayonnement dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 GHz est acceptable si les mesures d'affaiblissement de site, horizontales et verticales, effectuées selon 5.7 de la CISPR 16-1-4, sont à ± 4 dB de l'affaiblissement théorique de site, tel qu'il est donné au Tableau 1 ou 2 de la CISPR 16-1-4.

Dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 GHz, les autres sites d'essai en rayonnement doivent permettre les mesures aux distances spécifiées par ailleurs aux Articles 6 et/ou 8 de la présente norme et doivent être validés pour ces distances.

9 Mesures de rayonnement: de 1 GHz à 18 GHz

9.1 Disposition de l'appareil en essai

L'équipement en essai doit être placé sur une table tournante à une hauteur appropriée. L'appareil en essai doit être alimenté à la tension nominale.

9.2 Antenne de réception

Les mesures doivent être effectuées avec une antenne directive à petite ouverture permettant de faire des mesures séparées des composantes verticale et horizontale du champ rayonné. La hauteur au-dessus du sol de l'axe de l'antenne doit correspondre à celle du centre approximatif de rayonnement de l'appareil en essai. La distance entre l'antenne de réception et l'appareil à l'essai doit être de 3 m.

9.3 Validation et étalonnage du site d'essai

Les mesures doivent être effectuées dans des conditions d'espace libre; c'est-à-dire que les réflexions sur le sol ne doivent pas influencer les mesures, voir la CISPR 16-1-4.

Les sites d'essai validés pour des mesures de champ entre 30 MHz et 1 GHz peuvent être utilisés pour des mesures au-delà de 1 GHz, à condition que des matériaux absorbants soient placés sur le sol entre l'équipement en essai et l'antenne de réception.

9.4 Procédure de mesure

Il convient que la procédure générale de mesure au-dessus de 1 GHz, spécifiée dans la CISPR 16-2-3, soit consultée pour information. Les mesures doivent être effectuées avec l'antenne orientée pour les polarisations horizontale et verticale, et la table tournante, avec l'appareil en essai, doit être mise en rotation. Il faut s'assurer qu'avec l'appareil en essai mis hors circuit, le niveau du bruit de fond est au moins de 10 dB au-dessous de la limite de référence, sinon la lecture peut être affectée de façon significative.

Les mesures de crête au-dessus de 1 GHz (voir Tableau 14 ou Tableau 15) doivent être le résultat d'une conservation du maximum sur l'analyseur de spectre.

Les mesures pondérées au-dessus de 1 GHz (voir Tableau 16) doivent être le résultat d'une conservation du maximum et doivent être effectuées avec l'analyseur de spectre en mode logarithmique (valeurs affichées en décibels).

NOTE Une bande vidéo de 10 Hz associée à des valeurs logarithmiques fournit un niveau plus proche de la valeur moyenne du signal mesuré en unités logarithmiques. Ce résultat est inférieur à la valeur moyenne qui serait obtenue en mode linéaire.

10 Mesures *in situ*

Pour un appareil qui n'est pas soumis aux essais sur un site de mesure en rayonnement, la mesure doit être effectuée après l'installation de l'appareil chez l'utilisateur. Les mesures doivent être effectuées à partir du mur extérieur du bâtiment dans lequel se trouve l'appareil à la distance spécifiée en 6.4.

Le nombre des mesures effectuées en azimut doit être aussi grand que cela est raisonnablement possible, mais il doit y avoir au moins quatre mesures dans des directions orthogonales et des mesures dans la direction de tous les systèmes de radio existants qui peuvent être perturbés.

NOTE Pour les gros fours à micro-ondes commerciaux, il est nécessaire de s'assurer que les résultats des mesures ne sont pas affectés par des effets de champ proche. Pour des conseils, il convient de consulter la CISPR 16-2-3.

11 Mesures de sécurité

Les appareils ISM sont, par nature, susceptibles d'émettre des rayonnements électromagnétiques à un niveau dangereux pour l'être humain. Avant de procéder à des essais de rayonnement électromagnétique perturbateur, il convient que les appareils ISM soient vérifiés à l'aide d'un contrôleur de rayonnement approprié.

12 Evaluation de la conformité des appareils

12.1 Généralités

L'évaluation de la conformité des matériels soumis aux essais sur un site d'essai doit être conforme aux spécifications de l'Article 7. Pour le matériel fabriqué en série, on doit atteindre un niveau de confiance de 80 %, de sorte qu'au moins 80 % des appareils produits soient conformes aux limites indiquées. La procédure d'évaluation statistique est spécifiée en 12.2. En production de petites séries, la procédure d'évaluation de 12.3 ou 12.4 est applicable. Les résultats de mesure obtenus avec un matériel mesuré *in situ* sur l'emplacement de son installation, et non sur un site d'essai, ne doivent concerner que cette installation; ils ne doivent pas être considérés comme représentatifs pour une autre installation et ne doivent pas servir aux fins d'évaluation statistique.

12.2 Evaluation statistique de la conformité des appareils produits en série

Les mesures doivent être effectuées sur un échantillon comportant un minimum de cinq et un maximum de 12 appareils du type produit en série. Si l'on ne dispose pas de cinq appareils en raison de circonstances exceptionnelles, on peut prendre un échantillon de trois ou quatre appareils.

NOTE L'évaluation faite sur la base de mesures obtenues à partir d'un échantillon de taille n se rapporte à des unités toutes identiques et tient compte des variations qui peuvent être attendues des techniques de production en série.

La conformité est vérifiée quand la relation ci-après est satisfaite:

$$\bar{X} + kS_n \leq L$$

où:

$\bar{X}$ est la valeur arithmétique moyenne des niveaux de perturbation de n appareils de l'échantillon;

S_n est l'écart type de l'échantillon où

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum (x - \bar{X})^2$$

X est le niveau perturbateur d'un appareil individuel;

L est la limite admissible;

k est le facteur extrait des tables de distribution t non centrale assurant avec un niveau de confiance de 80 % que 80 % ou plus de la production est inférieure à la limite. Les valeurs de k , en fonction de n , sont données au Tableau 19.

$\bar{X}$, X , S_n et L sont exprimés en unités logarithmiques : dB(μV), dB(μV/m) ou dB(pW).

Tableau 19 – Facteur k de distribution t non centrale en fonction de la taille de l'échantillon n

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2,04	1,69	1,52	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

12.3 Appareils produits en petite série

Pour les appareils produits sur la base d'une production continue ou par lot, l'évaluation de la conformité peut être effectuée sur un seul appareil.

L'appareil doit être choisi de façon aléatoire dans un lot de production ou, afin de permettre l'évaluation d'un appareil avant qu'il ne soit en pleine production, on peut évaluer un appareil de présérie ou un appareil issu d'une production pilote. Si l'appareil ne répond pas aux limites applicables, une évaluation statistique peut être effectuée selon la méthode de 12.2.

12.4 Appareils produits individuellement

Tous les appareils qui ne sont pas produits en série doivent être soumis individuellement aux essais. Chaque appareil individuel doit satisfaire aux limites, les mesures étant effectuées selon les méthodes spécifiées.

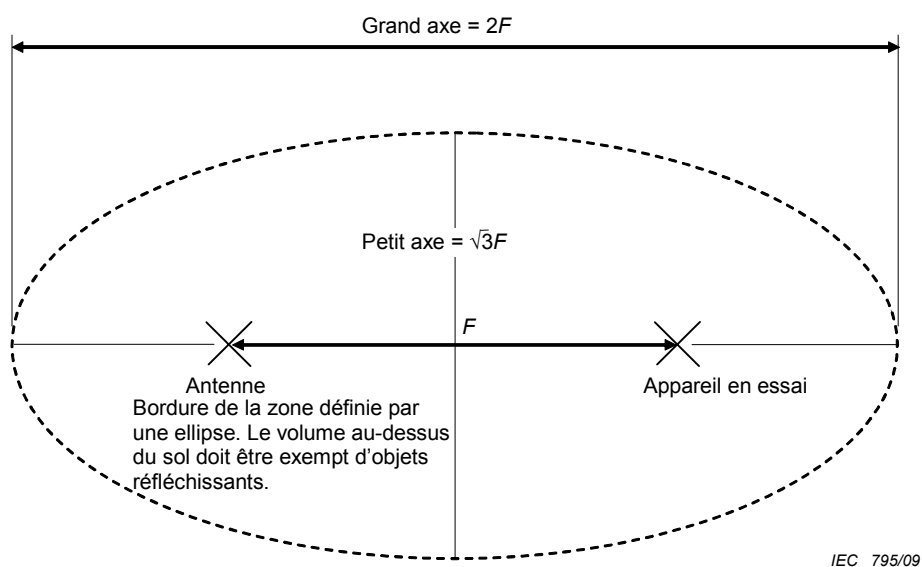
12.5 Incertitude des mesures

La détermination de la conformité aux limites de la présente norme doit être basée sur les résultats des mesures de conformité, en tenant compte des considérations concernant l'incertitude due aux appareils de mesure.

Lorsque cela est applicable, l'incertitude due aux appareils de mesure doit être traitée de la manière spécifiée dans la CISPR 16-4-2.

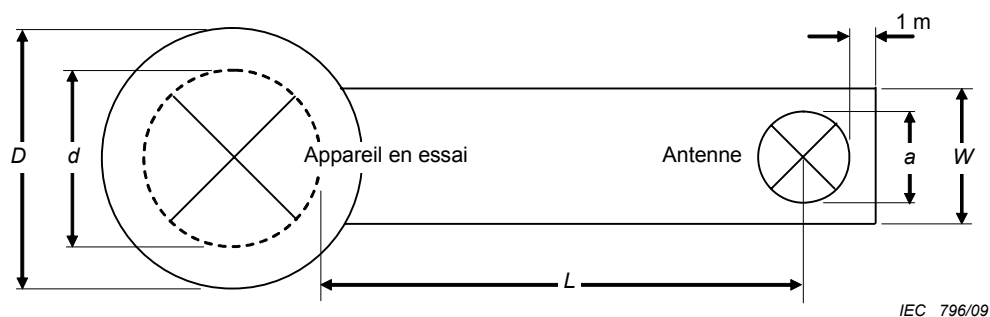
NOTE Pour les mesures *in situ*, la contribution de l'incertitude due à l'emplacement lui-même est exclue du calcul d'incertitude.

13 Figures et organigrammes



NOTE Les caractéristiques du site d'essai sont décrites en 8.3. Voir également l'Article 6 pour les valeurs de F .

Figure 1 – Site d'essai

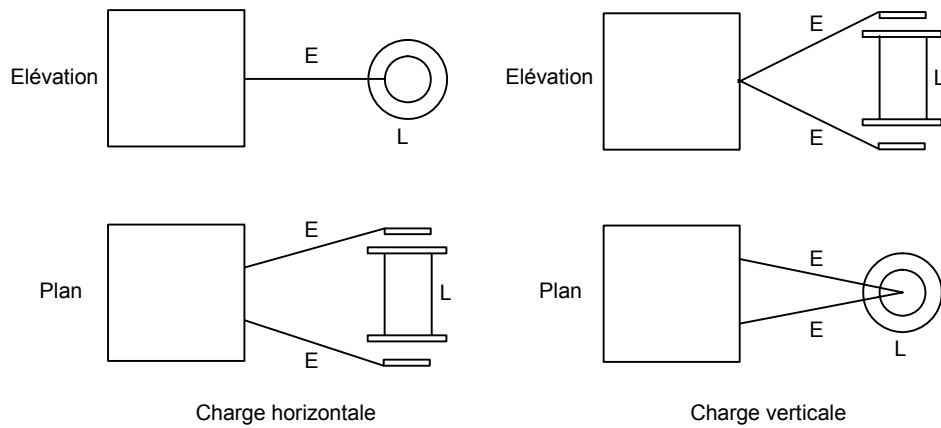


$D = (d + 2)$ m, où d est la dimension maximale de l'appareil en essai

$W = (a + 1)$ m, où a est la dimension maximale de l'antenne

$L = 10$ m

Figure 2 – Dimensions minimales du plan de masse métallique

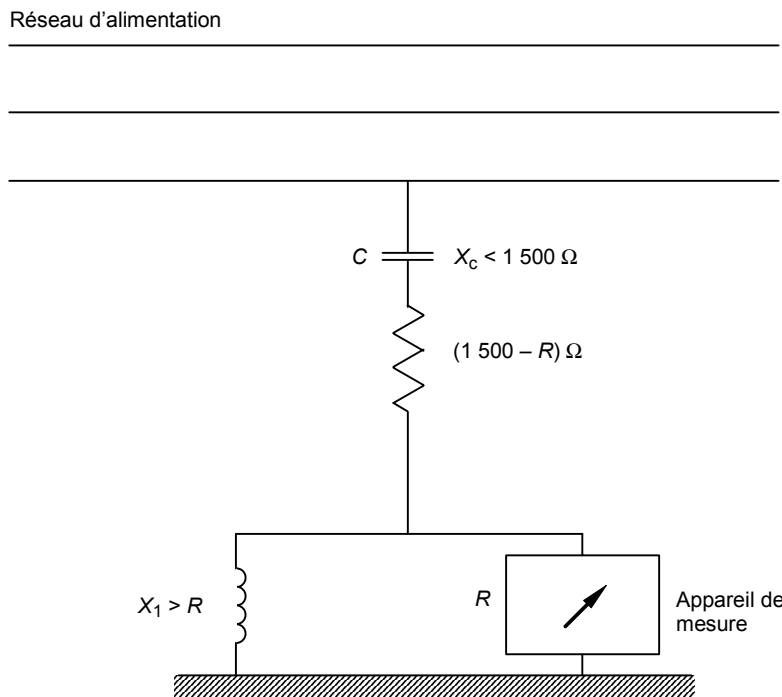


IEC 797/09

E = bras des électrodes et câbles

L = charge fictive

Figure 3 – Appareils médicaux (type capacitif): disposition de l'appareil et de la charge fictive (voir 7.6.2.1)



IEC 798/09

Figure 4 – Circuit pour la mesure des tensions perturbatrices sur le réseau d'alimentation (voir 7.3.3)

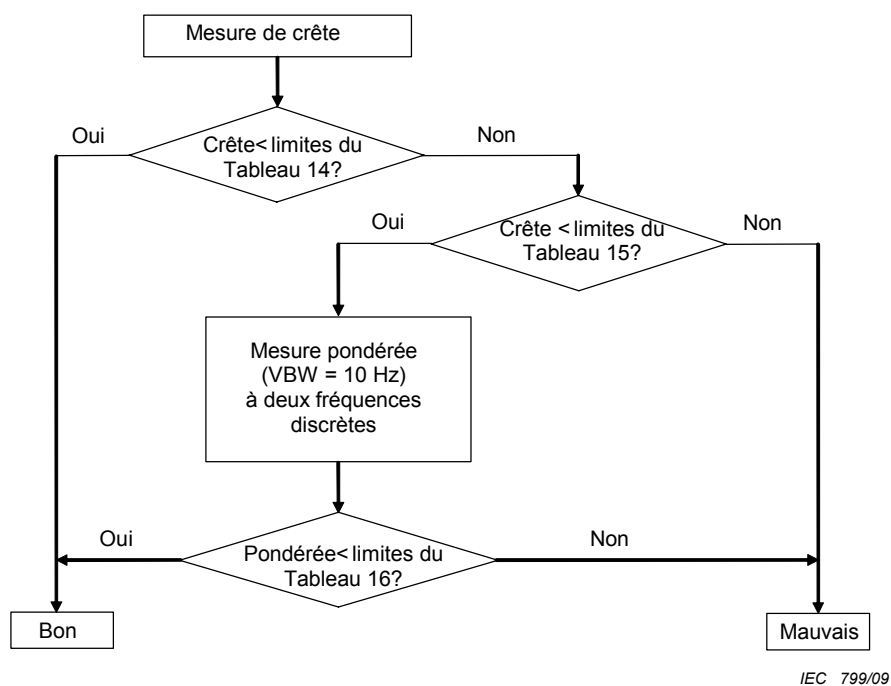
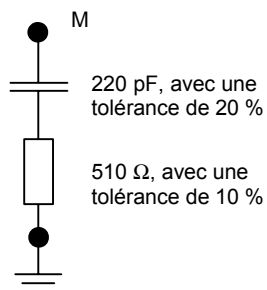


Figure 5 – Arbre de décision pour la mesure des émissions entre 1 GHz et 18 GHz des appareils ISM du groupe 2 de classe B fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz



IEC 800/09

Figure 6 – Main artificielle, réseau RC (voir 7.3.5)

Annexe A (informative)

Exemples de classification des appareils

De nombreux appareils ISM comportent deux types ou plus de sources de perturbations, par exemple un appareil de chauffage à induction peut comporter des redresseurs à semi-conducteurs en plus de son bobinage thermique. Pour les besoins des essais, un appareil doit être défini en termes de la fonction pour laquelle il a été conçu. Par exemple, l'appareil de chauffage à induction comportant des redresseurs à semi-conducteurs doit être soumis aux essais comme un appareil de chauffage à induction (toutes les perturbations respectant les limites prescrites, quelle que soit la source des perturbations) et ne doit pas être soumis aux essais comme s'il s'agissait d'une alimentation électrique à semi-conducteurs.

La présente norme donne les définitions générales des appareils ISM du groupe 1 et du groupe 2 et, à des fins officielles, le groupe auquel appartient un appareil particulier doit être identifié d'après ces définitions. Il sera cependant utile à ceux qui appliquent cette norme de disposer d'une liste complète des types d'appareils qui ont été identifiés comme appartenant à un groupe particulier. Cela aidera également à développer les spécifications dans les cas où l'expérience aura montré que des variations dans les modes et méthodes d'essai sont nécessaires pour traiter de types d'appareils spécifiques.

Les listes suivantes d'appareils du groupe 1 et du groupe 2 ne sont pas exhaustives.

Groupe 1

Appareils du groupe 1: le groupe 1 réunit tous les appareils compris dans le domaine d'application de la présente norme, qui ne sont pas classés comme étant des appareils du groupe 2.

En général: Appareils de laboratoire
Appareils électromédicaux
Appareils scientifiques
Convertisseurs à semi-conducteurs
Équipement électrothermique industriel avec des fréquences de fonctionnement inférieures ou égales à 9 kHz
Machines outils
Appareils de mesure et de commande dans les processus industriels
Matériel de fabrication à semi-conducteurs

En détail: Générateurs de signaux, récepteurs de mesure, fréquencemètres, débitmètres, analyseurs de spectre, balances, appareils d'analyse chimique, microscopes électroniques, alimentations à découpage et convertisseurs à semi-conducteurs (non incorporés à un appareil), redresseurs/inverseurs à semi-conducteurs, appareils de chauffage par résistance avec contrôleurs en c.a. à semi-conducteurs intégrés, fours à arc et fours de fusion des métaux, postes de chauffage par plasma et par décharges lumineuses, équipements de diagnostic à rayonnements X, appareils à tomographie, appareils de surveillance des patients, appareils de diagnostic et de thérapie à ultrasons, machines à laver à ultrasons, contrôles de régulation et appareils avec contrôle de régulation incluant des équipements à semi-conducteurs avec un courant nominal d'entrée supérieur à 25 A par phase.

Groupe 2

Appareils du groupe 2: le groupe 2 réunit tous les appareils ISM à fréquences radioélectriques dans lesquels de l'énergie à fréquences radioélectriques dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 400 GHz est produite et utilisée intentionnellement, ou uniquement utilisée sous forme

de rayonnement électromagnétique, couplage inductif et/ou capacitif, à fins d'examen ou d'analyse ou pour le traitement de la matière.

En général: Appareils générateurs de rayonnement UV alimentés en micro-ondes
Appareils d'éclairage hyperfréquence
Appareils industriels de chauffage par induction fonctionnant à des fréquences supérieures à 9 kHz
Appareils de cuisson par induction
Appareils de chauffage diélectrique
Matériel industriel de chauffage à micro-ondes
Fours à micro-ondes
Appareils électromédicaux
Matériels de soudage électrique
Matériel d'usinage par décharges électriques (EDM)
Matériels de démonstration pour l'enseignement et la formation

En détail: Fusion des métaux, chauffage des billettes, chauffage de composants, soudage et brasage, soudage à l'arc, soudage à l'arc des goujons, soudage par résistance, soudage par points, soudage des tubes, collage du bois, fusion des plastiques, préchauffage des plastiques, traitement des produits alimentaires, cuisson des biscuits, décongélation des produits alimentaires, séchage du papier, traitement des textiles, prise des adhésifs, préchauffage des matériaux, appareils de diathermie à ondes courtes, appareils médicaux à micro-ondes, imagerie par résonance magnétique (IRM), stérilisateurs HF médicaux, appareils chirurgicaux à haute fréquence (HF), raffinage par zone de cristal, matériels de démonstration de transformateurs de Tesla haute tension, générateurs en boucle, etc.

Annexe B (informative)

Précautions à prendre lors de l'utilisation d'un analyseur de spectre (voir 7.3.1)

La plupart des analyseurs de spectre n'ont aucune sélectivité au niveau des étages à fréquences radioélectriques. Cela signifie que le signal d'entrée est directement transmis à un mélangeur à large bande où il est converti en une fréquence intermédiaire appropriée. Il existe des analyseurs de spectre pour les hyperfréquences dotés de présélecteurs « de poursuite » à fréquences radioélectriques qui suivent automatiquement la fréquence explorée par le récepteur. Ces analyseurs permettent de surmonter dans une large mesure les difficultés rencontrées lors de la mesure de l'amplitude des émissions harmoniques et parasites à l'aide d'un instrument qui peut engendrer des fréquences de ce genre dans ses circuits d'entrée.

Pour protéger les circuits d'entrée de l'analyseur de spectre contre des détériorations lors de la mesure de faibles signaux de perturbation en présence d'un signal puissant, il convient de prévoir un filtre à l'entrée pour atténuer d'au moins 30 dB à la fréquence du signal puissant. Il peut être nécessaire d'utiliser plusieurs filtres, pour traiter différentes fréquences de fonctionnement.

De nombreux analyseurs de spectre pour les hyperfréquences utilisent les harmoniques de leur oscillateur local pour couvrir les différentes portions de la gamme de fréquences à observer. En l'absence de présélecteurs à fréquences radioélectriques, ces analyseurs peuvent afficher des signaux harmoniques et parasites. Il devient alors difficile de déterminer si le signal observé existe réellement à la fréquence indiquée ou s'il provient de l'appareil de mesure lui-même.

De nombreux fours, appareils de diathermie médicale et autres appareils ISM à micro-ondes sont alimentés en courant alternatif redressé, mais non filtré. Leurs émissions se trouvent donc modulées à la fois en amplitude et en fréquence. Le mouvement des brasseurs d'ondes dans les fours introduit une modulation supplémentaire en amplitude et en fréquence.

Ces émissions ont des composantes spectrales espacées d'environ 1 Hz (modulation due aux brasseurs d'ondes) et de 50 Hz ou 60 Hz (modulation provenant de la fréquence du réseau). Si l'on considère que la fréquence porteuse est généralement assez instable, il n'est pas possible de distinguer ces composantes spectrales. En pratique, on recherche plutôt l'enveloppe du spectre réel en utilisant une largeur de bande, sur l'analyseur, supérieure à la différence de fréquence entre les composantes spectrales (mais, en règle générale, petite par rapport à la largeur de l'enveloppe spectrale).

Quand la largeur de bande de l'analyseur est assez grande pour contenir un certain nombre de lignes spectrales adjacentes, la valeur de crête indiquée croît avec la largeur de bande jusqu'au point où la largeur de bande de l'analyseur est comparable à la largeur du spectre du signal. Il est donc essentiel de parvenir à un accord pour utiliser une largeur de bande spécifiée pour comparer les amplitudes affichées par divers analyseurs lors de la mesure des émissions typiques des appareils chauffants et thérapeutiques actuels.

On a signalé que, dans de nombreux cas, les émissions des fours sont modulées par des fréquences aussi basses que 1 Hz. On a observé que les enveloppes spectrales de ces émissions sont irrégulières et qu'elles varient d'un balayage à l'autre, à moins que le nombre de balayages par seconde ne soit faible par rapport à la plus basse des fréquences qui composent la modulation.

Une durée de balayage adéquate peut être de 10 s ou même supérieure. Des fréquences de balayage aussi lentes ne conviennent pas à l'observation visuelle, à moins que l'on n'utilise un système à mémoire approprié, comme un tube à rayon cathodique à mémoire, une photographie ou une table traçante. On a essayé d'accroître la fréquence de balayage utile en enlevant ou en arrêtant les brasseurs d'ondes du four. Cependant, on doit considérer que cette méthode n'est pas satisfaisante car l'amplitude, la fréquence et la forme du spectre varient avec la position des brasseurs d'ondes.

Annexe C (normative)

Mesure du rayonnement électromagnétique perturbateur en présence de signaux provenant d'émetteurs radio

Pour les appareils en essai ayant une fréquence de fonctionnement stable telle que l'affichage du récepteur de mesure de quasi-crête du CISPR ne varie pas de plus de $\pm 0,5$ dB pendant la mesure, le champ électrique du rayonnement électromagnétique perturbateur peut être calculé avec une précision suffisante d'après l'expression:

$$E_g^{1,1} = E_t^{1,1} - E_s^{1,1}$$

où:

E_g est le rayonnement électromagnétique perturbateur ($\mu\text{V/m}$);

E_t est la valeur mesurée du champ électrique ($\mu\text{V/m}$);

E_s est le champ électrique du signal de l'émetteur radio ($\mu\text{V/m}$).

On constate que la formule est valable quand les signaux brouilleurs proviennent d'émetteurs de radio et de télévision à modulation d'amplitude ou à modulation de fréquence présentant une amplitude totale allant jusqu'à deux fois l'amplitude du rayonnement électromagnétique perturbateur à mesurer.

Il est conseillé de limiter l'application de la formule aux cas où il n'est pas possible d'éviter les effets perturbateurs des émetteurs radio. Si la fréquence du rayonnement électromagnétique perturbateur est instable, il convient d'utiliser un récepteur panoramique ou un analyseur de spectre, et la formule n'est alors pas applicable.

Annexe D (informative)

Propagation des perturbations émanant d'appareils industriels à fréquences radioélectriques aux fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz

Pour un appareil industriel à fréquences radioélectriques qui est situé au niveau du sol ou près du niveau du sol, l'atténuation du champ avec la distance par rapport à la source, aux hauteurs entre 1 m et 4 m au-dessus du sol, dépend du sol et de la nature du terrain. Un modèle de propagation de champ électrique au-dessus du plan de masse dans la région allant de 1 m à 10 km de la source est décrit dans la référence [10]¹.

Bien que l'influence de la nature du sol et des obstacles qui se trouvent sur l'atténuation réelle des ondes électromagnétiques augmente avec la fréquence, on peut prendre un coefficient moyen d'affaiblissement pour la gamme de fréquences entre 30 MHz et 300 MHz.

A mesure qu'augmentent les irrégularités et l'encombrement au sol, les champs électromagnétiques sont réduits du fait du masquage, de l'absorption (y compris l'atténuation due aux bâtiments et à la végétation), de la diffusion, de la divergence et de la défocalisation des ondes soumises à diffraction [11]. L'affaiblissement peut alors être seulement décrit sur une base statistique. Pour des distances à la source supérieures à 30 m, l'intensité de champ prévue ou médiane à une hauteur donnée varie comme $1/D^n$, où D est la distance à la source et où n varie d'environ 1,3 pour les régions en rase campagne à environ 2,8 pour les agglomérations urbaines à forte densité de constructions. D'après différentes mesures pour toutes sortes de terrains, il semble que l'on peut utiliser une valeur moyenne de $n = 2,2$ pour des évaluations approximatives. Il se produit de grandes déviations des valeurs mesurées des intensités de champ par rapport à celles qui sont prédites d'après la loi de l'intensité de champ moyenne/distance avec des écarts types allant jusqu'à environ 10 dB dans une distribution logarithmique normale approximative. On ne peut pas prédire la polarisation du champ. Ces résultats concordent avec les mesures effectuées dans nombre de pays.

L'effet d'écran des bâtiments sur le rayonnement est très variable selon les matériaux constituant les bâtiments, l'épaisseur des murs et la proportion des surfaces vitrées. Dans le cas de murs pleins sans fenêtres, l'affaiblissement dépend de leur épaisseur par rapport à la longueur d'onde du rayonnement et l'on peut s'attendre à un accroissement de l'affaiblissement avec la fréquence.

Généralement, cependant, on considère comme imprudent d'attendre des bâtiments une protection dépassant de beaucoup 10 dB.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

Annexe E (informative)

Recommandations du CISPR concernant la protection de certains services radio dans des zones particulières

E.1 Introduction

L'UIT met au point des dispositions relatives à l'usage visant à l'utilisation efficace du spectre de radiofréquence et au contrôle local des perturbations radioélectriques rayonnées à l'endroit de fonctionnement des applications ISM radioélectriques individuelles. Les dispositions respectives de l'UIT relatives aux environnements domestiques et/ou industriels sont reconnues par le CISPR et incorporées dans le corps principal de la présente Norme internationale. Outre ces dispositions, des dispositions supplémentaires de l'UIT peuvent s'appliquer au *fonctionnement et à l'utilisation* d'applications ISM radioélectriques *individuelles* dans des environnements particuliers, c'est-à-dire dans des «zones particulières», qui ne sont pas traitées dans le corps principal de la présente norme. Le CISPR considère ces dispositions de l'UIT et leurs dérivés nationaux comme des recommandations car il est seulement permis de les appliquer à des applications ISM radioélectriques *individuelles* utilisées dans des *zones particulières* dans des conditions *in situ*.

E.2 Recommandations relatives à la protection des services radio liés à la sécurité

Il convient que les appareils ISM soient conçus de sorte à éliminer les opérations fondamentales ou les rayonnements non désirables de niveau élevé, ainsi que les signaux harmoniques dans les bandes utilisées pour les services radio liés à la sécurité. Une liste de ces bandes est fournie dans l'Annexe F.

NOTE Pour la protection des services radio spécifiquement liés à la sécurité, dans des zones particulières, une installation individuelle peut être exigée afin de satisfaire aux limites spécifiées dans le Tableau E.1.

**Tableau E.1 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur
pour les mesures *in situ* pour protéger des services radio spécifiquement
liés à la sécurité, dans des zones particulières**

Gamme de fréquences MHz	Limites		Distance de mesure <i>D</i> à partir de la face extérieure du mur extérieur du bâtiment dans lequel se trouve l'appareil
	Champ électrique Quasi-crête dB(μV/m)	Champ magnétique Quasi-crête dB(μA/m)	Distance <i>D</i> en mètre
0,283 5 – 0,526 5	–	13,5	30
74,6 – 75,4	30	–	10
108 – 137	30	–	10
242,95 – 243,05	37	–	10
328,6 – 335,4	37	–	10
960 – 1 215	37	–	10

E.3 Recommandations pour la protection de certains services radio spécifiques et sensibles

Pour la protection de services radio spécifiques et sensibles, dans des zones particulières, il est recommandé d'éviter les opérations fondamentales ou les rayonnements de signaux harmoniques à niveau élevé dans les bandes. Une liste d'exemples de ces bandes est donnée à titre d'information dans l'Annexe G.

NOTE Afin d'assurer la protection de services spécifiques et sensibles, les autorités nationales peuvent, dans des zones particulières, exiger des mesures supplémentaires de suppression ou désigner des zones de séparation dans le cas où des brouillages préjudiciables peuvent apparaître.

Annexe F (informative)

Bandes de fréquences allouées pour les services radio liés à la sécurité

Fréquence MHz	Assignment/utilisation
0,010 – 0,014	Radionavigation (équipement Oméga à bord des navires et des avions seulement)
0,090 – 0,11	Radionavigation (LORAN-C et DECCA)
0,283 5 – 0,526 5	Radionavigation aéronautique (radiophares omnidirectionnels)
0,489 – 0,519	Informations de sécurité maritime (zones côtières et équipements de bord seulement)
1,82 – 1,88	Radionavigation (LORAN-A région 3 seulement, zones côtières et équipements de bord seulement)
2,173 5 – 2,190 5	Fréquence de détresse
2,090 55 – 2,091 05	Radiobalise d'indication de position de détresse (EPIRB, <i>Emergency position indicating radio beacon</i>)
3,021 5 – 3,027 5	Mobile aéronautique (opérations de recherche et de sauvetage)
4,122 – 4,210 5	Fréquence de détresse
5,678 5 – 5,684 5	Mobile aéronautique (opérations de recherche et de sauvetage)
6,212 – 6,314	Fréquence de détresse
8,288 – 8,417	Fréquence de détresse
12,287 – 12,579 5	Fréquence de détresse
16,417 – 16,807	Fréquence de détresse
19,68 – 19,681	Informations de sécurité maritime (zones côtières et équipements de bord seulement)
22,375 5 – 22,376 5	Informations de sécurité maritime (zones côtières et équipements de bord seulement)
26,1 – 26,101	Informations de sécurité maritime (zones côtières et équipements de bord seulement)
74,6 – 75,4	Radionavigation aéronautique (radiophares d'atterrissage)
108 – 137	Radionavigation aéronautique (VOR 108-118 MHz, fréquence de détresse sens montant SARSAT 121,4-123,5 MHz, contrôle de trafic aérien 118-137 MHz)
156,2 – 156,837 5	Fréquence maritime de détresse
242,9 – 243,1	Recherche et sauvetage (sens montant SARSAT)
328,6 – 335,4	Radionavigation aéronautique (indicateur ILS de descente)
399,9 – 400,05	Radionavigation par satellite
406 – 406,1	Recherche et sauvetage (radiobalise d'indication de position de détresse (EPIRB), sens montant SARSAT)
960 – 1 238	Radionavigation aéronautique (TACAN), radiobalises de contrôle de trafic aérien
1 300 – 1 350	Radionavigation aéronautique (radars aériens de recherche à longue portée)
1 544 – 1 545	Fréquence de détresse sens descendant SARSAT (la bande 1 530 MHz – 1 544 MHz, liaison descendante par satellite mobile, peut également être assignée au besoin de détresse)
1 545 – 1 559	Mobile aéronautique par satellite (R)
1 559 – 1 610	Radionavigation aéronautique (GPS)
1 610 – 1 625,5	Radionavigation aéronautique (radioaltimètres)
1 645,5 – 1 646,5	Fréquence de détresse sens montant (la bande 1 626,5 MHz – 1 645,5 MHz, liaison montante par satellite mobile, peut également être assignée au besoin de détresse)
1 646,5 – 1 660,5	Mobile aéronautique par satellite (R)
2 700 – 2 900	Radionavigation aéronautique (radars de contrôle de trafic aérien)
2 900 – 3 100	Radionavigation aéronautique (balises radar – zones côtières et équipements de bord seulement)
4 200 – 4 400	Radionavigation aéronautique (altimètres)
5 000 – 5 250	Radionavigation aéronautique (systèmes d'atterrissage à micro-ondes)
5 350 – 5 460	Radionavigation aéronautique (radars de bord et balises)
5 600 – 5 650	Radar météorologique par effet Doppler – cisaillement du vent

Fréquence MHz	Assignation/utilisation
9 000 – 9 200 9 200 – 9 500	Radionavigation aéronautique (radars d'approche de position) Répondeurs radar pour la recherche et le sauvetage maritime. Balises radar maritime et radars pour la radionavigation. Radars météorologiques et de figuration du relief pour la radionavigation aéronautique, en particulier dans des conditions de mauvaise visibilité
13 250 – 13 400	Radionavigation aéronautique (radars de navigation par effet Doppler)

Annexe G (informative)

Bandes de fréquences allouées pour les services radio sensibles

Fréquence MHz	Assignation/Utilisation
13,36 – 13,41	Radioastronomie
25,5 – 25,67	Radioastronomie
29,3 – 29,55	Liaisons descendantes satellites
37,5 – 38,25	Radioastronomie
73 – 74,6	Radioastronomie
137 – 138	Liaisons descendantes satellites
145,8 – 146	Liaisons descendantes satellites
149,9 – 150,05	Liaisons descendantes satellites de radionavigation
240 – 285	Liaisons descendantes satellites
322 – 328,6	Radioastronomie
400,05 – 400,15	Fréquence étalon et signal horaire
400,15 – 402	Liaisons descendantes satellites
402 – 406	Liaison montante satellite à 402,5 MHz
406,1 – 410	Radioastronomie
435 – 438	Liaisons descendantes satellites
608 – 614	Radioastronomie
1 215 – 1 240	Liaisons descendantes satellites
1 260 – 1 270	Liaison montante satellite
1 350 – 1 400	Observations spectrales de l'hydrogène neutre (radioastronomie)
1 400 – 1 427	Radioastronomie
1 435 – 1 530	Essai de télémesure aéronautique (en vol)
1 530 – 1 559	Liaisons descendantes satellites
1 559 – 1 610	Liaisons descendantes satellites
1 610,6 – 1 613,8	Observations de la raie spectrale du radical OH (radioastronomie)
1 660 – 1 710	1 660 – 1 668,4 MHz: Radioastronomie 1 668,4 – 1 670 MHz: Radioastronomie et radiosonde 1 670 – 1 710 MHz: Liaisons descendantes satellites et radiosondes
1 718,8 – 1 722,2	Radioastronomie
2 200 – 2 300	Liaisons descendantes satellites
2 310 – 2 390	Essai de télémesure aéronautique (en vol)
2 655 – 2 900	2 655 – 2 690 MHz: Radioastronomie et liaisons descendantes satellites 2 690 – 2 700 MHz: Radioastronomie
3 260 – 3 267	Observations de raie spectrale (radioastronomie)
3 332 – 3 339	Observations de raie spectrale (radioastronomie)
3 345,8 – 3 358	Observations de raie spectrale (radioastronomie)
3 400 – 3 410	Liaisons descendantes satellites
3 600 – 4 200	Liaisons descendantes satellites
4 500 – 5 250	4 500 – 4 800 MHz: Liaisons descendantes satellites 4 800 – 5 000 MHz: Radioastronomie 5 000 – 5 250 MHz: Radionavigation aéronautique
7 250 – 7 750	Liaisons descendantes satellites
8 025 – 8 500	Liaisons descendantes satellites
10 450 – 10 500	Liaisons descendantes satellites
10 600 – 12 700	10,6 – 10,7 GHz: Radioastronomie 10,7 – 12,2 GHz: Liaisons descendantes satellites 12,2 – 12,7 GHz: Radiodiffusion directe par satellites
14 470 – 14 500	Observations de raie spectrale (radioastronomie)
15 350 – 15 400	Radioastronomie
17 700 – 21 400	Liaisons descendantes satellites
21 400 – 22 000	Radiodiffusion par satellites (Région 1 et Région 2)
22 010 – 23 120	22,01 – 22,5 GHz: Radioastronomie 22,5 – 23,0 GHz: Radiodiffusion par satellite (Région 1) (22,81 – 22,86 GHz sont également des valeurs utilisées en radioastronomie) 23,0 – 23,07 GHz: Fixe/intersatellite/mobile (utilisé pour remplir l'intervalle entre bandes de fréquences) 23,07 – 23,12 GHz: Radioastronomie
23 600 – 24 000	Radioastronomie
31 200 – 31 800	Radioastronomie
36 430 – 36 500	Radioastronomie
38 600 – 40 000	Radioastronomie
Au-dessus de 400 GHz	De nombreuses bandes au-dessus de 400 GHz sont désignées pour la radioastronomie, les liaisons descendantes satellites, etc.

Bibliographie

- [1] CISPR 16-4-4:2007, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-4: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistics of complaints and a model for the calculation of limits for the protection of radio services* (uniquement disponible en anglais)
 - [2] CISPR 15:2005, *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électriques d'éclairage et les appareils analogues*
 - [3] CEI 60050-601:1985, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*
 - [4] CEI/TR 60083:2006, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues normalisées par les pays membres de la CEI*
 - [5] CEI 60364-5-51:2005, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-51: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Règles communes*
 - [6] CEI 60705:1999, *Fours micro-ondes à usage domestique – Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction*
 - [7] CEI 61308:2005, *Installations de chauffage diélectrique haute fréquence – Méthodes d'essai pour la détermination de la puissance de sortie*
 - [8] CEI 61689:2007, *Ultrasonics – Physiotherapy systems – Field specifications and methods of measurement in the frequency range 0,5 MHz to 5 MHz* (uniquement disponible en anglais)
 - [9] CEI 61922:2002, *Installations de chauffage par induction haute fréquence – Méthodes d'essai pour la détermination de la puissance de sortie du générateur*
 - [10] A.A. SMITH, Jr., *Electric field propagation in the proximal region, IEEE Transactions on electromagnetic compatibility*, Nov 1969, pp.151-163.
 - [11] Rapport 239-7 du CCIR: 1990, *Résultats statistiques relatifs à la propagation pour le service de radiodiffusion dans la gamme des fréquences comprises entre 30 et 1 000 MHz*
-

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch