

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)

Évaluation des équipements électroniques et électriques en relation avec les restrictions d'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz à 300 GHz)



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure
restrictions for electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)**

**Évaluation des équipements électroniques et électriques en relation avec les
restrictions d'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz à 300 GHz)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 97.030

ISBN 978-2-8322-6763-9

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

CONTENTS

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviated terms	6
3.1 Terms and definitions	6
3.2 Abbreviated terms	10
4 Compliance criteria	10
5 Performance of assessments	11
5.1 Assessment methods	11
5.2 Frequency range under assessment for unintentional radiation	13
5.3 General procedure for the assessment of equipment	13
6 Uncertainty	17
6.1 General	17
6.2 Consideration of uncertainty for compliance	17
7 Considerations on sources with multiple frequencies and non-uniformity of fields	19
7.1 Sources with multiple frequencies	19
7.2 Exposure to non-uniform fields	19
8 Evaluation of compliance to limits	20
9 Assessment report	20
9.1 General	20
9.2 Items to be recorded in the assessment report	20
9.2.1 Assessment method	20
9.2.2 Presentation of the results	20
9.2.3 Equipment using external antennas	20
10 Product documentation	20
Annex A (informative) Examples for summation regimes	21
A.1 ICNIRP 1998 summation regimes	21
A.1.1 General	21
A.1.2 Frequency range from 1 Hz to 10 MHz (ICNIRP 1998-based)	21
A.1.3 Frequency range from 100 kHz to 300 GHz (ICNIRP 1998-based)	25
A.2 ICNIRP 2010 summation regimes	26
A.2.1 General	26
A.2.2 Frequency domain assessment – ICNIRP 2010 Guidelines	26
A.2.3 Time domain assessment – ICNIRP 2010 Guidelines	29
A.3 IEEE summation regimes	31
A.3.1 General	31
A.3.2 Frequency range from 0 kHz to 5 MHz (IEEE-based)	31
A.3.3 Frequency range from 3 kHz to 300 GHz (IEEE-based)	32
Bibliography	33
Figure 1 – Assessment flowchart	15
Figure A.1 – Schematic of “weighting circuit”	23

Figure A.2 – Dependency on frequency of the reference levels VL plotted with smoothing edges with $VL(f_{c0}) = VL_0$, $VL(f_{c1}) = V_1$ and the slopes $\left(\frac{dVL}{df}\right)_n$	24
Figure A.3 – Transfer function WL	24
Figure A.4 – Amplitude and phase response for the weighting function $WL(f)$ of the magnetic field (reference level for general public exposure)	30
Table 1 – List of possible assessment methods	11
Table 2 – Characteristics and parameters of the equipment to be considered	16

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62311 ed 2.0:2019

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ASSESSMENT OF ELECTRONIC AND ELECTRICAL EQUIPMENT
RELATED TO HUMAN EXPOSURE RESTRICTIONS
FOR ELECTROMAGNETIC FIELDS (0 Hz to 300 GHz)**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62311 has been prepared by IEC technical committee 106: Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2007. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) a clear distinction between intentional and unintentional radiators has been introduced;
- b) the exposure to non-uniform fields is considered;
- c) the treatment of uncertainty for the assessment procedures has been improved;
- d) various summation regimes are described in Annex A;
- e) the information from meanwhile published basic standards has been used and hence all informative annexes of the previous edition have been removed.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
106/480/FDIS	106/486/RVD

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

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

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

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

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

ASSESSMENT OF ELECTRONIC AND ELECTRICAL EQUIPMENT RELATED TO HUMAN EXPOSURE RESTRICTIONS FOR ELECTROMAGNETIC FIELDS (0 Hz to 300 GHz)

1 Scope

This document applies to electronic and electrical equipment for which no dedicated product standard or product family standard regarding human exposure to electromagnetic fields applies. It covers equipment with intentional or non-intentional radiators as well as a combination thereof.

This document provides assessment methods and criteria to evaluate equipment against limits on exposure of people related to electric, magnetic and electromagnetic fields. The frequency range covered is from 0 Hz to 300 GHz.

NOTE 1 Further guidance concerning the application of this document and its relationship to other EMF standards is given in Figure 1.

This document does not specify limits expressed by means of basic restrictions and/or reference levels. Such limits are subject to the applied assessment scheme, for example by means of regional limits.

NOTE 2 The assessment methods and criteria to evaluate equipment against basic restrictions or reference levels can be used with regard to either general public or occupational exposure.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 62232:2017, *Determination of RF field strength, power density and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1.1 averaging time

t_{avg}

<for human exposure to electromagnetic fields> appropriate time interval over which exposure is averaged for purposes of determining compliance

3.1.2 basic restriction

restriction on exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields that is based directly on established health effects

Note 1 to entry: Examples of basic restrictions can be found in Annex II of the Council Recommendation 1999/519/EC [1], ICNIRP Guidelines ([2], [3]), IEEE Std C95.6 [4] and IEEE Std C95.1 [5].

3.1.3 contact current

<for human body> current flowing into the body resulting from contact with a conductive object in an electromagnetic field

Note 1 to entry: This is the localized current flow into the body (usually the hand, for a light brushing contact).

3.1.4 current density

J

current per unit cross-sectional area flowing inside the human body as a result of exposure to electromagnetic fields

3.1.5 duty factor

<for human exposure to electromagnetic fields> ratio of pulse duration to the pulse period of a periodic pulse train

Note 1 to entry: A duty factor can also be considered as a measure of the temporal transmission characteristic of an intermittently transmitting RF source such as a paging antenna by dividing average transmission duration by the average period for transmissions.

Note 2 to entry: A duty factor of 1,0 corresponds to continuous operation.

3.1.6 effective radiated power

ERP

product of the power supplied by a radio transmitter to an antenna and the gain of this antenna relative to a half-wave dipole in a given direction

[SOURCE: IEC 60050-713:1998, 713-09-26]

3.1.7 electric field strength

E

vector field quantity E which exerts on any charged particle at rest a force F equal to the product of E and the electric charge Q of the particle

[SOURCE: IEC 60050-121:1998, 121-11-18]

3.1.8 exposure

situation that occurs wherever a person is subjected to electric, magnetic or electromagnetic fields

Note 1 to entry: The word “exposure” is also commonly used to mean “exposure level” (see 3.1.9).

[SOURCE: IEC 62226-1:2004, 3.1.7]

3.1.9

exposure level

value of the quantity used to assess exposure

Note 1 to entry: This may be an induced current density, *SAR*, power density, electric or magnetic field strength, a limb current or a contact current.

3.1.10

far-field region

region of the field of an antenna where the radial field distribution is essentially dependent inversely on the distance from the antenna

Note 1 to entry: In the far-field region the field has a predominantly plane-wave character, i.e. locally uniform distribution of electric field and magnetic field in planes transverse to the direction of propagation. The vectors of the electric field and the magnetic field are perpendicular to each other and the quotient between the value of the electric field strength *E* and the magnetic field strength *H* is constant and equals the impedance of free space Z_0 .

3.1.11

highest internal frequency

highest fundamental frequency generated or used within the EUT, or the highest frequency at which it operates

3.1.12

induced current

<in a body> current induced inside the body as a result of exposure to electromagnetic fields

3.1.13

inherently compliant

considered to comply with a set of requirements without the need of applying an assessment method (such as measurements or calculations)

Note 1 to entry: A set of requirements can for example be a set of exposure limits for the general public.

Note 2 to entry: Equipment that is inherently compliant with respect to a certain set of requirements (for example exposure limits for workers) is not necessarily inherently compliant with a different set of requirements (for example exposure limits for the general public).

3.1.14

intentional radiator

electrical or electronic equipment in which electric, magnetic or electromagnetic fields are intentionally generated for the purpose of radio communication, radiodetermination, treatment of material or transfer of electromagnetic energy

3.1.15

limb current

current flowing in an arm or a leg, either as a result of a contact current or else induced by an external field

3.1.16

magnetic field strength

H

vector quantity obtained at a given point by subtracting the magnetization *M* from the magnetic flux density *B* divided by the magnetic constant μ_0

[SOURCE: IEC 60050-121:1998, 121-11-56, modified – The notes have been deleted.]

3.1.17 magnetic flux density

B

vector field quantity B which exerts on any charged particle having velocity v a force F equal to the product of the vector product $v \times B$ and the electric charge Q of the particle

[SOURCE: IEC 60050-121:1998, 121-11-19, modified – The notes have been deleted.]

3.1.18 near-field region

region generally in proximity to an antenna or other radiating structure, in which the electric and magnetic fields do not have a substantially plane-wave character, but vary considerably from point to point

Note 1 to entry: The near-field region is further subdivided into the reactive near-field region, which is closest to the radiating structure and that contains most or nearly all of the stored energy, and the radiating near-field region where the radiation field predominates over the reactive field, but lacks substantial plane-wave character and is complex in structure.

3.1.19 partial-body exposure

localized exposure of part of the body, producing a corresponding localized SAR , power density or induced current density, as distinct from a whole-body exposure

3.1.20 plane-wave equivalent power density

<electromagnetic wave> power density equal in magnitude to the power density of a plane wave having the same electric (E) or magnetic (H) field strength as the measured field

3.1.21 power density

S

<of electromagnetic wave propagation> power per unit area normal to the direction of electromagnetic wave propagation

Note 1 to entry: For plane waves the power density (S), electric field strength (E) and magnetic field strength (H) are related by the space impedance (Z_0), in the case of plane wave or free space, i.e. 377Ω :

$$S = \frac{E^2}{Z_0} = Z_0 H^2 = EH$$

E and H are expressed in units of V/m and A/m, respectively, and S in the unit of W/m^2 . The value of 377Ω is only valid for free space, far field measurement conditions.

Note 2 to entry: Although many survey instruments indicate power density units, the actual quantities measured are E or H or the square of those quantities.

3.1.22 reference level

level of field strength or power density derived from the basic restrictions using conservative assumptions about exposure

Note 1 to entry: If the reference levels are met, then the basic restrictions will be complied with, but if the reference levels are exceeded, that does not necessarily mean that the basic restrictions will not be met.

3.1.23

root-mean-square value

RMS

<of a periodic electromagnetic wave> effective value or the value associated with joule heating, of a periodic electromagnetic wave, obtained by taking the square root of the mean of the squared value of a function

Note 1 to entry: Although many survey instruments in the high frequency range indicate RMS, the actual quantity measured is root-sum-square (RSS) (equivalent field strength).

3.1.24

root-sum-square value

RSS

value obtained from three individual RMS field strength values, measured in three orthogonal directions, combined disregarding the phases

$$X = \sqrt{X_x^2 + X_y^2 + X_z^2}$$

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.25

transient

pertaining to or designating a phenomenon or a quantity which varies between two consecutive steady states during a time interval short compared with the timescale of interest

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-02-01]

3.1.26

whole-body exposure

exposure of the whole body (or the torso when induced current density is considered)

3.2 Abbreviated terms

CISPR	Comité international spécial des perturbations radioélectriques
EIRP	equivalent isotropic radiated power
EMF	electromagnetic fields
EUT	equipment under test
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
SAR	specific absorption rate

4 Compliance criteria

In general, the basic restrictions shall be used as exposure limits for the assessment of compliance. However, in most cases reference levels are used as limits. Such reference levels for exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields are derived from the basic restrictions using realistic worst-case assumptions about exposure. If the reference levels are met, then the basic restrictions will also be met; if the reference levels are exceeded, that does not necessarily mean that the basic restrictions are exceeded. In some situations, it may be possible to show compliance with the basic restrictions directly. It may also be possible to derive compliance criteria that allow a simple measurement or calculation to demonstrate compliance with the basic restrictions. Often these compliance criteria can be derived using realistic assumptions about conditions under which exposures from a device may occur, rather than the conservative assumptions that are the basis for the reference levels.

NOTE This document does not specify limits expressed by means of basic restrictions and/or reference levels. Such limits are subject to the applied assessment scheme, given for example in [1]¹, [2], [3], [4] or [5] by means of regional limits (see also SMB/3979/DP).

If the technology in the equipment is not capable of producing, at the user position, an *E*-field, *H*-field, electromagnetic field, or contact current at levels higher than the reference levels, then the equipment is deemed to comply with the requirements in this document in respect of that *E*-field, *H*-field, electromagnetic field, or contact current without further assessment.

5 Performance of assessments

5.1 Assessment methods

The demonstration of compliance to limits regarding human exposure shall be done by means of an assessment. One or more of the assessment methods listed in Table 1 may be used for the assessment. The standards in the column 'Applicable standard, for example' are only examples of applicable standards. Other standards or measurement and calculation methods may be used if they are appropriate for the applied assessment method.

Table 1 – List of possible assessment methods

Assessment method	Subject of assessment		Applicability area and limitations	Applicable standard, for example
Simplified assessment (possible for particular cases)	Maximum output power (only applicable for $f > 10$ MHz)	SAR	Presumption of local/whole body SAR assessment by low power exclusion level	IEC 62479
	EIRP	SAR	Presumption of compliance with SAR values for installed equipment of various classes depending on product EIRP, installation height and distance to ambient sources.	IEC 62232
Measurement	Field strength	<i>E</i> and <i>H/B</i>	Near or far field. Direct measurement for comparison with reference levels or as input for more detailed assessment	IEC 62110 IEC 62233 IEC 62232 IEC 61786-2
	Current	Contact current	Direct measurement of physical properties of contact current	IEC TR 63167
	Basic restrictions	Induced current /internal <i>E</i> -field	Not developed	
		SAR	SAR measurement with a phantom	IEC 62209-1 (head) IEC 62209-2 (flat, small) IEC 62232 (flat phantom, large)
		Power density	In far field region, power density can be measured by measuring <i>E</i> -field or <i>H</i> -field strength For over 10 GHz (or 6 GHz) frequency range, power density can be measured with 2D scan on a measurement surface	IEC 62232 IEC TR 63170

¹ Numbers in square brackets refer to the bibliography.

Assessment method	Subject of assessment		Applicability area and limitations	Applicable standard, for example
Calculation	Numerical model	Source	Prediction of exposures from calculation of emissions at a specific distance	IEC 62232
		Human body	Induced current density – induced electric field	IEC 62226-2-1 IEC 62226-3-1 IEC 62233
			SAR:100 kHz to 10 GHz Because there is an overlapped frequency range of electrical stimulation effect and thermal effect, both induced current/field and SAR shall be assessed in the overlapped range.	IEC 62232
	Field strength	Far field (<i>E</i> and <i>H/B</i>)	Electromagnetic fields far from source. Very small microwave equipment not used close to body, or large lower-frequency transmitters at greater distances. That region of the field of an antenna where the angular field distribution is essentially independent of the distance from the antenna. In this region (also called the free space region), the field has a predominantly plane-wave character, i.e., locally uniform distribution of electric field strength and magnetic field strength in planes transverse to the direction of propagation.	IEC 62232
		Near field (<i>E</i> and <i>H/B</i>)	Electromagnetic fields very close to the source. There can be an interaction between the radiated fields from the source and the user.	
	Current	Contact current	It can be calculated, but standard is not developed	
	Basic restrictions	Induced current density/internal <i>E</i> -field	Calculation with a phantom	IEC 62226-1 IEC 62226-2-1 IEC 62226-3-1
		SAR	Simulation with/without a phantom Evaluation of measurement results inside the phantom representing a body	IEC IEEE 62704-1 IEC IEEE 62704-2 IEC IEEE 62704-3 IEC 62232
	Power density	Power density can be calculated in far field region.	IEC 62232	
The physical characteristics and intended use of the equipment may have an impact on the choice of assessment method. For example, radiators of EMF intended for use in close proximity to the body shall be assessed differently from transmitters intended for fixed installations in buildings.				

The assessments should preferably be made according to an existing basic or product specific standard, for example such as those given in Clause 2 or in Table 1. If the assessment method in a basic or product specific standard is not fully applicable or if there is no appropriate basic or product specific standard for the subject of assessment, then other types of assessments are allowed as long as

- a description of the assessment method used is given in the assessment report;
- an evaluation of the total uncertainty is given in the assessment report.

For transmitters intended for use with external antennas then at least the realistic worst-case combination (in terms of human exposure) of transmitter and antenna shall be assessed for compliance in order to cover all reasonably foreseeable exposures.

5.2 Frequency range under assessment for unintentional radiation

For unintentionally radiating equipment, the compliance assessment to emissions of E or H field shall be made according to the highest internal frequency used within the equipment under assessment or at which the equipment operates with the following criteria:

- if the highest internal frequency of the equipment is less than 10 kHz, the assessments should be made up to 400 kHz;
- if the highest internal frequency of the equipment is less than 108 MHz, the assessments should be made up to 1 GHz;
- if the highest internal frequency of the equipment is between 108 MHz and 500 MHz, the assessment should be made up to 2 GHz;
- if the highest internal frequency of the equipment is between 500 MHz and 1 GHz, the assessment should be made up to 5 GHz.

If the highest internal frequency of the equipment is above 1 GHz, the assessment should be made up to 5 times the internal frequency or 6 GHz, whichever is greater.

NOTE This frequency division is referenced by CISPR standards.

The criteria above can be considered as a general rule to consider harmonics of the highest internal frequency. Alternatively, the actual values of all the harmonics may be assessed.

5.3 General procedure for the assessment of equipment

The following steps of a generic procedure for assessment of equipment involve a decision tree drawing on information from Table 1 (assessment methods) and Table 2 (characteristics and parameters of the equipment to be considered).

- 1) The equipment should be characterized to determine the nature of EMF emissions and also the expected usage conditions. An analysis should be made to investigate which parts of the equipment emit EMF. A description of the different parts of an item of equipment is recommended in order to determine which parts are emitting EMF.

An assessment shall be performed under conditions which cause the highest stable exposure within foreseeable or expected usage which is specified by the manufacturer.

Because EMF from peripheral equipment of the EUT can affect the results of measurements, the fields may be measured with a minimum setup of the EUT where this setup contains the indispensable equipment only needed for the operation of the EUT.

Measurements should be performed at the user position specified by the manufacturer and the area where the user would foreseeably approach the equipment.

NOTE 1 For practical reasons it is acceptable to perform the assessment with the equipment being operated with settings that produce the maximum exposure levels (e.g., maximum rated load, maximum rated power consumption, maximum speed or other), consistent with reasonably foreseeable use. The equipment is operated for a sufficient period to ensure that the conditions of operation are stable.

NOTE 2 Fields are usually measured with proper separation distances. In general, for practical reasons it is acceptable to perform the assessment with a specific separation distance defined by the manufacturer.

- 2) Analysis by means of measurements or calculations: if the assessed quantities, for example E -field strength or power density, are below the relevant reference levels, taking into account the impact of actual waveforms and spectral contributions, and any allowed time and spatial averaging then the equipment is deemed to meet the requirements in this document. If not, then go to step 3).
- 3) Measured or calculated field strengths or power density values should be compared with any product-specific compliance criteria (for example kind of emission, operating frequency (range), limits) that applies to the equipment. If the emission values are below

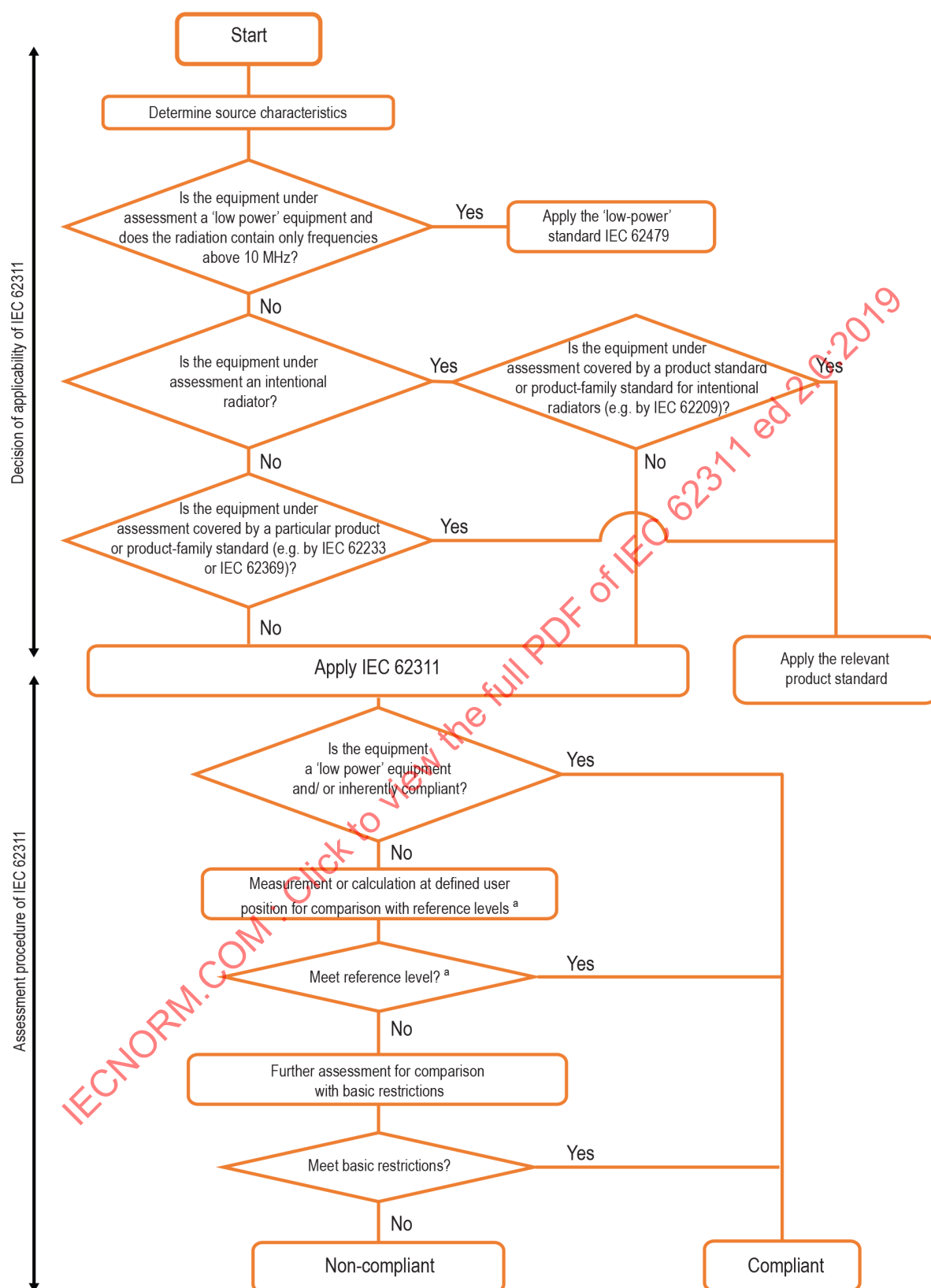
the product-specific compliance criteria then the equipment is deemed to meet the requirements in this document. If no product-specific compliance criteria have been specified for an *E*-field, *H*-field or contact current which is to be assessed, or if compliance criteria have been specified but not met, then go to step (4).

NOTE 3 The technology of some products can allow assumptions about human exposure from the equipment to be made, for example, always magnetic field, always partial-body exposure, etc. From these assumptions it can be possible to derive compliance criteria for that product or product type, for example "if the magnetic field strength is below", or "if the power is below".

- 4) Further assessment involving more detailed measurement, calculation and source/exposure modelling should be undertaken to allow comparison of exposure levels with all relevant basic restrictions on exposure. If the exposures are below the basic restrictions then the equipment is deemed to meet the requirements in this document. If not, then the equipment is deemed not to comply with the requirements in this document.

This process is summarized in the flowchart in Figure 1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62311 ed 2.0:2019



^a These steps are optional and may be skipped if it can be demonstrated that the basic restrictions are met without assessing the reference levels.

Figure 1 – Assessment flowchart

The decision “low power/inherently compliant” shall be based on an assessment where the emissions are specified in a performance standard, for example a transmitter performance standard, and where the output power is limited to a level that cannot exceed applicable limits. Hence such an assessment cannot be done within the scope of this document as it needs specific information about the quantitative limits to be applied. It can be done only on the basis of any other product standard giving the same limitation on the emission level as, for example, IEC 62479 or IEC 62232. In such cases, it may be confirmed that the equipment or equipment installation under assessment is in compliance with exposure guidelines/limits without measurement or further assessment method (see Table 1).

In case of components embedded into equipment and compliant with a dedicated EMF assessment standard the following procedure may be applied: If the component is not a dominant exposure source, the equipment shall be assessed including the component. On the other hand, if the component is the only dominant exposure source and is not affected by the equipment characteristics, the equipment is deemed to be inherently compliant.

Some products use a technology or input powers that have the consequence that the emissions cannot exceed the basic restrictions, for example non-radio transmitter products like wrist-watches, ADSL modems, computers, telecommunications equipment and hi-fi systems.

The choice of assessment method in steps (3) and (4) above is optional, but it shall be suitable for the exposure quantity to be assessed and for the frequency of emission. Where more than one equally valid assessment method exists for a particular exposure quantity, then it is acceptable to use only one assessment method for that particular quantity. Where only one assessment method is chosen, this should be clearly stated and the reasons given for the choice.

Table 2 – Characteristics and parameters of the equipment to be considered

Information needed	Further detailed description of the information needed
Frequency	Frequency of emissions
Waveform	Waveform and other information such as duty factor for establishment of peak-and/or average emission
Multiple frequency sources	Does the equipment produce fields at more than one frequency or fields with a high-harmonic content? Are the emissions simultaneous?
Emission of electric fields	Voltage differences and any coupling parts e.g. metallic surfaces charged at a voltage potential
Emission of magnetic fields	Current flow and any coupling parts e.g. coils, transducers or loops
Emission of electromagnetic fields	Generation or transmission of high frequency signals and any radiating parts e.g. antennas, loops, transducers and external cables
Contact currents	Current flows through a human body from conductive objects that are exposed to electromagnetic fields
Whole-body exposure	Fields produced by equipment extend over region occupied by the whole body
Partial-body exposure	Fields produced by equipment extend over only part of region occupied by the body, or over region occupied by limbs
Duration/time variation	Duty cycle of emissions, on/off time of power used or emitted by equipment. Variation of power use or emissions during production process
Uniformity	Extent to which the strength of the fields varies over the body or region of the body that is exposed. Shall be measured or calculated without the presence of a body
Far/near field	Are exposures in the near-field or far-field region?
Pulsed/transient fields	Are the emissions pulse-modulated or repetitive pulses? Are there occasional or periodic transients in the field?

Information needed	Further detailed description of the information needed
Physical size	Is the equipment so small that any significant exposure will be a partial-body exposure only? In relation to the wavelength (operating frequency) Is it so big that different parts will contribute to exposures “independently”?
Power	What is the emitted power? What is the power consumption? If there is an antenna system, what is the effective radiated power?
Distance (source to user)	What is the spatial relationship between the equipment and the operator or user when it is used?
Foreseeable usage	How is the equipment commonly used? Conditions of reasonably foreseeable usage and expected usage specified by the manufacturer producing the highest emission or absorption? Operating conditions? How does the usage affect the spatial relationship between the equipment and the user? Can the usage affect the emission characteristics of the equipment? Can the equipment be part of a system?
Interaction sources/user	Do the emitted fields change if the equipment is close to the body? Does the equipment couple to the body during use?

6 Uncertainty

6.1 General

Uncertainty shall be estimated for every measured and calculated field strength, power density or SAR evaluation. It shall take into account specific requirements defined in a basic or product specific standard identified in Table 1. Additional guidance on how to estimate uncertainty can be found in ISO/IEC Guide 98-3:2008 [6] and ancillary JCGM guides.

The assessment uncertainty of the applied assessment method shall be determined by calculating the expanded uncertainty using a confidence interval of 95 %.

Most EMF measurements are derived from readings using logarithmic scales for example dB μ V, corrections for the gain or loss of system components are in dB, specification limits are generally given in dB and instrument specification limits are normally in dB. In these cases it is recommended that the uncertainty calculations are made in terms of dB. In some cases, for example, where the addition of signals is the dominant contribution it may be more correct to calculate the uncertainty in terms of absolute values, for example V/m.

The (combined) uncertainty is based on a mathematical model which defines how the influence quantities are added. A simple multiplicative model, expressed as a linear series of decibel variation terms, is generally appropriate. Alternatively, the (combined) uncertainty can be determined by combining uncertainties expressed as a percentage. The use of mixed logarithm and linear units shall be avoided when determining the (combined) uncertainty.

6.2 Consideration of uncertainty for compliance

If the assessment uncertainty is less than or equal to a permissible maximum uncertainty $U_{\max}(L_m)/L_m$, then the measured value L_m shall be compared directly with the applicable limit $L_{\lim}$ for the evaluation of compliance.

If the actual assessment uncertainty is larger than the permissible maximum uncertainty value, then the actual assessment uncertainty shall be included in the evaluation of compliance with the limits as follows.

If the actual assessment uncertainty is larger than the specified value of the permissible maximum uncertainty, then a penalty value shall be added to the assessment result before comparison with the limit. Conversely, one can also reduce the applicable limit L_{lim} with the same penalty value, and compare the actual measured L_m value with the reduced limit. The right-hand side of Formula (1) shows how the limit L_{lim} is reduced in the case where the actual assessment uncertainty is larger than the permissible maximum uncertainty.

Formula (1) shall be used to determine whether the measured value L_m complies with the reduced limit if the actual assessment uncertainty of the applicable assessment method is a permissible maximum uncertainty or more.

For EMF evaluation, 30 % is often used for a permissible maximum uncertainty.

$$L_m \leq \left(\frac{1}{1 - \frac{U_{\max}(L_m)}{L_m} + \frac{U(L_m)}{L_m}} \right) L_{lim} \quad (1)$$

where

L_m is the measured value;

L_{lim} is the exposure limit;

$U(L_m)$ is the absolute expanded uncertainty;

$U_{\max}(L_m)$ is the maximum value of the expanded uncertainty for the measurement value L_m .

EXAMPLE:

Suppose a maximum relative uncertainty is 30 % and the relative uncertainty of a certain EMF assessment method is 55 %. Then

$$\frac{U_{\max}(L_m)}{L_m} = 0,3; \quad \frac{U(L_m)}{L_m} = 0,55$$

Using Formula (1), the acceptance criterion for the measured value is then

$$L_m \leq \left(\frac{1}{1 - \frac{U_{\max}(L_m)}{L_m} + \frac{U(L_m)}{L_m}} \right) L_{lim} = \left(\frac{1}{1 - 0,3 + 0,55} \right) L_{lim} = \frac{1}{1,25} L_{lim} = 0,8 L_{lim}$$

The uncertainty penalty (the amount of reduction of the limit) is then

$$U_{pen} = L_{lim} - 0,8 L_{lim} = 0,2 L_{lim}$$

NOTE Guidance on the uncertainty can be found in ISO/IEC Guide 98-3 [6] and in ANSI NCSL Z540-2 [7].

7 Considerations on sources with multiple frequencies and non-uniformity of fields

7.1 Sources with multiple frequencies

In general, electromagnetic fields produced by electrical and/or electronic equipment have spectral contributions at multiple frequencies. All these contributions shall be considered in the assessment and an appropriate summation regime shall be applied. Examples for summation regimes applicable to equipment producing spectral contributions and multiple frequencies are given in Annex A.

NOTE 1 This situation is different from that where the exposure at a given location results from multiple sources spatially separated from each other. Latter situation is considered in IEC TR 62630 and corresponding guidance how to assess that situation is given there.

NOTE 2 Electrical or electronic equipment without intentional transmitters normally produces emissions in a very broad spectrum with these emissions limited by limit values, typically those published by CISPR. These spectral contributions are subject to the assessment taking into account the summation regimes, for example those given in Annex A.

The frequency ranges to be considered for the assessment and the actual evaluation of the spectral contributions depend on the exposure requirements used for the assessment. Hence the compliance criteria given in Clause 4 shall be taken into account.

If the sources of the various spectral contributions are independent (phase non-coherent source) the possibility that these exposures will be additive in their effects shall be considered. To take effects from unstable signals in the low frequency range into account, the measurement time shall be sufficiently long. Calculations based on such additivity should be performed separately for each effect; thus separate evaluations should be made for thermal and electrical stimulation effects on the body.

In situations where sources are not independent (phase coherent sources) or the frequencies are harmonics of only one source the phase information is relevant (see IEC TR 62630 for detailed guidance). As examples there are two separate summation regimes for simultaneous exposure to fields for ICNIRP and IEEE. For other limits the same principles may be used.

7.2 Exposure to non-uniform fields

The reference level or the maximum permissible exposure level are calculated under the assumption that a human is exposed to uniform fields.

Under the situation that wavelength is longer than the distance between a human and an EM field source, for example a human is standing immediately adjacent to a high voltage transformer, the field is not uniform. If exposure is evaluated by the maximum value of field strength data at one hot spot, evaluation will be more excessive.

To consider non-uniformity of the fields, there are two methods:

- 1) Spatial averaging of field strength or power density (depending on the frequency and applicable exposure limit) data measured at several points assumed to be occupied by a human body. Examples of spatial averaging methods can be found in IEC 62110 for exposure around a power facility, such as a transformer, which is based on 3 to 5 measurement points, or in IEC 62232 for exposure from radiocommunication base stations.
- 2) Compensation by using a coupling factor. This method is used for local exposure, such as exposure to the fields from a domestic appliance or a small magnetic field source. Examples of coupling factors for local exposure to magnetic fields are given in IEC 62226-2-1, or for the evaluation of a magnetic flux density in IEC 62233.

8 Evaluation of compliance to limits

The equipment is deemed to fulfil the requirements of this document if the values obtained by the assessment are less than or equal to the limits and if the actual assessment uncertainty is less than or equal to the maximum uncertainty specified for the applied assessment method(s). If the actual assessment uncertainty is larger than the maximum uncertainty then the procedure given in 6.2 shall be applied.

9 Assessment report

9.1 General

The results of each assessment, test, calculation or measurement carried out shall be reported accurately, clearly, unambiguously and objectively and in accordance with any specific instructions in the required method(s).

The results shall be recorded, usually in an assessment report, and shall include all the information necessary for the interpretation of the assessment, test or calibration results and all information required by the used method.

All the information needed for performing repeatable assessments, tests, calculations, or measurements shall be recorded.

Further guidelines on the assessment report can be found in ISO/IEC 17025.

9.2 Items to be recorded in the assessment report

9.2.1 Assessment method

The assessment method selected shall be recorded, including the rationale (see Clause 4) for the choice.

9.2.2 Presentation of the results

The presentation of the results shall include the following:

- description of the equipment (for example by serial number if applicable);
- testing conditions (temperature, etc.) if applicable;
- operating conditions;
- uncertainty of the assessment method;
- results of each assessment performed.

9.2.3 Equipment using external antennas

For radio equipment using external antennas, the assessment report shall follow the requirements provided in IEC 62232.

10 Product documentation

The manufacturer shall provide all necessary information with the product with regard to the safe use. If documentation for repair and maintenance is prepared, the document shall also include special precautions if needed during repair or maintenance.

Annex A (informative)

Examples for summation regimes

A.1 ICNIRP 1998 summation regimes

A.1.1 General

For ICNIRP there are two separate summation regimes of different frequencies: 1 Hz to 10 MHz for stimulation effects and 100 kHz to 300 GHz for thermal effects. Additivity should be examined separately for the effects of thermal and electrical stimulation, and the basic restrictions should be met.

All values and formulas in this clause are based on the ICNIRP 1998 Guidelines [2]. The quantities are RMS values.

A.1.2 Frequency range from 1 Hz to 10 MHz (ICNIRP 1998-based)

A.1.2.1 Frequency domain assessment

A.1.2.1.1 Approach for assessment

Investigation according to ICNIRP 1998 can be achieved by using a waveform capture approach with *post hoc* Fourier analysis. This procedure is applicable if there is only a line spectrum in the signal, for example for magnetic fields having a fundamental frequency and some harmonics.

A.1.2.1.2 Basic restrictions – ICNIRP Guidelines 1998

In the considered frequency range the underlying basic restriction is induced current density or *in situ* electric field. The basic-restriction-based summations may or may not include consideration of phase. The most conservative is to neglect phase information.

Therefore, as a worst case assumption, multiple current densities at different frequencies should be evaluated according to the following formulas:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1$$

where

J_i is the current density or internal electric field strength at frequency i ;

$J_{L,i}$ is the current density or internal electric field strength basic restriction at frequency i .

Both quantities are RMS values.

A.1.2.1.3 Field reference levels – ICNIRP Guidelines 1998

When electric and magnetic field strengths are measured, the exposures should be summed according to these formulas:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}}^{10\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

and

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{65\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>65\text{kHz}}^{10\text{MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

where

E_i is the electric field strength at frequency i ;

$E_{L,i}$ is the electric field strength reference level at frequency i ;

H_j is the magnetic field strength at frequency j ;

$H_{L,j}$ is the magnetic field strength reference level at frequency j ;

a is 610 V/m for occupational exposure and 87 V/m for general public exposure;

b is 24,4 A/m (30,7 μT) for occupational exposure and 5 A/m (6,25 μT) for general public exposure.

All quantities are RMS values.

A.1.2.1.4 Contact current reference levels – ICNIRP Guidelines 1998

The exposure to contact currents should be summed according to

$$\sum_{n=1\text{Hz}}^{110\text{MHz}} \frac{I_n}{I_{C,n}} \leq 1$$

where

I_n is the contact current component at frequency n ;

$I_{C,n}$ is the reference level for contact current at frequency n .

Both quantities are RMS values.

Most values and formulas presented above are based on ICNIRP 1998 Guidelines [2].

A.1.2.1.5 RMS summation

The pure summation as presented previously always results in an overestimation of the exposure. For broadband fields consisting of higher frequency harmonic components or noise, the limitation based on this summation formula is very conservative because the frequency components are numerous and their phase is neglected.

NOTE Further guidance on the summation of relative phases can be found in the ICNIRP statement "Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines" [8].

Nevertheless, using some measurement equipment, the relative phases are not measured (for example when a spectrum analyser is used), therefore an RMS summation of frequency components is undertaken. This will usually give a more realistic outcome than neglecting phase information completely. However, this summation could be not relevant in some situations (e.g. low duty cycle waveforms).

Examples for the RMS evaluation are:

$$H = \sqrt{\sum_{n=1}^{n=k} \left(\frac{H_n}{H_{L,n}} \right)^2} \quad \text{and} \quad E = \sqrt{\sum_{n=1}^{n=k} \left(\frac{E_n}{E_{L,n}} \right)^2}$$

where

H_n, E_n is the magnitude of the n th Fourier component of the exposure waveform in the same quantity as $H_{L,n}, E_{L,n}$;

$H_{L,n}, E_{L,n}$ is the reference level of the E -field or H -field with a single sinusoidal waveform at frequency f_n ;

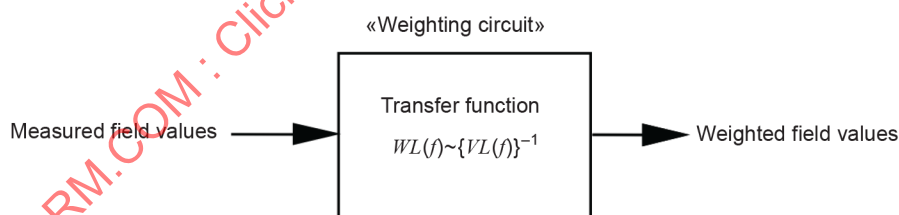
k is the maximum frequency to be considered.

A.1.2.2 Time domain assessment

In general, for all kinds of signals (e.g. broadband, non-sinusoidal), a physical measurement system (time domain assessment), which incorporates a "weighting circuit", is applicable. The measurement will be done in the time domain, but the measured signal will be evaluated as frequency-dependent. Typical examples for broadband sources are electric motors, power staplers and inverters.

For comparison with the given exposure levels, the weighting circuit should have a frequency response (transfer function WL), which matches the frequency response of the exposure standard (function VL) so that the weighting and summation of spectral components happens in the time-domain. The "weighting" process is schematically shown in Figure A.1.

NOTE 1 Further guidance on the restriction of weighted field values can be found in the ICNIRP statement "Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines" [8]. This approach is based on the restriction of the weighted peak value of a broadband field. The weighting function has been derived from the reference levels as a function of frequency. The weighted peak restriction can be applied for periodic non-sinusoidal waveforms where the mutual phases of harmonic components do not vary significantly.



IEC

Figure A.1 – Schematic of "weighting circuit"

EXAMPLE Deduction of the transfer function WL from the dependency on frequency f of the limits VL .

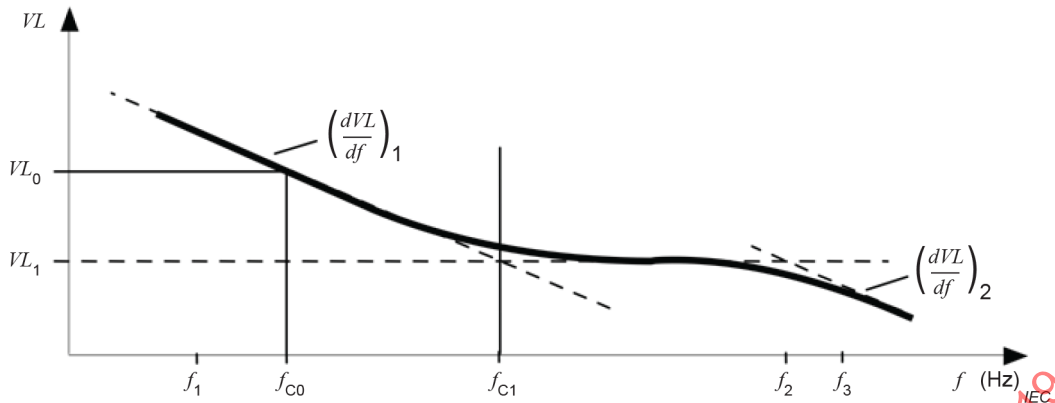


Figure A.2 – Dependency on frequency of the reference levels VL plotted with smoothing edges with $VL(f_{c0}) = VL_0$, $VL(f_{c1}) = VL_1$ and the slopes $\left(\frac{dVL}{df}\right)_n$

The transfer function WL in Figure A.3 is the inverse of the reference level curve VL plotted in Figure A.2. The normalization should be done at the frequency f_{c0} which is the calibration frequency of the equipment (e.g. 50 Hz or 60 Hz).

The transfer function WL shown in Figure A.3 should have the following characteristics (shown in double logarithmic scale) and should be realized with two first order filters:

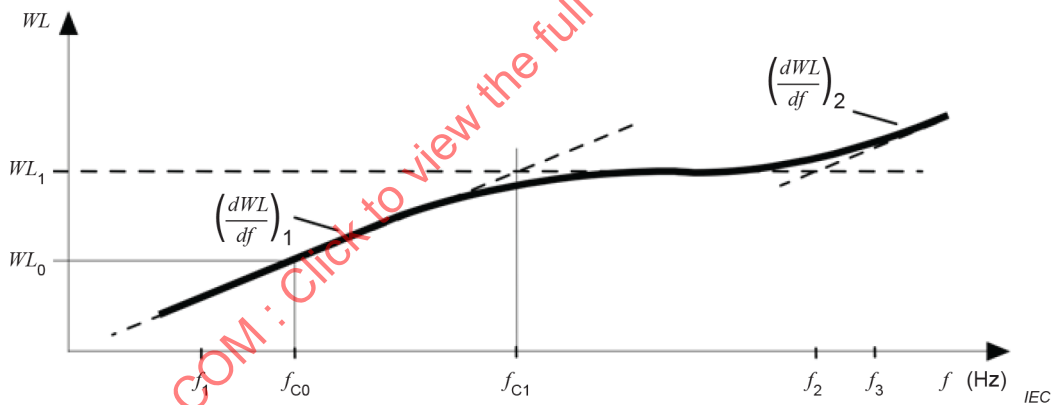


Figure A.3 – Transfer function WL

$$WL(f) = \frac{1}{AL(f)}$$

For the transfer function the following should be suitable:

$$WL(f_{c0}) = WL_0 = \frac{1}{VL_0}, \quad WL(f_{c1}) = WL_1 = \frac{1}{VL_1}$$

and for the slopes

$$\left(\frac{dWL}{df}\right)_n = \left[\left(\frac{dVL}{df}\right)_n\right]^{-1}$$

NOTE 2 For measurement of short duration fields (< 1 s), an instrument with peak-hold function is used. The automatic range selection, if any, is switched off.

A.1.3 Frequency range from 100 kHz to 300 GHz (ICNIRP 1998-based)

A.1.3.1 Basic restrictions – ICNIRP Guidelines 1998

In this frequency range, the exposure standard is based on the avoidance of thermal effects. The basic restrictions are on SAR and power density, and summation of these quantities should follow the formula

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{10\text{GHz}} \frac{SAR_i}{SAR_L} + \sum_{i>10\text{GHz}}^{300\text{GHz}} \frac{S_i}{S_L} \leq 1$$

where

SAR_i is the SAR caused by exposure at frequency i ;

SAR_L is the SAR basic restriction;

S_i is the power density at frequency i ;

S_L is the power density basic restriction.

The values of SAR in the above formula can be for the whole body or part of the body. Values of partial-body SAR should be summed together; whole-body SAR should be summed together. Partial-body should not be summed with whole-body.

A.1.3.2 Field reference levels – ICNIRP Guidelines 1998

Exposure field strengths can be compared to the reference levels on a sum square basis:

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

and

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{H_i}{d} \right)^2 + \sum_{i>1\text{MHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{H_i}{H_{L,i}} \right)^2 \leq 1$$

where

E_i is the electric field strength at frequency i ;

$E_{L,i}$ is the electric field reference level;

H_i is the magnetic field strength at frequency i ;

$H_{L,i}$ is the magnetic field reference level;

c is $610/f$ V/m (f in MHz) for occupational exposure and $87/f^{1/2}$ V/m (f in MHz) for general public exposure;

d is $1,6/f$ A/m (f in MHz) for occupational exposure and $0,73/f$ A/m (f in MHz) for general public exposure.

NOTE The values c and d are only examples.

Under the thermal summation regime, the relative phases of the spectral components can be neglected.

A.1.3.3 Limb current reference level – ICNIRP Guidelines 1998

In the frequency range from 10 MHz to 110 MHz, the summation formula for limb current is:

$$\sum_{k=10\text{MHz}}^{110\text{MHz}} \left(\frac{I_k}{I_{L,k}} \right)^2 \leq 1$$

where

I_k is the limb current component at frequency k ;

$I_{L,k}$ is the reference level for limb current, 45 mA for general public exposure and 100 mA for occupational exposure.

All values and formulas above are based on the ICNIRP 1998 Guidelines [2]. The quantities are RMS values.

Under the thermal summation regime, the relative phases of the spectral components can be neglected.

A.2 ICNIRP 2010 summation regimes

A.2.1 General

The ICNIRP 2010 Guidelines consider the frequency band from 1 Hz to 10 MHz for non-thermal effects (electrical stimulation).

In the frequency range above 100 kHz, RF specific basic restrictions and reference levels need to be considered additionally.

A.2.2 Frequency domain assessment – ICNIRP 2010 Guidelines

A.2.2.1 Basic restrictions

A.2.2.1.1 Approach for assessment

In the frequency range from 1 Hz to 10 MHz the underlying basic restriction is the internal electric field. The basic-restriction-based summations may or may not include consideration of phase. The most conservative is to neglect phase information.

A.2.2.1.2 Simultaneous exposure to multiple frequency fields

Therefore, as a worst case assumption, multiple internal electric fields at different frequencies should be evaluated according to the following formula:

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{E_{ij}}{E_{L,j}} \leq 1$$

where

E_{ij} is the internal electric field strength induced at frequency j ;

$E_{L,j}$ is the induced electric field strength restriction at frequency j .

All quantities are coherent: RMS values or peak values.

A.2.2.1.3 Non-sinusoidal waveform exposure

The basic-restriction-based summations include consideration of phase. The exposures should be summed according to this formula:

$$\max \left| \sum_i \frac{E_i}{EL_i} \times \cos(2 \times \pi \times f_i \times t + \theta_i + \varphi_i) \right| \leq 1$$

where

t is time;

E_i are the amplitudes of the internal electric field;

EL_i is the exposure limit at the i th harmonic frequency f_i ;

θ_i, φ_i are the phase angles of the field and phase angles of the weighted function at the harmonic frequencies.

All quantities are coherent: RMS values or peak values.

The formula is also applicable for simultaneous exposure to multiple frequency fields. When the frequencies are not linked, the results carried out with both methods are identical.

A.2.2.2 Reference levels

A.2.2.2.1 Simultaneous exposure to multiple frequency fields

When electric and magnetic field strengths are measured, the exposures should be summed according to one of the two regimes:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{E_j}{E_{R,j}} \leq 1$$

and

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{10\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{R,j}} \leq 1$$

where

E_j is the electric field strength at frequency j ;

$E_{R,j}$ is the electric field strength reference level at frequency j ;

H_j is the magnetic field strength at frequency j ;

$H_{R,j}$ is the magnetic field strength reference level at frequency j ;

All quantities are coherent: RMS values or peak values.

A.2.2.2.2 Non sinusoidal waveform exposure

The reference-level-based summation includes consideration of phase. The exposures should be summed according to this formula:

$$\max \left| \sum_i \frac{A_i}{A_{Ri}} \times \cos(2 \times \pi \times f_i \times t + \theta_i + \varphi_i) \right| \leq 1$$

where

t is time;

A_i are the amplitudes of the field (electric or magnetic);

A_{Ri} is the reference level at the i th harmonic frequency f_i ;

θ_i, φ_i , are the phase angles of the field and phase angles of the weighted function at the harmonic frequencies.

All quantities are coherent: RMS values or peak values.

This formula is also applicable for simultaneous exposure to multiple frequency fields.

A.2.2.3 Contact current reference levels

A.2.2.3.1 Simultaneous exposure to multiple frequency fields

For contact current, the following requirements should be applied according to the exposure guideline which is applied for the EMF assessment.

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{I_j}{I_{Cj}} \leq 1$$

I_j is the contact current component at frequency j ;

I_{Cj} is the reference level for contact current at frequency j .

All quantities are coherent: RMS values or peak values.

Most values and formulas presented above are based on ICNIRP 2010 Guidelines [3].

The pure summation always results in an overestimation of the exposure. For broadband fields consisting of higher frequency harmonic components or noise, the limitation based on such a summation formula is very conservative because the components do not have the same phase.

NOTE Further guidance on the summation of relative phases can be found in the ICNIRP statement "Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines" [8].

A.2.2.3.2 Non sinusoidal exposure

For contact current, the following requirements should be applied according to the exposure guideline which is applied for the EMF assessment.

$$\max \left| \sum_j \frac{I_j}{I_{Cj}} \times \cos(2 \times \pi \times f_j \times t + \theta_j + \varphi_j) \right| \leq 1$$

where

t is time;

I_j is the limb current or contact current component at the i th harmonic frequency f_j ;

$I_{C,j}$ is the contact current limit at the i th harmonic frequency f_j ;

θ_j, φ_j are the phase angles of the field and phase angles of the weighted function at the harmonic frequencies.

All quantities are coherent: RMS values or peak values.

This formula is also applicable for simultaneous exposure to multiple frequency fields.

A.2.3 Time domain assessment – ICNIRP 2010 Guidelines

It is often more convenient to use analog or digital filtering of the waveform in the time domain as presented in A.2.2. The peak value of the filtered waveform should not exceed the pertinent exposure limit (basic restrictions or reference levels) converted to the peak value at the reference frequency. In addition to the amplitude, physical filters always influence on the phase of the field which changes the peak value of the filtered field. The assessment will be carried out in the time domain, but the result will be frequency dependent.

This method is known as the weighted peak method in the time domain.

The weighting circuit should have a frequency response (transfer function WL), which matches the frequency response of the exposure standard (function EL) so that the weighting and summation of spectral components happen in the time-domain.

This method is applicable to any type of signal and any waveform (electrical fields, magnetic fields, induced currents or internal electrical fields). The signal can be at single frequency, multiple frequencies and non-sinusoidal (complex waveform).

In general, a physical measurement system (time domain assessment) for external quantities which incorporates a "weighting circuit", is applicable.

NOTE 1 Further guidance on the restriction of weighted field values can be found in the ICNIRP statement "Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines" [8]. This approach is based on the restriction of the weighted peak value of a broadband field. The weighting function has been derived from the reference levels as a function of frequency. The weighted peak restriction can be applied for periodic non-sinusoidal waveforms where the mutual phases of harmonic components do not vary significantly.

$$\max |WL(t) * A(t)| \leq 1$$

where

* presents the convolution product i.e. filtering $A(t)$ with WL ;

$A(t)$ is the physical quantity to be assessed (electric field, magnetic field...);

$WL(t)$ is the time response of a weighting function $WL(f)$ relevant to the quantity to be assessed.

The above equation can be formulated as follows when frequency components are known:

$$\max \left| \sum_i WL_i \times A_i \cos(2\pi \times f_i \times t + \theta_i + \varphi_i) \right| \leq 1$$

where

t is time;

A_i are the frequency components of the quantity (peak value) to be assessed (electric field, magnetic field, induced electric field, current density, limb or contact current);

WL_i is the inverse peak value of the exposure limit at the i th harmonic frequency f_i , i.e.

$$WL_i = \frac{1}{\sqrt{2} \times AL_i}$$

where

AL_i is the exposure limit (RMS value) at the i th harmonic frequency f_i ;

θ_i, φ_i are the phase angles of the field and phase angles of the weighted function at the harmonic frequencies.

This weighting function can be approximated with an electronic or digital filter where the attenuation should not deviate more than 3 dB and phase more than 90° from the exact piecewise linear frequency response. Figure A.4 shows the attenuation and phase as a function of frequency for the filter used for the weighting of the induced electric field. The approximate curves are based on a simple approximation with RC (resistor/capacitor) type filter function.

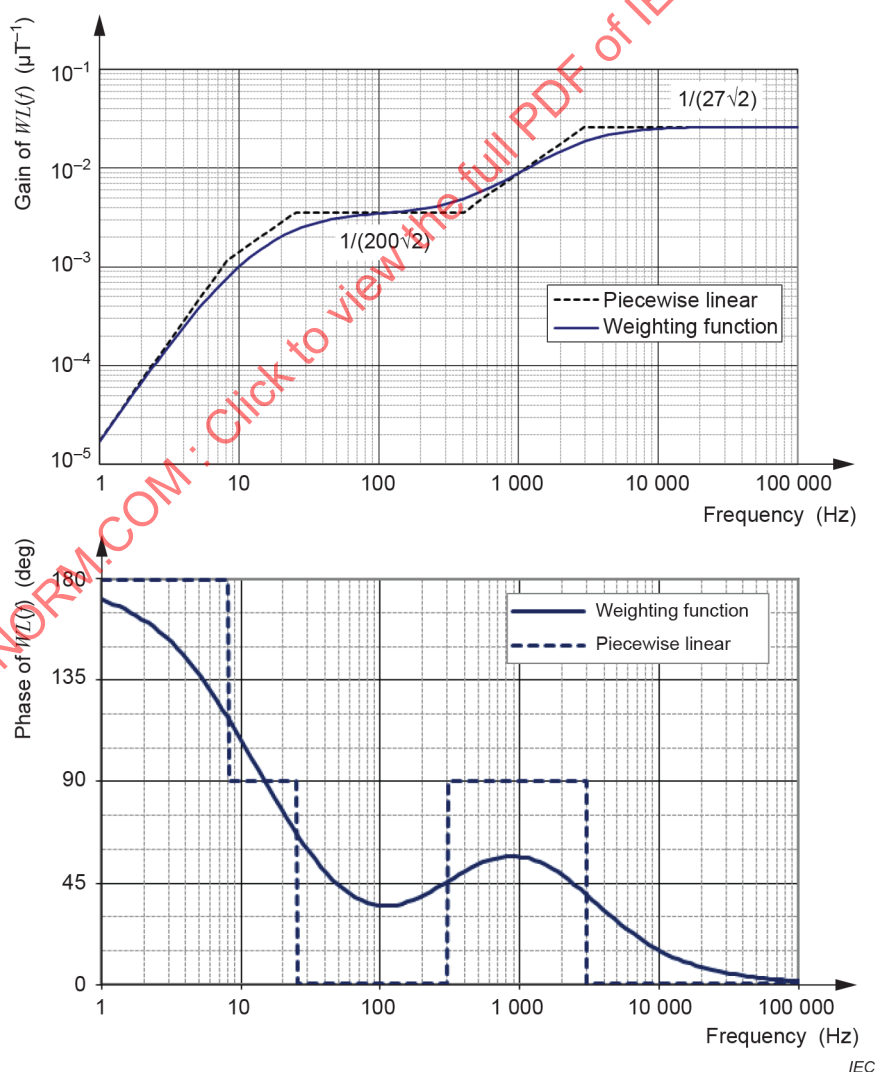


Figure A.4 – Amplitude and phase response for the weighting function $WL(f)$ of the magnetic field (reference level for general public exposure)

The time domain method is also applicable for a simple sine field and for simultaneous exposure to multiple frequency fields.

It is also applicable on the ICNIRP 1998 exposure limits (basic restrictions and reference levels).

The pure frequency component summation, as presented previously (neglecting the phase), most of the time results in an overestimation of the exposure as it is very conservative. An RMS summation of these components can give a more realistic outcome than when neglecting phase information completely but it may not be relevant in some situations (i.e. low duty cycle waveform). The weighted peak method in the time domain is applicable to all types of signal and provides a realistic result in any case.

NOTE 2 For measurement of short duration fields (< 1 s) an instrument with peak-hold function is used. The automatic range selection, if any, is switched off.

A.3 IEEE summation regimes

A.3.1 General

For IEEE there are two separate summation regimes of different frequencies: 0 Hz to 5 MHz for stimulation effects and 3 kHz to 300 GHz for thermal effects.

A.3.2 Frequency range from 0 kHz to 5 MHz (IEEE-based)

A.3.2.1 Frequency domain assessment

The summation is carried out from the lowest frequency of the exposure waveform, to a maximum frequency of 5 MHz. Note that N_i and ME_i should measure the same quantity, as well as be in the same units.

For instance, if N_i is the magnitude of a flux density waveform, then ME_i should also be a measure of flux density. Alternatively, both N_i and ME_i could be measures of the time derivative of the field, the induced *in situ* electric field, or induced current density.

$$\sum_{i=0\text{Hz}}^{5\text{MHz}} \frac{N_i}{ME_i} \leq 1$$

where

N_i is the magnitude of the i th Fourier component of the exposure waveform in the same quantity as ME ;

ME_i is the maximum permissible exposure or the basic *in situ* field restriction with a single sinusoidal waveform at a frequency f_i .

NOTE The formula is based on IEEE Std C95.6-2002 [4], which also gives further explanation.

A.3.2.2 Time domain assessment

The time domain valuation can also be applied for IEEE. In this case, the transfer function for the IEEE reference level $B_{\text{RL}}(f)$ is calculated as follows:

$$(f_1 = 10 \text{ Hz}) \leq f \leq (f_{c1} = 20 \text{ Hz}): \quad A(f) = \frac{B_{\text{RL}}(f_{c0} = 60 \text{ Hz})}{B_{\text{RL}}(f)} = \frac{0,904 \mu\text{T}s}}{\frac{18,1}{f} \mu\text{T}} = \frac{f}{20 \text{ Hz}}$$

$$(f_{c1} = 20 \text{ Hz}) \leq f \leq (f_2 = 759 \text{ Hz}): \quad A(f) = \frac{B_{RL}(f_{c0} = 60\text{Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{0,904\mu\text{T}}{0,904\mu\text{T}} = 1$$

$$(f_2 = 759 \text{ Hz}) \leq f \leq (f_3 = 3,35 \text{ kHz}): \quad A(f) = \frac{B_{RL}(f_{c0} = 60\text{Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{0,904\mu\text{T}s}}{\frac{687}{f}\mu\text{T}} = \frac{f}{759\text{Hz}}$$

$$(f_3 = 3,35 \text{ kHz}) \leq f \leq (f_4 = 100 \text{ kHz}): \quad A(f) = \frac{B_{RL}(f_{c0} = 60\text{Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{0,904\mu\text{T}}{0,205\mu\text{T}} = 4,41$$

$$(f_4 = 100 \text{ kHz}) \leq f \leq (f_{n=5} = 400 \text{ kHz}): \quad A(f) = \frac{B_{RL}(f_{c0} = 60\text{Hz})}{B_{RL}(f)} = \frac{0,904\mu\text{T}s}}{\frac{20,5}{f}\text{T}} = \frac{f}{22,68\text{kHz}}$$

NOTE All frequencies f in the formulas above are in hertz.

A.3.3 Frequency range from 3 kHz to 300 GHz (IEEE-based)

When multiple sources are introduced into an environment, it becomes necessary to address the sources interdependently, since each source will contribute some percentage of the maximum permissible exposure ME toward the total exposure at a fixed location. The sum of the ratios of the exposure from each source (expressed as a plane-wave equivalent power density) to the corresponding ME for the frequency of each source is evaluated. The exposure complies with ME if the sum of the ratios is less than unity, i.e.

$$\sum_{i=1}^n \frac{S_{E_i}(\text{duty factor})}{ME_{E_i}} \leq 1$$

and

$$\sum_{i=1}^n \frac{S_{H_i}(\text{duty factor})}{ME_{H_i}} \leq 1$$

NOTE 1 The corresponding values of ME are expressed in terms of power density in the above summation or in terms of the field strength squared.

NOTE 2 The formula is based on the IEEE Std C95.1-2005 [5], which also gives further explanation.

Bibliography

- [1] *European Council Recommendation 1999/519/EC of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)*
- [2] ICNIRP Guidelines, *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*. Health Physics 74(4): 494 - 522, 1998
- [3] ICNIRP Guidelines, *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz)*. Health Physics, 2010, vol 99, No 6, pp. 818-836
- [4] IEEE Std C95.6™ *IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0–3 kHz*. 2002
- [5] IEEE Std C95.1™ *IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz*. 2005
- [6] ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*
- [7] 387ANSI NCSL Z540-2: *US guide to the expression of uncertainty in measurement*
- [8] ICNIRP, *Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines*. Health Physics, 2003, vol 84, No 3, pp. 383-387
- [9] JCGM 100:2008, *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*
- [10] ISO/IEC 17025 *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*
- [11] CISPR 32, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*
- [12] IEC 61786-1:2013, *Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 1: Requirements for measuring instruments*
- [13] IEC 61786-2:2014, *Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 2: Basic standard for measurements*
- [14] IEC 62110:2009, *Electric and magnetic field levels generated by AC power systems - Measurement procedures with regard to public exposure*
- [15] IEC 62209-1:2016, *Measurement procedure for the assessment of specific absorption rate of human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Part 1: Devices used next to the ear (Frequency range of 300 MHz to 6 GHz)*
- [16] IEC 62209-2:2010, *Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Human models, instrumentation, and procedures – Part 2: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz)*

- [17] IEC 62226-1:2004, *Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range – Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body – Part 1: General*
- [18] IEC 62226-2-1:2004, *Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range – Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body – Part 2-1: Exposure to magnetic fields – 2D models*
- [19] IEC 62226-3-1:2007, *Exposure to electric or magnetic fields in the low and intermediate frequency range – Methods for calculating the current density and internal electric field induced in the human body – Part 3-1: Exposure to electric fields – Analytical and 2D numerical models*
- [20] IEC 62233:2005, *Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure*
- [21] IEC 62369-1:2008, *Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from short range devices (SRDs) in various applications over the frequency range 0 GHz to 300 GHz – Part 1: Fields produced by devices used for electronic article surveillance, radio frequency identification and similar systems*
- [22] IEC 62479:2010, *Assessment of the compliance of low-power electronic and electrical equipment with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (10 MHz to 300 GHz)*
- [23] IEC TR 62630:2010, *Guidance for evaluating exposure from multiple sources*
- [24] IEC/IEEE 62704-1:2017, *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz – Part 1: General requirements for using the finite difference time-domain (FDTD) method for SAR calculations*
- [25] IEC/IEEE 62704-2:2017, *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz – Part 2: Specific requirements for finite difference time domain (FDTD) modelling of exposure from vehicle mounted antennas*
- [26] IEC/IEEE 62704-3:2017, *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz – Part 3: Specific requirements for using the finite difference time domain (FDTD) method for SAR calculations of mobile phones*
- [27] IEC 60050-121, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 121: Electromagnetism* (available at <http://www.electropedia.org>)
- [28] IEC 60050-713, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 713: Radiocommunications: transmitters, receivers, networks and operation* (available at <http://www.electropedia.org>)
- [29] IEC TR 63167, *Assessment of contact current related to human exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields*
- [30] IEC TR 63170, *Measurement procedure for the evaluation of power density related to human exposure to radio frequency fields from wireless communication devices operating between 6 GHz and 100 GHz*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62311 ed 2.0:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	38
1 Domaine d'application	40
2 Références normatives	40
3 Termes, définitions et termes abrégés	40
3.1 Termes et définitions	40
3.2 Termes abrégés	44
4 Critères de conformité	44
5 Réalisation des évaluations	45
5.1 Méthodes d'évaluation	45
5.2 Plage de fréquences utilisées pour l'évaluation pour un rayonnement non intentionnel	47
5.3 Procédure générique d'évaluation d'un équipement	48
6 Incertitude	51
6.1 Généralités	51
6.2 Prise en considération de l'incertitude dans l'évaluation de conformité	52
7 Considérations relatives aux sources à fréquences multiples et non-uniformité des champs	53
7.1 Sources à fréquences multiples	53
7.2 Exposition à des champs non uniformes	53
8 Évaluation de la conformité aux limites	54
9 Rapport d'évaluation	54
9.1 Généralités	54
9.2 Éléments devant figurer dans le rapport d'évaluation	54
9.2.1 Méthode d'évaluation	54
9.2.2 Présentation des résultats	54
9.2.3 Équipements utilisant des antennes extérieures	54
10 Documentation du produit	55
Annexe A (informative) Exemples de régimes de sommation	56
A.1 Régimes de sommation de l'ICNIRP 1998	56
A.1.1 Généralités	56
A.1.2 Plage de fréquences de 1 Hz à 10 MHz (à partir de l'ICNIRP 1998)	56
A.1.3 Plage de fréquences de 100 kHz à 300 GHz (à partir de l'ICNIRP 1998)	60
A.2 Régimes de sommation de l'ICNIRP 2010	61
A.2.1 Généralités	61
A.2.2 Évaluation dans le domaine fréquentiel – Lignes directrices ICNIRP 2010	61
A.2.3 Évaluation dans le domaine temporel – Lignes directrices ICNIRP 2010	64
A.3 Régimes de sommation de l'IEEE	67
A.3.1 Généralités	67
A.3.2 Plage de fréquences de 0 kHz à 5 MHz (à partir de l'IEEE)	67
A.3.3 Plage de fréquences de 3 kHz à 300 GHz (à partir de l'IEEE)	68
Bibliographie	69
Figure 1 – Diagramme d'évaluation	49
Figure A.1 – Schéma d'un «circuit de pondération»	58

Figure A.2 – Dépendance par rapport à la fréquence des niveaux de référence VL avec lissage des arêtes avec $VL(f_{c0}) = VL_0$, $VL(f_{c1}) = V_1$ et les pentes $\left(\frac{dVL}{df}\right)_n$	59
Figure A.3 – Fonction de transfert WL	59
Figure A.4 – Réponse en amplitude et en phase pour la fonction de pondération $WL(f)$ du champ magnétique (niveau de référence pour l'exposition du public)	66
Tableau 1 – Liste des méthodes d'évaluation possibles	45
Tableau 2 – Caractéristiques et paramètres de l'équipement à prendre en compte	50

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62311 ed 2.0:2019

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ÉVALUATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES ET ÉLECTRIQUES
EN RELATION AVEC LES RESTRICTIONS D'EXPOSITION HUMAINE AUX
CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES (0 Hz à 300 GHz)**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62311 a été établie par le comité d'études 106 de l'IEC: Méthodes d'évaluation des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques en relation avec l'exposition humaine.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2007. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) une distinction claire a été faite entre les émetteurs intentionnels et non intentionnels;
- b) l'exposition à des champs non uniformes est prise en considération;
- c) le traitement de l'incertitude des procédures d'évaluation a été amélioré;
- d) différents régimes de sommation sont décrits dans l'Annexe A;

- e) les informations présentes dans des normes de base publiées entre-temps ont été utilisées, ce qui explique la suppression de toutes les annexes informatives de l'édition précédente.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
106/480/FDIS	106/486/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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

ÉVALUATION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES ET ÉLECTRIQUES EN RELATION AVEC LES RESTRICTIONS D'EXPOSITION HUMAINE AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES (0 Hz à 300 GHz)

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux équipements électroniques et électriques auxquels aucune norme concernant l'exposition humaine aux champs électromagnétiques, dédiée à un produit ou à une famille de produits, ne s'applique. Il couvre les équipements à émetteurs intentionnels ou non intentionnels ainsi qu'une combinaison de ceux-ci.

Le présent document fournit des méthodes et des critères d'évaluation pour démontrer que les équipements satisfont aux limites d'exposition des personnes aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques. La plage de fréquences couverte s'étend de 0 Hz à 300 GHz.

NOTE 1 La Figure 1 donne des recommandations supplémentaires relatives à l'application du présent document et à sa relation avec d'autres normes EMF (normes de champ électromagnétique).

Le présent document ne spécifie pas de limites d'exposition, ni sous la forme de restrictions de base ni sous la forme de niveaux de référence. Ces limites, exprimées par exemple sous forme de limites régionales, sont soumises au système d'évaluation appliqué.

NOTE 2 Les méthodes et les critères d'évaluation des équipements par rapport aux restrictions de base ou aux niveaux de référence peuvent être utilisés en ce qui concerne l'exposition du public ou des travailleurs.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-161:1990, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 62232:2017, *Détermination de l'intensité de champ de radiofréquences, de la densité de puissance et du DAS à proximité des stations de base de radiocommunication dans le but d'évaluer l'exposition humaine*

3 Termes, définitions et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-161, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1.1**durée d'intégration** t_{avg}

<pour l'exposition humaine à des champs électromagnétiques> intervalle de temps approprié sur lequel l'exposition est moyennée dans le but de déterminer la conformité

3.1.2**restriction de base**

restriction sur l'exposition à un champ électrique, magnétique ou électromagnétique variable dans le temps, et qui est fondée directement sur des effets sanitaires avérés

Note 1 à l'article: Des exemples de restrictions de base sont donnés en Annexe II de la Recommandation du Conseil 1999/519/EC [1], dans les documents ICNIRP Guidelines ([2], [3]), IEEE Std C95.6 [4] et IEEE Std C95.1 [5].

3.1.3**courant de contact**

<pour le corps humain> courant entrant dans le corps du fait d'un contact avec un objet conducteur dans un champ électromagnétique

Note 1 à l'article: Il s'agit du courant entrant dans le corps de manière localisée (habituellement par la main, pour un frôlement léger).

3.1.4**densité de courant** J

courant par unité de surface circulant à l'intérieur du corps humain du fait d'une exposition à des champs électromagnétiques

3.1.5**facteur de service**

<pour l'exposition humaine à des champs électromagnétiques> rapport de la durée de l'impulsion à la période dans un train d'impulsions périodiques

Note 1 à l'article: Un facteur de service peut aussi être considéré comme une mesure de la caractéristique temporelle d'émission d'une source RF telle qu'une antenne de messagerie radio, émettant de façon intermittente, en divisant la durée moyenne d'émission par la période moyenne des émissions.

Note 2 à l'article: Un facteur de service de 1,0 correspond à un fonctionnement continu.

3.1.6**puissance apparente rayonnée** PAR

produit de la puissance fournie par un émetteur radioélectrique à une antenne, par le gain de celle-ci par rapport à un doublet demi-onde dans une direction donnée

[SOURCE: IEC 60050-713:1998, 713-09-26]

3.1.7**champ électrique** E

champ vectoriel E qui engendre sur toute particule chargée au repos une force F égale au produit du champ E par la charge électrique Q de la particule

[SOURCE: IEC 60050-121:1998, 121-11-18]

3.1.8**exposition**

situation dans laquelle une personne est soumise à un champ électrique, magnétique ou électromagnétique

Note 1 à l'article: Le terme «exposition» est aussi communément utilisé pour «niveau d'exposition» (voir 3.1.9).

[SOURCE: IEC 62226-1:2004, 3.1.7]

3.1.9

niveau d'exposition

valeur de la grandeur utilisée pour évaluer l'exposition

Note 1 à l'article: Celle-ci peut être une densité de courant induit, un débit d'absorption spécifique (*DAS*), une densité de puissance, une intensité de champ électrique ou magnétique, un courant de membre ou un courant de contact.

3.1.10

région de champ lointain

région du champ d'une antenne dans laquelle la répartition radiale du champ est pour l'essentiel inversement dépendante de la distance de l'antenne

Note 1 à l'article: Dans la région de champ lointain, le champ présente une prédominance d'ondes planes, c'est-à-dire localement une répartition uniforme de champs électrique et magnétique dans les plans transversaux par rapport à la direction de propagation. Les vecteurs du champ électrique et du champ magnétique sont perpendiculaires entre eux et le quotient entre la valeur de l'intensité du champ électrique E et l'intensité du champ magnétique H est constant et égal à l'impédance de l'espace libre Z_0 .

3.1.11

fréquence interne la plus élevée

fréquence fondamentale la plus élevée générée ou utilisée dans l'EUT, ou fréquence la plus élevée à laquelle il fonctionne

3.1.12

courant induit

<dans un corps> courant induit à l'intérieur du corps par suite d'une exposition à des champs électromagnétiques

3.1.13

conforme intrinsèquement

être considéré comme satisfaisant à un ensemble d'exigences sans la nécessité d'appliquer une méthode d'évaluation (telle que des mesures ou des calculs)

Note 1 à l'article: Cet ensemble d'exigences peut par exemple être un ensemble de limites d'exposition du public.

Note 2 à l'article: Un équipement conforme intrinsèquement par rapport à un ensemble d'exigences donné (par exemple, limites d'exposition des travailleurs) n'est pas nécessairement conforme intrinsèquement par rapport à un autre ensemble d'exigences (par exemple, limites d'exposition du public).

3.1.14

émetteur intentionnel

équipement électrique ou électronique dans lequel des champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques sont produits à dessein pour les besoins de radiocommunication, de radiopérage, de traitement de matériaux ou de transfert d'énergie électromagnétique

3.1.15

courant de membre

courant circulant dans un bras ou une jambe, soit résultant d'un courant de contact, soit induit par un champ extérieur

3.1.16

champ magnétique

H

grandeur vectorielle obtenue en un point donné en soustrayant l'aimantation M du quotient de l'induction magnétique B par la constante magnétique μ_0

[SOURCE: IEC 60050-121:1998, 121-11-56, modifié – Les notes ont été supprimées.]

3.1.17**induction magnétique***B*

champ vectoriel *B* qui engendre sur toute particule chargée de vitesse *v* une force *F* égale au produit du produit vectoriel *v* x *B* par la charge électrique *Q* de la particule

[SOURCE: IEC 60050-121:1998, 121-11-19, modifié – Les notes ont été supprimées.]

3.1.18**région de champ proche**

région généralement située à proximité d'une antenne ou d'une autre structure rayonnante, dans laquelle les champs électriques et magnétiques ne présentent pas une prédominance d'ondes planes, mais varient considérablement d'un point à l'autre

Note 1 à l'article: La région de champ proche est ensuite subdivisée en région de champ proche réactif - qui est la plus proche de la structure rayonnante et qui contient la plupart ou presque la totalité de l'énergie emmagasinée - et en région de champ proche rayonnant où le champ rayonnant prévaut sur le champ réactif, sans toutefois présenter une prédominance d'ondes planes et se caractérise par une structure complexe.

3.1.19**exposition partielle du corps**

exposition localisée d'une partie du corps, produisant un *DAS* local, une densité de puissance ou une densité de courant induit correspondant, à distinguer d'une exposition totale du corps

3.1.20**densité de puissance d'onde plane équivalente**

<onde électromagnétique> densité de puissance qui est égale à la densité de puissance d'une onde plane possédant la même intensité de champ électrique (*E*) ou magnétique (*H*) que le champ mesuré

3.1.21**densité de puissance***S*

<de propagation d'une onde électromagnétique> puissance par unité de surface perpendiculaire à la direction de propagation d'une onde électromagnétique

Note 1 à l'article: Pour les ondes planes, la densité de puissance (*S*), l'intensité du champ électrique (*E*) et l'intensité du champ magnétique (*H*) sont reliées par l'impédance de l'espace (*Z*₀), dans le cas d'une onde plane ou d'un espace libre, c'est-à-dire 377 Ω:

$$S = \frac{E^2}{Z_0} = Z_0 H^2 = EH$$

E et *H* sont exprimées respectivement en V/m et en A/m, et *S* en W/m². La valeur de 377 Ω n'est valable que pour l'espace libre, dans des conditions de mesure en champ lointain.

Note 2 à l'article: Bien que de nombreux instruments de mesure indiquent des unités de densité de puissance, les grandeurs réellement mesurées sont *E* ou *H* ou le carré de ces grandeurs.

3.1.22**niveau de référence**

niveau d'intensité de champ ou de densité de puissance qui est dérivé des restrictions de base en partant des hypothèses d'exposition prudentes

Note 1 à l'article: Si les niveaux de référence sont satisfaits, les restrictions de base sont respectées, mais si les niveaux de référence sont dépassés, cela ne signifie pas nécessairement que les restrictions de base ne sont pas respectées.

3.1.23

moyenne quadratique valeur efficace

<d'une onde électromagnétique périodique > valeur efficace ou valeur associée au chauffage par effet Joule, d'une onde électromagnétique périodique qui s'obtient en prenant la racine carrée de la moyenne des carrés d'une fonction

Note 1 à l'article: Bien que de nombreux instruments de mesure dans la plage de hautes fréquences indiquent la valeur efficace, la grandeur réellement mesurée est la somme quadratique (RSS) (intensité du champ équivalente).

3.1.24

somme quadratique RSS

valeur obtenue à partir des valeurs efficaces des trois intensités des champs individuels, mesurées dans trois directions orthogonales, combinées sans prendre en considération les phases

$$X = \sqrt{X_x^2 + X_y^2 + X_z^2}$$

Note 1 à l'article: Le terme abrégé «RSS» est dérivé du terme anglais développé correspondant «root-sum-square».

3.1.25

transitoire

se dit d'un phénomène ou d'une grandeur qui varie entre deux régimes établis consécutifs dans un intervalle de temps relativement court à l'échelle des temps considérée

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-02-01]

3.1.26

exposition totale du corps

exposition de la totalité du corps (ou du torse lorsque la densité de courant induit est prise en considération)

3.2 Termes abrégés

CISPR Comité international spécial des perturbations radioélectriques

PIRE puissance isotrope rayonnée équivalente

EMF electromagnetic fields (champs électromagnétiques)

EUT equipment under test (équipement en essai)

ICNIRP International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants)

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers (Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens)

DAS débit d'absorption spécifique

4 Critères de conformité

En règle générale, les restrictions de base doivent être utilisées comme des valeurs limites d'exposition pour l'évaluation de la conformité. Cependant, dans la plupart des cas, les niveaux de référence sont utilisés comme des valeurs limites. De tels niveaux de référence pour l'exposition aux champs électrique, magnétique et électromagnétique sont dérivés des restrictions de base selon les hypothèses d'exposition réalistes les plus défavorables. Si les niveaux de référence sont satisfaits, les restrictions de base sont respectées, mais si les niveaux de référence sont dépassés, cela ne signifie pas nécessairement que les restrictions de base ne sont pas respectées. Dans certains cas, il peut être possible de démontrer directement le respect des restrictions de base. Il peut également être possible de dériver des

critères de conformité permettant de démontrer, par un simple mesurage ou par un calcul, le respect de ces restrictions de base. Souvent, ces critères de conformité peuvent être dérivés à partir d'hypothèses réalistes quant aux conditions dans lesquelles un dispositif peut produire des expositions, plutôt qu'à partir des hypothèses prudentes qui sont à l'origine des niveaux de référence.

NOTE Le présent document ne spécifie pas de limites d'exposition, ni sous la forme de restrictions de base, ni sous la forme de niveaux de référence. Ces limites, exprimées par exemple dans [1]¹, [2], [3], [4] ou [5] sous forme de limites régionales (voir aussi SMB/3979/DP), sont soumises au système d'évaluation appliqué.

Lorsque la technologie d'un équipement ne permet pas de produire, à la position de l'utilisateur, un champ électrique E , un champ magnétique H , un champ électromagnétique ou un courant de contact à des niveaux supérieurs aux niveaux de référence, cet équipement est alors réputé, sans autre évaluation, conforme aux exigences du présent document pour ces champs électrique E , magnétique H , électromagnétique ou ce courant de contact.

5 Réalisation des évaluations

5.1 Méthodes d'évaluation

La conformité aux limites d'exposition humaine doit être démontrée par une évaluation. Une ou plusieurs des méthodes d'évaluation énumérées dans le Tableau 1 peuvent être utilisées pour l'évaluation. Les normes de la colonne «Norme applicable, par exemple» ne sont que des exemples de normes applicables. D'autres normes ou méthodes de mesure et de calcul peuvent être utilisées si elles sont appropriées pour la méthode d'évaluation utilisée.

Tableau 1 – Liste des méthodes d'évaluation possibles

Méthode d'évaluation	Objet d'évaluation		Domaine d'applicabilité et restrictions	Norme applicable, par exemple
Évaluation simplifiée (possible dans des cas particuliers)	Niveau maximal de puissance de sortie (uniquement applicable pour $f > 10$ MHz)	DAS	Présomption d'évaluation du DAS local/corps entier par niveau d'exclusion de faible puissance	IEC 62479
	PIRE	DAS	Présomption de conformité aux valeurs de DAS pour les équipements installés de différentes classes en fonction du produit PIRE, de la hauteur et de la distance d'installation par rapport aux sources ambiantes.	IEC 62232
Mesurage	Intensité de champ	E et H/B	Champ proche ou lointain. Mesurage direct pour comparaison avec les niveaux de référence ou pour servir d'entrée pour une évaluation plus détaillée	IEC 62110 IEC 62233 IEC 62232 IEC 61786-2
	Courant	Courant de contact	Mesurage direct des propriétés physiques du courant de contact	IEC TR 63167
	Restrictions de base	Courant induit /champ E interne	Non développé	

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

Méthode d'évaluation	Objet d'évaluation		Domaine d'applicabilité et restrictions	Norme applicable, par exemple
		DAS	Mesurage du DAS avec un fantôme	IEC 62209-1 (tête du fantôme) IEC 62209-2 (fantôme plat, petit) IEC 62232 (fantôme plat, grand)
		Densité de puissance	Dans la région de champ lointain, la densité de puissance peut être mesurée en mesurant l'intensité du champ E ou du champ H Pour une plage de fréquences de plus de 10 GHz (ou 6 GHz), la densité de puissance peut être mesurée par un balayage 2D sur une surface de mesure	IEC 62232 IEC TR 63170
Calcul	Modèle numérique	Source	Prévision des expositions à partir de calculs des émissions à une distance spécifique	IEC 62232
		Corps humain	Densité de courant induit – champ électrique induit	IEC 62226-2-1 IEC 62226-3-1 IEC 62233
			DAS: 100 kHz à 10 GHz Étant donné qu'il existe une plage de fréquences commune pour les effets de stimulation électrique et les effets thermiques, le courant/champ induit et le DAS doivent être évalués dans cette plage commune.	IEC 62232
	Intensité de champ	Champ lointain (E et H/B)	Champs électromagnétiques éloignés de leur source. Dispositifs à micro-ondes de très petites dimensions non utilisés près du corps ou émetteurs de grandes dimensions, à fréquence plus basse, utilisés à de plus grandes distances. Cette région du champ d'une antenne dans laquelle la répartition angulaire du champ est pour l'essentiel indépendante de la distance de l'antenne. Dans cette région (dite aussi région de l'espace libre), le champ présente une prédominance d'ondes planes, c'est-à-dire localement une répartition uniforme d'intensité de champ électrique et magnétique dans les plans transversaux par rapport à la direction de propagation.	IEC 62232
		Champ proche (E et H/B)	Champs électromagnétiques très proches de leur source. Il peut y avoir interaction entre les champs rayonnés par la source et l'utilisateur.	
	Courant	Courant de contact	Il peut être calculé, mais la norme n'est pas développée	
	Restrictions de base	Densité de courant induit/champ E interne	Calcul à l'aide d'un fantôme	IEC 62226-1 IEC 62226-2-1 IEC 62226-3-1

Méthode d'évaluation	Objet d'évaluation		Domaine d'applicabilité et restrictions	Norme applicable, par exemple
		DAS	Simulation avec/sans fantôme Évaluation des résultats des mesurages effectués à l'intérieur du fantôme représentant un corps	IEC IEEE 62704-1 IEC IEEE 62704-2 IEC IEEE 62704-3 IEC 62232
		Densité de puissance	La densité de puissance peut être calculée dans la région de champ lointain.	IEC 62232

Les caractéristiques physiques et l'utilisation prévue de l'équipement peuvent avoir un impact sur le choix de la méthode d'évaluation. Par exemple, des émetteurs des champs électromagnétiques (EMF) prévus pour une utilisation à proximité immédiate du corps ne doivent pas être évalués de la même façon que des émetteurs destinés à être installés de manière fixe dans un bâtiment.

Il convient de préférence d'effectuer les évaluations conformément à une norme de base ou une norme spécifique de produit existante, par exemple celles figurant à l'Article 2 ou dans le Tableau 1. Lorsque la méthode d'évaluation donnée dans une norme de base ou une norme spécifique de produit n'est pas pleinement applicable, ou lorsqu'il n'existe aucune norme de base ou norme spécifique de produit applicable à l'objet d'évaluation, d'autres méthodes d'évaluation sont admises, dans la mesure où

- une description de la méthode d'évaluation utilisée est donnée dans le rapport d'évaluation;
- une évaluation de l'incertitude totale est donnée dans le rapport d'évaluation.

Pour les émetteurs destinés à être utilisés avec des antennes externes, la conformité d'au moins la combinaison réaliste émetteur/antenne la plus défavorable (en matière d'exposition humaine) doit être évaluée en vue de couvrir toutes les expositions raisonnablement prévisibles.

5.2 Plage de fréquences utilisées pour l'évaluation pour un rayonnement non intentionnel

Pour les équipements à rayonnement non intentionnel, l'évaluation de la conformité aux émissions en champ E ou H doit être réalisée selon la fréquence interne la plus élevée employée dans l'équipement en évaluation ou à laquelle l'équipement fonctionne, selon les critères suivants:

- si la fréquence interne la plus élevée de l'équipement est inférieure à 10 kHz, il convient d'effectuer l'évaluation jusqu'à 400 kHz;
- si la fréquence interne la plus élevée de l'équipement est inférieure à 108 MHz, il convient d'effectuer l'évaluation jusqu'à 1 GHz;
- si la fréquence interne la plus élevée de l'équipement est comprise entre 108 MHz et 500 MHz, il convient d'effectuer l'évaluation jusqu'à 2 GHz;
- si la fréquence interne la plus élevée de l'équipement est comprise entre 500 MHz et 1 GHz, il convient d'effectuer l'évaluation jusqu'à 5 GHz.

Si la fréquence interne la plus élevée de l'équipement est supérieure à 1 GHz, il convient d'effectuer l'évaluation jusqu'à 5 fois la fréquence interne ou jusqu'à 6 GHz, suivant la valeur la plus élevée.

NOTE Cette répartition en fréquence est indiquée dans les normes de la CISPR.

Les critères ci-dessus peuvent être considérés comme une règle générale pour prendre en compte des harmoniques de la fréquence interne la plus élevée. En variante, les valeurs réelles des harmoniques peuvent être évaluées.

5.3 Procédure générique d'évaluation d'un équipement

Les étapes d'une procédure générique d'évaluation d'un équipement qui suivent impliquent un arbre de décision s'appuyant sur les informations du Tableau 1 (méthodes d'évaluation) et du Tableau 2 (caractéristiques et paramètres de l'équipement à prendre en compte).

- 1) Il convient de caractériser l'équipement pour déterminer la nature des émissions de champs électromagnétiques (EMF) ainsi que les conditions d'utilisation prévues. Il convient aussi d'effectuer une analyse pour rechercher les parties de l'équipement qui émettent des champs électromagnétiques (EMF). Une description des différentes parties d'un équipement est recommandée afin de déterminer celles qui émettent des EMF.

Une évaluation doit être effectuée dans des conditions qui génèrent l'exposition stable la plus élevée dans les limites de l'utilisation prévisible ou prévue spécifiées par le fabricant.

Dans la mesure où les EMF émis par un équipement périphérique de l'EUT peuvent affecter les résultats de mesure, les champs peuvent être mesurés avec une configuration minimale de l'EUT, celle-ci ne contenant que l'équipement indispensable au fonctionnement de l'EUT.

Il convient d'effectuer les mesurages à la position de l'utilisateur définie par le fabricant et dans la zone où l'utilisateur s'approcherait de manière prévisible de l'équipement.

NOTE 1 Pour des raisons pratiques, il est acceptable d'effectuer l'évaluation avec un équipement en fonctionnement, ses réglages générant les niveaux d'exposition maximale (par exemple, charge assignée maximale, puissance consommée maximale assignée, vitesse maximale, ou autres), en cohérence avec l'utilisation raisonnablement prévisible. L'équipement est en fonctionnement pendant une durée suffisante pour garantir la stabilité des conditions de fonctionnement.

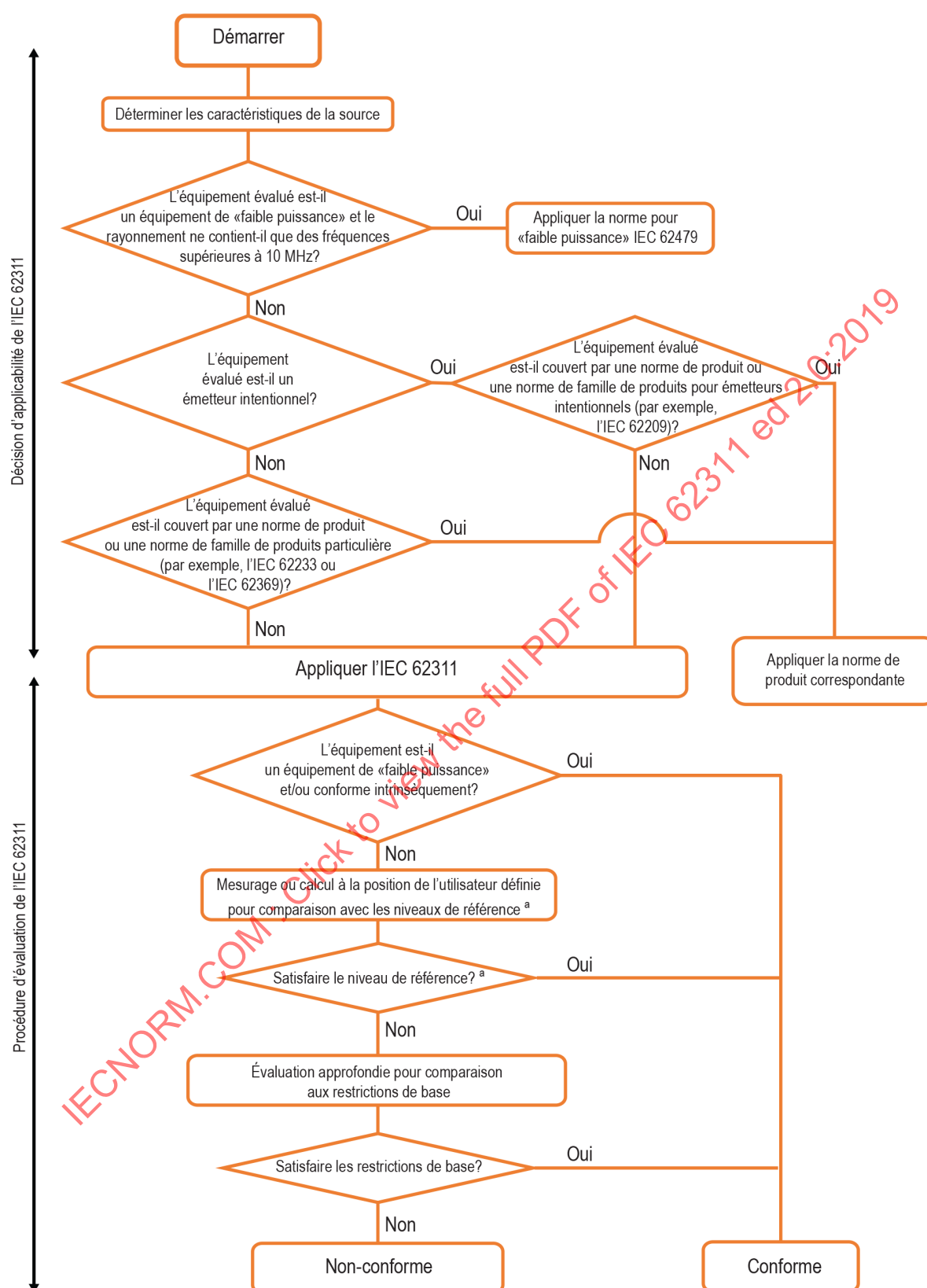
NOTE 2 Les champs sont généralement mesurés avec des distances de séparation appropriées. En règle générale, pour des raisons pratiques, il est acceptable d'effectuer l'évaluation avec une distance de séparation spécifique définie par le fabricant.

- 2) Analyse au moyen de mesurages ou de calculs: si les grandeurs évaluées (par exemple, intensité de champ E ou densité de puissance) sont inférieures aux niveaux de référence pertinents, compte tenu de l'impact des formes d'ondes réelles et des contributions spectrales ainsi que des méthodes de moyenne temporelle ou spatiale admises, l'équipement est alors réputé conforme aux exigences du présent document. Dans le cas contraire, se reporter à l'étape 3).
- 3) Il convient de comparer les intensités de champ ou les densités de puissance mesurées ou calculées à d'éventuels critères de conformité spécifiques à des produits (par exemple, type d'émissions, plage de fréquences d'utilisation, limites) qui s'appliquent à l'équipement. Si les valeurs d'émission sont inférieures à ces critères de conformité spécifiques au produit, l'équipement est alors réputé conforme aux exigences du présent document. Si aucun critère de conformité spécifique au produit n'a été spécifié pour le champ E , le champ H ou le courant de contact qui doit être évalué, ou si des critères de conformité ont été spécifiés mais ne sont pas respectés, alors se reporter à l'étape (4).

NOTE 3 Les technologies de certains produits peuvent permettre de formuler des hypothèses quant à l'exposition humaine par l'équipement, par exemple toujours un champ magnétique, toujours une exposition partielle du corps, etc. Partant de ces hypothèses, il peut être possible de déduire des critères de conformité pour le produit ou le type de produit, par exemple «si l'intensité du champ magnétique est inférieure à...» ou «si la puissance est inférieure à...».

- 4) Il convient d'entreprendre des évaluations approfondies impliquant des mesurages, des calculs et des modélisations source/exposition plus détaillés afin de permettre la comparaison des niveaux d'exposition à toutes les restrictions de base d'exposition pertinentes. Si les expositions sont en dessous des restrictions de base, l'équipement est alors réputé conforme aux exigences du présent document. Dans le cas contraire, l'équipement est réputé non conforme aux exigences du présent document.

Ce processus est résumé dans l'organigramme de la Figure 1.



IEC

^a Ces étapes sont facultatives et peuvent être omises s'il peut être démontré sans l'évaluation des niveaux de référence que les restrictions de base sont respectées.

Figure 1 – Diagramme d'évaluation

La décision «faible puissance/conforme intrinsèquement» doit être fondée sur une évaluation pour laquelle les émissions sont spécifiées dans une norme de performance, par exemple une norme de performance d'émetteur, et pour laquelle la puissance de sortie est limitée à un niveau qui ne peut pas excéder les limites applicables. Une telle évaluation ne peut donc relever du domaine d'application du présent document car elle nécessite des informations spécifiques sur les limites quantitatives à appliquer. Elle ne peut être effectuée que sur la base d'une autre norme de produit (par exemple, l'IEC 62479 ou l'IEC 62232) stipulant la même limitation sur le niveau d'émission. Dans de tels cas, il peut être confirmé sans mesurage ni autre méthode d'évaluation (voir le Tableau 1) que l'équipement ou l'installation de l'équipement en évaluation est conforme aux lignes directrices/limites d'exposition.

Dans le cas de composants intégrés dans un équipement et conformes à une norme d'évaluation EMF dédiée, la procédure suivante peut être appliquée: Si le composant n'est pas une source d'exposition dominante, l'équipement doit être évalué en incluant ce composant. En revanche, si le composant est la seule source d'exposition dominante et n'est pas affecté par les caractéristiques de l'équipement, ce dernier est réputé conforme intrinsèquement.

Certains produits emploient une technologie ou des puissances d'entrée qui ont pour conséquence que les émissions ne peuvent pas excéder les restrictions de base, par exemple les produits sans émetteur radio comme les montres-bracelets, les modems ADSL, les ordinateurs, les équipements de télécommunication et les systèmes hi-fi.

Le choix de la méthode d'évaluation, aux étapes (3) et (4) ci-dessus, est libre, mais il doit être adapté à la grandeur caractéristique de l'exposition à évaluer et à la fréquence de l'émission. Lorsqu'il existe plusieurs méthodes également valides d'évaluation d'une grandeur caractéristique de l'exposition donnée, il peut être accepté de n'utiliser, pour cette grandeur, qu'une seule de ces méthodes d'évaluation. Lorsqu'une seule méthode est choisie, il convient que cela soit clairement spécifié, et que les raisons du choix de cette méthode soient indiquées.

Tableau 2 – Caractéristiques et paramètres de l'équipement à prendre en compte

Information nécessaire	Description plus détaillée des informations nécessaires
Fréquence	Fréquence des émissions
Forme d'onde	Forme d'onde et autres renseignements tels que le facteur de service pour l'établissement de l'émission crête et/ou moyenne
Sources à fréquences multiples	L'équipement produit-il des champs à plus d'une fréquence ou des champs présentant une quantité élevée d'harmoniques? Les émissions sont-elles simultanées?
Émission de champs électriques	Différences de tension et pièces de couplage, par exemple, surfaces métalliques chargées à un potentiel de tension
Émission de champs magnétiques	Flux de courant et pièces de couplage, par exemple, bobines, transducteurs ou boucles
Émission de champs électromagnétiques	Génération ou transmission de signaux à haute fréquence, et éléments rayonnants, par exemple, antennes, boucles, transducteurs et câbles externes
Courants de contact	Le courant circule dans un corps humain et provient des objets conducteurs qui sont exposés aux champs électromagnétiques
Exposition totale du corps	Les champs produits par l'équipement s'étendent à la région occupée par la totalité du corps
Exposition partielle du corps	Les champs produits par l'équipement ne s'étendent qu'à une partie de la région occupée par le corps ou à une région occupée par des membres
Durée/variation dans le temps	Rapport cyclique des émissions, temps de marche et d'arrêt de la puissance utilisée ou émise par l'équipement. Variation de la puissance utilisée ou des émissions au cours du processus de production
Uniformité	Degré de variation de l'intensité des champs sur le corps ou sur la région exposée du corps. Doit être mesuré ou calculé hors de la présence d'un corps
Champ lointain/proche	Les expositions sont-elles dans la région de champ proche ou de champ lointain?

Information nécessaire	Description plus détaillée des informations nécessaires
Champs pulsés/transitoires	Les émissions sont-elles à impulsions modulées ou répétitives? Y a-t-il dans le champ des transitoires, occasionnels ou périodiques?
Dimensions de l'équipement	L'équipement est-il de dimensions si réduites que toute exposition significative ne sera qu'une exposition partielle du corps? Par rapport à la longueur d'onde (fréquence d'utilisation) Est-il de dimensions si importantes que différentes pièces contribuent aux expositions «indépendamment»?
Puissance	Quelle est la puissance émise? Quelle est la consommation d'énergie? S'il y a un système d'antenne, quelle est sa puissance rayonnée effective?
Distance (source vers utilisateur)	Quelle est la relation spatiale entre l'équipement et l'opérateur ou l'utilisateur lorsqu'il est utilisé?
Utilisation prévisible	Comment l'équipement est-il communément utilisé? Conditions d'utilisation raisonnablement prévisibles et prévues spécifiées par le fabricant produisant l'émission ou l'absorption la plus importante? Conditions de fonctionnement? Comment l'utilisation influence-t-elle la relation spatiale entre l'équipement et l'utilisateur? L'utilisation peut-elle influencer les caractéristiques d'émission de l'équipement? L'équipement peut-il faire partie d'un système?
Interaction sources/utilisateur	Les champs émis sont-ils modifiés si l'équipement se trouve près du corps? En utilisation, l'équipement est-il en contact avec le corps?

6 Incertitude

6.1 Généralités

L'incertitude doit être estimée pour chaque intensité de champ ou densité de puissance mesurée et calculée ou pour l'évaluation du DAS. Elle doit tenir compte des exigences spécifiques définies dans une norme de base ou dans une norme spécifique de produit identifiée dans le Tableau 1. Des recommandations supplémentaires relatives à la méthode de calcul de l'incertitude sont données dans le Guide ISO/IEC 98-3:2008 [6] et dans les guides JCGM auxiliaires.

L'incertitude d'évaluation de la méthode d'évaluation appliquée doit être déterminée en calculant l'incertitude élargie à l'aide d'un intervalle de confiance de 95 %.

La plupart des résultats de mesure des EMF sont dérivés des valeurs lues à l'aide d'échelles logarithmiques (dBµV, par exemple), les corrections du gain ou de la perte des composants du système sont exprimées en dB, les limites de spécification sont généralement exprimées en dB et les limites de spécification des instruments de mesure sont normalement exprimées en dB. Il est recommandé dans ces cas de calculer l'incertitude en dB. Dans certains cas, par exemple, lorsque l'ajout des signaux constitue la contribution majeure, il peut être plus correct de calculer l'incertitude en valeur absolue, par exemple en V/m.

L'incertitude (composée) est fondée sur un modèle mathématique qui définit la méthode d'ajout des grandeurs d'influence. Un modèle multiplicatif simple, exprimé sous forme d'une série linéaire de termes de variation en décibel, est généralement approprié. En variante, l'incertitude (composée) peut être déterminée en combinant les incertitudes exprimées en pourcentage. L'utilisation d'unités mixtes (unités logarithmiques et unités linéaires) doit être évitée lors de la détermination de l'incertitude (composée).

6.2 Prise en considération de l'incertitude dans l'évaluation de conformité

Si l'incertitude d'évaluation est inférieure ou égale à une valeur d'incertitude maximale admissible $U_{\max}(L_m)/L_m$, alors la valeur mesurée L_m doit être comparée directement avec la limite applicable $L_{\lim}$ pour l'évaluation de conformité.

Si l'incertitude réelle d'évaluation est supérieure à la valeur d'incertitude maximale admissible, alors l'incertitude réelle d'évaluation doit être incluse dans l'évaluation de conformité avec les limites comme suit.

Si l'évaluation réelle de l'incertitude est supérieure à la valeur spécifiée de l'incertitude maximale admissible, alors une valeur de pénalité doit être ajoutée au résultat de l'évaluation avant la comparaison avec la limite. Réciproquement, la limite applicable $L_{\lim}$ peut aussi être réduite de la même valeur de pénalité et la valeur de L_m réelle mesurée peut être comparée avec la limite réduite. La partie droite de la Formule (1) indique comment la limite $L_{\lim}$ est réduite dans le cas où l'incertitude réelle d'évaluation est supérieure à l'incertitude maximale admissible.

La Formule (1) doit être utilisée pour déterminer si la valeur mesurée L_m est conforme à la limite réduite lorsque l'incertitude réelle d'évaluation de la méthode d'évaluation applicable est la valeur d'incertitude maximale admissible ou plus.

Pour l'évaluation EMF, la valeur 30 % est souvent utilisée comme valeur d'incertitude maximale admissible.

$$L_m \leq \left(\frac{1}{1 - \frac{U_{\max}(L_m)}{L_m} + \frac{U(L_m)}{L_m}} \right) L_{\lim} \quad (1)$$

où

L_m est la valeur mesurée;

$L_{\lim}$ est la limite d'exposition;

$U(L_m)$ est l'incertitude élargie absolue;

$U_{\max}(L_m)$ est la valeur maximale de l'incertitude élargie pour la valeur de mesure L_m .

EXEMPLE:

Retenons par hypothèse que l'incertitude relative maximale est de 30 % et l'incertitude relative d'une méthode d'évaluation EMF donnée est de 55 %. Alors:

$$\frac{U_{\max}(L_m)}{L_m} = 0,3; \quad \frac{U(L_m)}{L_m} = 0,55$$

Au moyen de la Formule (1), le critère d'acceptation pour la valeur mesurée est alors de

$$L_m \leq \left(\frac{1}{1 - \frac{U_{\max}(L_m)}{L_m} + \frac{U(L_m)}{L_m}} \right) L_{\lim} = \left(\frac{1}{1 - 0,3 + 0,55} \right) L_{\lim} = \frac{1}{1,25} L_{\lim} = 0,8 L_{\lim}$$

La pénalité d'incertitude (la valeur de réduction de la limite) est alors

$$U_{\text{pen}} = L_{\text{lim}} - 0,8L_{\text{lim}} = 0,2L_{\text{lim}}$$

NOTE Des recommandations relatives à l'incertitude sont données dans le Guide ISO/IEC 98-3 [6] et dans le document ANSI NCSL Z540-2 [7].

7 Considérations relatives aux sources à fréquences multiples et non-uniformité des champs

7.1 Sources à fréquences multiples

En règle générale, les champs électromagnétiques produits par un équipement électrique et/ou électronique présentent des contributions spectrales à fréquences multiples. L'ensemble de ces contributions doit être pris en compte dans l'évaluation et un régime de sommation approprié doit être appliqué. L'Annexe A donne des exemples de régimes de sommation applicables aux équipements à contributions spectrales et des exemples de fréquences multiples.

NOTE 1 Cette situation est différente de celle pour laquelle l'exposition à un emplacement donné résulte de plusieurs sources spatialement séparées les unes des autres. L'IEC TR 62630 examine cette situation et donne des recommandations correspondantes sur la manière d'évaluer cette situation.

NOTE 2 Les équipements électriques ou électroniques sans émetteurs intentionnels produisent normalement des émissions dans un très large spectre. Ces émissions sont limitées par des valeurs limites, généralement publiées par le CISPR. Ces contributions spectrales sont évaluées en tenant compte des régimes de sommation, par exemple ceux donnés à l'Annexe A.

Les plages de fréquences à prendre en considération pour l'évaluation en général et l'évaluation effective des contributions spectrales dépendent des exigences d'exposition utilisées pour l'évaluation. Par conséquent, les critères de conformité énoncés à l'Article 4 doivent être pris en compte.

Si les sources des différentes contributions spectrales sont indépendantes (source sans cohérence de phase), la possibilité que les effets de ces expositions s'ajoutent doit être prise en considération. Le temps de mesure doit être suffisamment long pour tenir compte des effets des signaux instables dans la plage des basses fréquences. Il convient d'effectuer séparément, pour chaque effet, les calculs fondés sur cette additivité. Il convient donc d'effectuer des évaluations séparées pour les effets thermiques et de stimulation électrique sur le corps.

Dans les cas où des sources ne sont pas indépendantes (sources en cohérence de phase) ou quand les fréquences sont des harmoniques d'une même source, l'information sur la phase est pertinente (voir l'IEC TR 62630 pour des recommandations détaillées). À titre d'exemple, il existe deux régimes de sommation séparés pour une exposition simultanée aux champs, pour l'ICNIRP et pour l'IEEE. Pour les autres limites, les mêmes principes peuvent être appliqués.

7.2 Exposition à des champs non uniformes

Le niveau de référence ou le niveau d'exposition maximale admissible est calculé en partant du principe que l'homme est exposé à des champs uniformes.

Dans le cas où la longueur d'onde est supérieure à la distance entre un être humain et une source de champ électromagnétique (le cas par exemple d'un homme qui se tient debout à proximité immédiate d'un transformateur haute tension), le champ n'est pas uniforme. Si l'exposition est évaluée par la valeur maximale des données d'intensité de champ au niveau d'un point chaud, l'évaluation sera plus excessive.

Deux méthodes permettent de prendre en compte la non-uniformité des champs:

- 1) Effectuer la moyenne spatiale des données d'intensité de champ ou de densité de puissance (en fonction de la fréquence et de la limite d'exposition applicable) mesurées en plusieurs points présumés être occupés par un corps humain. L'IEC 62110 donne des exemples de méthodes de calcul des moyennes spatiales pour l'exposition autour d'un équipement d'énergie (un transformateur, par exemple), fondées sur 3 à 5 points de mesure,

et l'IEC 62232 en spécifie pour l'exposition aux champs produits par des stations de base de radiocommunications.

- 2) Appliquer une compensation à l'aide d'un facteur de couplage. Cette méthode est utilisée pour l'exposition locale, telle que l'exposition aux champs produits par un appareil électrodomestique ou par une petite source de champ magnétique. L'IEC 62226-2-1 donne des exemples de facteurs de couplage pour l'exposition locale aux champs magnétiques et l'IEC 62233 en donne pour l'évaluation de l'induction magnétique.

8 Évaluation de la conformité aux limites

Un équipement est réputé satisfaire aux exigences du présent document si les valeurs obtenues par évaluation sont inférieures ou égales aux limites, et si l'incertitude réelle d'évaluation est inférieure ou égale à l'incertitude maximale spécifiée pour la ou les méthodes d'évaluation utilisées. Si l'incertitude réelle d'évaluation est supérieure à l'incertitude maximale, la procédure indiquée en 6.2 doit être appliquée.

9 Rapport d'évaluation

9.1 Généralités

Les résultats de chaque évaluation, essai, calcul ou mesurage effectués doivent être consignés de manière exacte, claire, non ambiguë et objective, et conformément à toute instruction spécifique à la ou aux méthodes exigées.

Les résultats doivent être enregistrés, habituellement dans un rapport d'évaluation, et ils doivent comporter tous les renseignements nécessaires pour l'interprétation des résultats de l'évaluation, de l'essai ou de l'étalonnage, ainsi que tous les renseignements exigés par la méthode utilisée.

Tous les renseignements nécessaires à l'exécution d'évaluations, d'essais, de calculs ou de mesurages reproductibles doivent être enregistrés.

L'ISO/IEC 17025 donne des lignes directrices supplémentaires relatives au rapport d'évaluation.

9.2 Éléments devant figurer dans le rapport d'évaluation

9.2.1 Méthode d'évaluation

La méthode d'évaluation choisie doit être enregistrée et accompagnée de la justification du choix (voir Article 4).

9.2.2 Présentation des résultats

La présentation des résultats doit inclure les éléments suivants:

- description de l'équipement (par exemple, par numéro de série s'il y a lieu);
- conditions d'essai (température, etc.) s'il y a lieu;
- conditions de fonctionnement;
- incertitude de la méthode d'évaluation;
- résultats de chaque évaluation effectuée.

9.2.3 Équipements utilisant des antennes extérieures

Pour les équipements radio utilisant des antennes extérieures, le rapport d'évaluation doit suivre les exigences données dans l'IEC 62232.

10 Documentation du produit

Le fabricant doit fournir avec le produit tous les renseignements nécessaires pour une utilisation sûre. Si des précautions particulières sont nécessaires pour les réparations ou la maintenance, elles doivent être documentées.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62311 ed 2.0:2019

Annexe A (informative)

Exemples de régimes de sommation

A.1 Régimes de sommation de l'ICNIRP 1998

A.1.1 Généralités

Pour l'ICNIRP, il existe deux régimes de sommation séparés suivant les plages de fréquences: de 1 Hz à 10 MHz pour les effets de stimulation électrique et de 100 kHz à 300 GHz pour les effets thermiques. Il convient d'examiner séparément l'additivité pour les effets thermiques et de stimulation électrique, et il convient de respecter les restrictions de base.

Toutes les valeurs et formules présentées dans le présent article sont fondées sur les Lignes directrices ICNIRP 1998 [2]. Les grandeurs sont des valeurs efficaces.

A.1.2 Plage de fréquences de 1 Hz à 10 MHz (à partir de l'ICNIRP 1998)

A.1.2.1 Évaluation dans le domaine fréquentiel

A.1.2.1.1 Approche d'évaluation

L'étude selon l'ICNIRP 1998 peut être effectuée par la capture de la forme d'onde, suivie d'une analyse de Fourier. Cette procédure est applicable s'il y a une seule raie dans le spectre du signal, par exemple pour les champs magnétiques ayant une fréquence fondamentale et plusieurs harmoniques.

A.1.2.1.2 Restrictions de base – Lignes directrices ICNIRP 1998

Dans la plage de fréquences prise en considération, la restriction de base porte sur la densité du courant induit ou sur le champ électrique *in situ*. Les sommations fondées sur la restriction de base peuvent ou non inclure des considérations de phase. La plus prudente des considérations est d'ignorer complètement la phase.

En conséquence, comme hypothèse la plus défavorable, il convient d'évaluer les multiples densités de courant à différentes fréquences selon la formule suivante:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1$$

où

J_i est la densité de courant ou l'intensité du champ électrique interne à la fréquence i ;

$J_{L,i}$ est la densité de courant ou la restriction de base de l'intensité du champ électrique interne à la fréquence i .

Les deux grandeurs sont des valeurs efficaces.

A.1.2.1.3 Niveaux de référence des champs – Lignes directrices ICNIRP 1998

Lors du mesurage de l'intensité des champs électriques et magnétiques, il convient d'effectuer les sommations des expositions selon les formules suivantes:

$$\sum_{i=1\text{Hz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

et

$$\sum_{j=1\text{Hz}}^{65\text{kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>65\text{kHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

où

E_i est l'intensité du champ électrique à la fréquence i ;

$E_{L,i}$ est le niveau de référence de l'intensité du champ électrique à la fréquence i ;

H_j est l'intensité du champ magnétique à la fréquence j ;

$H_{L,j}$ est le niveau de référence de l'intensité du champ magnétique à la fréquence j ;

a est égale à 610 V/m pour l'exposition des travailleurs et 87 V/m pour l'exposition du public;

b est égale à 24,4 A/m (30,7 µT) pour l'exposition des travailleurs et 5 A/m (6,25 µT) pour l'exposition du public.

Toutes les grandeurs sont des valeurs efficaces.

A.1.2.1.4 Niveaux de référence du courant de contact – Lignes directrices ICNIRP 1998

Il convient d'effectuer la sommation de l'exposition aux courants de contact selon la formule

$$\sum_{n=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{I_n}{I_{C,n}} \leq 1$$

où

I_n est la composante courant de contact à la fréquence n ;

$I_{C,n}$ est le niveau de référence du courant de contact à la fréquence n .

Les deux grandeurs sont des valeurs efficaces.

La plupart des valeurs et formules présentées ci-dessus sont fondées sur les Lignes directrices ICNIRP 1998 [2].

A.1.2.1.5 Sommation en valeur efficace

La sommation pure telle que présentée précédemment entraîne toujours une surestimation de l'exposition. Pour les champs à large bande consistant en des composantes harmoniques de fréquences plus élevées ou du bruit, la limitation fondée sur cette formule de sommation est très prudente parce que les composantes de fréquence sont nombreuses et leur phase n'est pas prise en compte.

NOTE Le document ICNIRP «Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines» [8] donne des recommandations supplémentaires relatives à la sommation des phases relatives.

Néanmoins, les phases relatives ne sont pas mesurées par certains équipements de mesure (un analyseur de spectre, par exemple). Pour cette raison, une sommation en valeur efficace

des composantes de fréquence est réalisée. Cela donne le plus souvent un résultat plus réaliste que lorsque les informations de phase sont complètement ignorées. Cependant, cette sommation peut être non pertinente dans certaines situations (par exemple, en cas de formes d'onde à faible rapport cyclique).

Des exemples d'évaluation en valeur efficace sont:

$$H = \sqrt{\sum_{n=1}^{n=k} \left(\frac{H_n}{H_{L,n}} \right)^2} \quad \text{et} \quad E = \sqrt{\sum_{n=1}^{n=k} \left(\frac{E_n}{E_{L,n}} \right)^2}$$

où

H_n, E_n est l'amplitude de la n^{e} composante de Fourier de la forme d'onde de l'exposition exprimée dans la même grandeur que $H_{L,n}, E_{L,n}$;

$H_{L,n}, E_{L,n}$ est le niveau de référence du champ E ou du champ H avec une forme d'onde sinusoïdale unique à la fréquence f_n ;

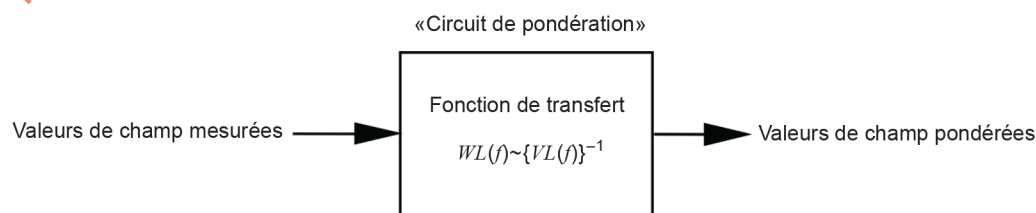
k est la fréquence maximale à prendre en considération.

A.1.2.2 Évaluation dans le domaine temporel

En règle générale, un système de mesure physique (évaluation dans le domaine temporel), qui contient un «circuit de pondération» est applicable pour toute forme de signal (par exemple en large bande, non sinusoïdale). Le mesurage est réalisé dans le domaine temporel, mais le signal mesuré est évalué comme dépendant de la fréquence. Des exemples typiques de sources à large bande sont les moteurs électriques, les agrafeuses de puissance et les onduleurs.

Pour comparaison avec les niveaux d'exposition donnés, il convient que le circuit de pondération ait une réponse en fréquence (fonction de transfert WL) qui s'accorde avec la réponse en fréquence de la norme d'exposition (fonction VL) de sorte que la pondération et la sommation des composantes spectrales apparaissent dans le domaine temporel. La Figure A.1 représente schématiquement le processus de «pondération».

NOTE 1 Le document ICNIRP «Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines» [8] donne des recommandations supplémentaires relatives à la restriction des valeurs de champ pondérées. Cette approche est fondée sur la restriction de la valeur de crête pondérée d'un champ à large bande. La fonction de pondération a été déduite des niveaux de référence comme étant une fonction de la fréquence. La restriction de crête pondérée peut être appliquée pour les formes d'ondes périodiques non sinusoïdales dans lesquelles les phases mutuelles des composantes harmoniques ne varient pas significativement.



IEC

Figure A.1 – Schéma d'un «circuit de pondération»

EXEMPLE Déduction de la fonction de transfert WL à partir de la dépendance par rapport aux limites VL à la fréquence f .