

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Electroacoustics – Audio-frequency induction loop systems for assisted hearing –

Part 2: Methods of calculating and measuring the low-frequency magnetic field emissions from the loop for assessing conformity with guidelines on limits for human exposure

Électroacoustique – Systèmes de boucles d'induction audiofréquences pour améliorer l'audition –

Partie 2: Méthodes de calcul et de mesure des émissions de champ magnétique basse fréquence à partir de la boucle pour l'évaluation de la conformité aux instructions sur les limites d'exposition humaine



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 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.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 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.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Electroacoustics – Audio-frequency induction loop systems for assisted hearing –

Part 2: Methods of calculating and measuring the low-frequency magnetic field emissions from the loop for assessing conformity with guidelines on limits for human exposure

Électroacoustique – Systèmes de boucles d'induction audiofréquences pour améliorer l'audition –

Partie 2: Méthodes de calcul et de mesure des émissions de champ magnétique basse fréquence à partir de la boucle pour l'évaluation de la conformité aux instructions sur les limites d'exposition humaine

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

P

ICS 17.140.50

ISBN 978-2-8322-1860-0

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	3
INTRODUCTION	5
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Rated values	6
4 Situation regarding current standards	6
5 Configurations of loops	7
5.1 Main types of configuration	7
5.2 General considerations	7
5.3 Large-area loops	7
5.4 Medium-area loops	7
5.5 Small-area loops	8
5.6 Solenoid antennas	8
6 Calculations	8
6.1 General	8
6.2 Solenoid antennas	9
7 Measurements	9
7.1 General	9
7.2 Input signal	9
7.3 Measuring instrument	9
8 Comparison of calculated or measured results with guidelines or limits	10
9 Meeting limits or guidelines	10
10 Measurement uncertainty	10
Annex A (informative) Rationale for this product-family magnetic field emission standard for audio-frequency induction-loop systems (AFILS) in the context of human exposure to non-ionizing radiation	11
Bibliography	14
Figure 1 – An ear-hook induction transducer, with a BTE (behind the ear) hearing aid body for scale	8
Figure A.1 – ICNIRP magnetic field reference levels	11
Table 1 – Basic restrictions	10
Table A.1 – Application to AFILS of Table 1 of IEC 62311:2007 "Characteristics and parameters of the equipment to be considered"	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROACOUSTICS –
AUDIO-FREQUENCY INDUCTION
LOOP SYSTEMS FOR ASSISTED HEARING –****Part 2: Methods of calculating and measuring the low-frequency
magnetic field emissions from the loop for assessing conformity
with guidelines on limits for human exposure****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 62489-2 has been prepared by IEC technical committee 29: Electroacoustics.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition: it reflects several updates to the ICNIRP Guide [1]¹ to which it makes frequent

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

reference. The most significant change is that the underlying metric in the Guide has been changed from tissue current density to induced electric field.

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

FDIS	Report on voting
29/847/FDIS	29/854/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 62489 series, published under the general title *Electroacoustics – Audio-frequency induction loop systems for assisted hearing*, can be found on the IEC website.

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

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

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

INTRODUCTION

A revision of IEC 62489-2 is necessary because, while the standard does not call up any particular set of exposure limits, it has numerous references to the ICNIRP Guide, which has profoundly changed between the 1998 and 2010 editions. This has resulted in a change in the physical quantity on which the basic restrictions are established, from tissue current density to induced electric field, resulting in changes to the reference levels and a considerable simplification of the application of the guidelines.

The recommendations of the new Guide have not yet been adopted at the regulatory level in the European Union. However, since the references to the Guide in IEC 62489-2 are purely informative, it does not appear that this revision should be unacceptable in Europe.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62489-2:2014

ELECTROACOUSTICS – AUDIO-FREQUENCY INDUCTION LOOP SYSTEMS FOR ASSISTED HEARING –

Part 2: Methods of calculating and measuring the low-frequency magnetic field emissions from the loop for assessing conformity with guidelines on limits for human exposure

1 Scope

This part of IEC 62489 applies to audio-frequency induction-loop systems for assisted hearing. It may also be applied to such systems used for other purposes, as far as it is applicable. The standard is intended for assessment of human exposure to low-frequency magnetic fields produced by the system, by calculation and by in-situ testing.

This standard does not deal with other aspects of safety, for which IEC 60065 applies, or with EMC.

2 Normative references

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

IEC 60118-4:2006, *Electroacoustics – Hearing aids – Part 4: Induction loop systems for hearing aid purposes – Magnetic field strength*

IEC 60268-1:1985, *Sound system equipment – Part 1: General*

IEC 60268-2:1987, *Sound system equipment – Part 2: Explanation of general terms and calculation methods*

IEC 60268-10:1991, *Sound system equipment – Part 10: Peak programme level meters*

3 Rated values

The term "rated" means "the value stated by the manufacturer". Rated values are of two kinds: rated conditions, which are fundamental values that cannot be verified by measurement, and others that can be so verified. For a full explanation, see IEC 60268-2.

4 Situation regarding current standards

Current published and draft IEC standards on EMF exposure can be ambiguous in their guidance on the approach that should be taken by product committees. The differences between the signals that are of concern and those considered in depth in EMF exposure standards are the following:

- wide relative bandwidth, i.e. the ratio of highest to lowest frequency present, 5 kHz and 100 Hz;
- no predominant frequency within the band;

- rapidly varying amplitude;
- high ratio of peak amplitude to average r.m.s. amplitude (at least 4).

5 Configurations of loops

5.1 Main types of configuration

There are four main types of configuration:

- a) large area loops, with the smallest dimension larger than 1 m, usually installed at floor level in a room;
- b) medium-area loops, with dimensions of the order of 1 m, often oriented in a vertical plane, installed at service desks and similar positions;
- c) small area loops, with the largest dimension less than 1 m;
- d) solenoid antennas, including the ear-hook.

NOTE Examples of small-area loops are portable systems, clipboards, neck loops, cushion loops (including those for use in vehicles) and chair loops.

5.2 General considerations

All loops produce strong fields close to the loop conductor(s). This is shown by the relationship between current I in a long, straight wire and the magnetic field strength H produced at a distance R from the centre of the wire, where R is greater than the radius r of the wire:

$$H = I/2\pi R \quad (1)$$

NOTE 1 Within the wire, the field strength decreases linearly from $I/2\pi r$ at the surface to zero at the centre.

NOTE 2 For n parallel conductors very close together (i.e. a multi-turn loop), the magnetic field strength is n times that produced by a single conductor.

For calculations of field strengths in the high field strength regions, very close to the conductor(s), the 'long, straight wire' approximation is almost always sufficiently accurate, except for solenoids, which need a completely different treatment (see 6.2).

5.3 Large-area loops

The occupants of a room are likely to come close to the loop conductor only by stepping on the floor at a point below which the conductor is installed. Such proximity is normally transient. However, in places of worship, devotional postures can bring parts of the body other than the feet into proximity. This can also apply in hospitals, treatment rooms and gymnasia.

Maintenance staff might come into closer contact and for longer periods, but it is unlikely that the system would then be operating.

5.4 Medium-area loops

For these, there are three considerations.

- a) The hearing-aid user is normally at a distance from the loop comparable to its dimensions. Thus the loop current required to produce a maximum r.m.s. field strength of 400 mA/m (in compliance with IEC 60118-4) at the hearing-aid is much larger than the current required to produce it at the centre of the plane of the loop.
- b) Nevertheless, the separation ensures that the hearing-aid user is not exposed to the high fields strengths near the loop conductor.

- c) However, staff can come into close proximity of the loop conductor while the system is working unless steps are taken to maintain a minimum separation.

NOTE These loops often have more than one turn, so that the loop current can be kept reasonably small.

5.5 Small-area loops

For these, again, there are three considerations.

- The separation for portable loops is very much greater than the loop dimensions, but for other types, the separation distance can be small or very small unless steps are taken to maintain a minimum separation.
- The current apparently required is quite large, because of the large separation.
- Both users and staff can come into close proximity of the loop, even that of a portable system.

NOTE These loops usually have many turns, so that the actual current is not so large.

5.6 Solenoid antennas

One example that is commercially available is the ear-hook. This device is typically as shown in Figure 1. A very small solenoid is incorporated in the stem of the device.



IEC

Figure 1 – An ear-hook induction transducer, with a BTE (behind the ear) hearing aid body for scale

6 Calculations

6.1 General

Calculation of the field strength can be reliably made using Equation (1) in almost all cases, except where the loop is very small or is a solenoid of length which is not very small compared with its plan dimensions, such as for the ear-hook device. It is necessary to calculate the current required in the loop to produce a field strength of 400 mA/m at the hearing-aid position, taking into account the orientation of the pick-up coil in the hearing-aid relative to the plane of the loop. In general, this calculation is not easy, but simple, approximate methods give sufficiently accurate results when used with insight. Proprietary calculation software, based on published mathematical analyses, exists. General-purpose mathematics software can also be used.

Translating the calculated field strengths into a form comparable with exposure guidelines or limits is considered in Clause 8.

6.2 Solenoid antennas

There is no simple expression for the field strength at a point outside a cylindrical solenoid. A solenoid may be treated as a stack of loops, or as a magnetic dipole, or the field strength can be calculated by means of a rather complex equation (see [2]).

7 Measurements

7.1 General

In the audio-frequency range, exposure time is irrelevant, because the predominant physiological effect, if it occurs, is nerve stimulation, which operates over a time-scale of a few milliseconds. It is therefore appropriate to use a quasi-peak measurement of field strength. Furthermore, exposure limits and guidelines are given in r.m.s. values, so the quasi-peak meter should be scaled to read r.m.s. values with a sinusoidal signal. This type of meter, the peak programme meter (PPM), is further described in IEC 60118-4 and IEC 60268-10 (type II) already.

It is also necessary to consider the type of magnetic field pick-up coil or sensor. Sensors may be single-axis, with just one coil, or three-axis, with three orthogonal coils. For use with a PPM, the single-axis sensor is most convenient, and if it is properly constructed, it is not difficult to orient it for maximum reading, especially as the likely direction of the field can usually be predicted from text-book field patterns.

The first measurement that shall be made is that the field strength is correct at the point or points where it is intended to be 400 mA/m (or the agreed lower value if adjusted to reduce loudness, as specified in IEC 60118-4).

NOTE IEC 60118-4 specifies the use of either a PPM or an r.m.s. meter with a 125 ms integration time for the measurement of magnetic field strength. However, for the purpose of this standard, the 125 ms integration time is incompatible with the requirement to measure field strengths over times of the order of a few milliseconds.

The instrument specified for measurements on other equipment and systems, such as in IEC 62233 [3], has an averaging time specified only as an upper limit of 1 s, which is also too slow for the assessment of fields due to audio-frequency signals.

7.2 Input signal

The input signal for the amplifier shall be the simulated programme signal described in IEC 60268-1, with additional filtering, –3 dB at 100 Hz and 5 kHz relative to the 1 kHz level, with ultimate attenuation slopes of at least 12 dB/octave.

7.3 Measuring instrument

It is unlikely that a suitable complete instrument is commercially available at present, since the application is extremely specialized. However, the design of an adapter for use with widely-available audio test equipment, or that itself provides the PPM function, is not very difficult. The elements are the following.

- The pick-up coil, which, because the field strengths of interest are high, needs few turns and no magnetic core material. Because the fields are highly inhomogeneous, the coil should be of small dimensions to minimize averaging. A coil covering four faces of a 1 cm cube of insulating material is convenient.
- A frequency-response correction circuit, which produces a constant output from a magnetic field that varies with frequency in the same way as the guidelines or limits, with bandwidth control so as to discard out-of band interference signals.
- Amplification of the signal such that the maximum permissible field strength produces an output voltage of 0,775 V for connection to the audio test equipment.
- Optionally, a quasi-peak detector substantially as specified in IEC 60268-10 (type II) and means to display its output with a resolution of 1 dB.

8 Comparison of calculated or measured results with guidelines or limits

The basic restrictions are based on the induced electric field. Table 1 gives the values for the 100 Hz to 5 kHz frequency range of audio-frequency induction-loop systems, where the head is exposed to the magnetic field.

Table 1 – Basic restrictions

Frequency (f) Hz	Internal electric field strength mV/m	
	Occupational	General public
100 to 400	$2f$	–
100 to 1 000	–	$0,4f$
400 to 3 000	800	–
1 000 to 3 000	–	400
3 000 to 5 000	$0,27f$	$0,135f$

The reference levels for exposure to magnetic fields given in the ICNIRP Guide are based on conversion factors between electric field strength and magnetic flux density established by research. They are shown in Figure A.1.

9 Meeting limits or guidelines

The field strength near the loop conductor is fixed by the current, which in turn is fixed by the field strength required at the hearing-aid position. It is clearly not possible to meet exposure requirements by reducing the current. It is also obvious that any form of shielding is unlikely to be practicable in most cases.

However, what can be done is to insert a physical barrier between the loop conductor and the person who might otherwise come too close to it. This barrier can be of any non-magnetic, non electrically conducting material.

10 Measurement uncertainty

The total measurement uncertainty includes sensor position and orientation, operating conditions and, for in-situ measurements, magnetic background noise (although if the system complies with IEC 60118-4, the effect of noise is negligible).

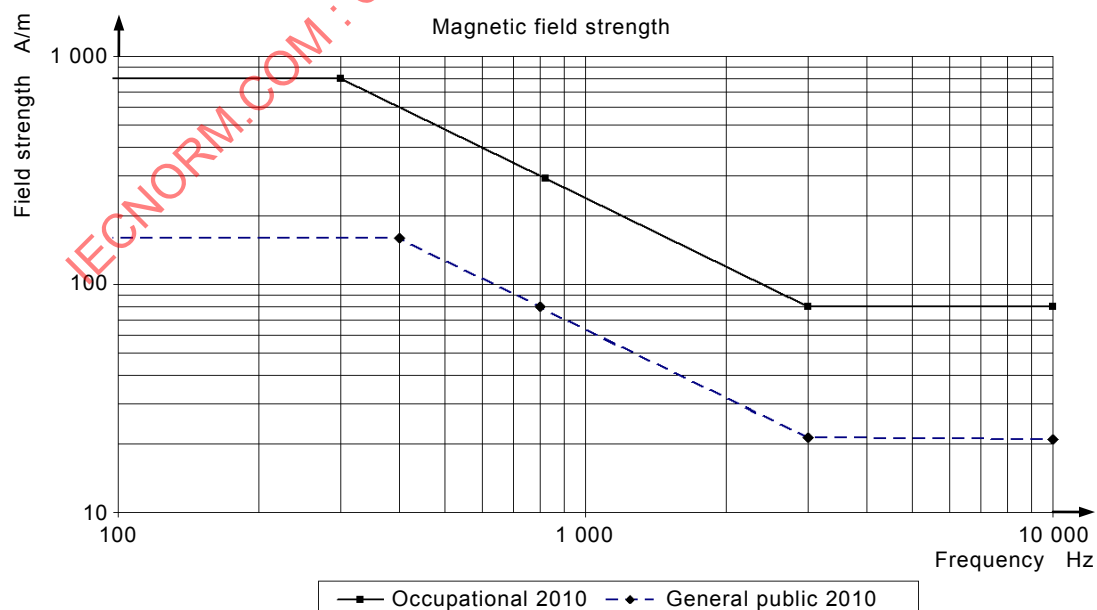
Annex A (informative)

Rationale for this product-family magnetic field emission standard for audio-frequency induction-loop systems (AFILS) in the context of human exposure to non-ionizing radiation

Why is such a standard needed? Because the European Low Voltage Directive includes "radiation" in its essential requirements, and although that was probably originally thought of as "ionizing radiation" from cathode-ray tubes, it is now interpreted to include non-ionizing radiation as well. There are also exposure limits in place in the USA and probably other countries, or there will be in the foreseeable future. Consequently, the manufacturer of any product that emits electric or magnetic fields or electromagnetic energy must be able to demonstrate that its emissions are not hazardous. In practice, if there is any doubt, this is very difficult to prove, and very costly, without a standard to apply. The CE mark may not legally be applied to the product, and it may not be marketed in the EU unless it satisfies all the essential requirements of the low voltage directive.

In the case of AFILS, a person can be able to approach the loop conductor arbitrarily closely, in fact this is inherent in the function of neck loops, looped cushions, pillow-pads and looped chairs. But it can also occur with portable AFILS and floor-level area-coverage loops. The magnetic field strength close to a loop conductor is always very high indeed. Table A.1 shows the assessment of a typical AFILS in the context of IEC 62311 [4].

For complex reasons, the European exposure limits are included in a council recommendation, and will be in future directives, rather than in harmonized standards. They come from a published paper by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), the latest edition of which was published in 2010. The limits are of two kinds: reference levels and basic restrictions. Reference levels are intended to simplify the determination of compliance, but they may be exceeded if it can be shown that the basic restrictions are met. For low-frequency magnetic fields, the reference levels for occupational and general public are shown in the figure below.



IEC

Figure A.1 – ICNIRP magnetic field reference levels

Example

Where there are critical high field strength regions, the influence of the magnetic fields of other conductors than the one nearest to the measuring point is normally negligible. The field distribution can thus be assumed to be that of a single conductor, with a field strength falling in inverse proportion to the radial distance from the centre of the conductor. This allows a vast simplification of the assessment procedure.

The ICNIRP Guide indicates that a quasi-peak measurement, substantially in accordance with the peak programme meter type II of IEC 60268-10, is appropriate and convenient.

For a neck loop, the current required to produce a magnetic field strength of 400 mA/m at the hearing aid is very difficult to calculate and is best measured as described in IEC 60118-4. This current need not normally be maintained at frequencies above 1,6 kHz, due to the shape of the spectrum of speech signals. The reference level value of the magnetic field strength at 1,6 kHz for the general public is $H = 40$ A/m. For a maximum r.m.s. loop conductor current, I , normally occurring for less than 5 s, of 0,5 A (this is the actual current multiplied by the number of turns, which can be from 1 to approximately 30, depending on design), this value of H is exceeded within a distance of

$$r = I / 2\pi H$$

which is 2,0 mm in this case. Compliance with the reference level can therefore be achieved if the diameter of the loop cable, over the insulation, exceeds the diameter of the loop conductor bundle by at least 4,0 mm.

Table A.1 – Application to AFILS of Table 1 of IEC 62311:2007 "Characteristics and parameters of the equipment to be considered"

Information needed	Further detailed description of the information needed	Applied to AFILS
Frequency	Frequency of emissions	Nominally 100 Hz to 5 kHz
Waveform	Waveform and other information such as duty factor for establishment of peak-and/or average emission	Speech and music. Very complex: needs special attention.
Multiple frequency sources	Does the equipment produce fields at more than one frequency or fields with a high harmonic content?	Yes
	Are the emissions simultaneous?	Yes
Emission of electric fields	Voltage differences and any coupling parts e.g. metallic surfaces charged at a voltage potential	None
Emission of magnetic fields	Current flow and any coupling parts e.g. coils, transducers or loops	The magnetic field is generated by a loop, in which the audio-frequency current flows.
Emission of electromagnetic fields	Generation or transmission of high frequency signals and any radiating parts e.g. antennas, loops, transducers and external cables	Not significant (EMC considerations ensure that)
Contact currents	Possibility of touching conducting surfaces when either the surface or the person is exposed to electromagnetic fields?	No appreciable contact currents can be generated
Whole body exposure	Fields produced by equipment extend over region occupied by the whole body	In some cases
Partial body exposure	Fields produced by equipment extend over only part of region occupied by the body, or over region occupied by limbs	In some cases

Information needed	Further detailed description of the information needed	Applied to AFILS
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	Very variable; minutes to hours
Homogeneity	Extent to which the strength of the fields varies over the body or region of the body that is exposed. Shall be measured without the presence of a body	Very great
Far/near field	Are exposures in near field? Propagating near field? Far field?	Near field only
Pulsed/transient fields	Are the emissions pulse-modulated or true pulses?	No
	Are there occasional or periodic transients in the field?	Yes
Physical size	Is the equipment so small that any significant exposure will be to part of the body only?	In some cases
	In relation to the wavelength (operating frequency)	Very small compared with the wavelength
	Is it so big that different parts will contribute to exposures "independently"?	In some cases
Power	What is the emitted power?	Very low indeed. The emission is a magnetic induction field from a loop antenna much smaller than the wavelength of the highest frequency concerned, 5 kHz
	What is the power consumption?	Varies from a few Watts to several hundred Watts. This power is dissipated in the amplifier and the resistance of the loop antenna conductor
	If there is an antenna system, what is the effective radiated power?	Very low indeed: see above
Distance (source to user)	What is the spatial relationship between the equipment and the operator or user when it is used normally? The distance used for the assessment shall be specified by the manufacturer and be consistent with the intended usage of the equipment	Very variable, close contact to many metres of separation
Intended usage	How is the equipment commonly used?	An audio-frequency magnetic field (speech or music or both) is produced in a volume of space in which users of hearing aids equipped with telecoils can receive the audio information
	Operating conditions?	See IEC 60118-4
	Conditions of intended usage producing the highest emission or absorption?	Proximity of the user to the loop antenna. Hearing aids with telecoils typically fail to reproduce signals from magnetic fields much stronger than 1 A/m without unacceptable distortion
	How does the intended usage affect the spatial relationship between the equipment and the user?	Very variable, they can be very close or very distant
	Can the usage affect the emission characteristics of the equipment?	Yes, if there are large metal objects in the vicinity of a portable system
	Can the equipment be part of a system?	It IS a system
Interaction sources/user	Do the emitted fields change if the equipment is close to the body?	No
	Does the equipment couple to the body during use?	Yes

Bibliography

- [1] ICNIRP *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (1 Hz - 100 kHz)*, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), published in Health Physics 99(6);818-836; 2010
- [2] GROVER, F.W., *Inductance Calculations*, New York, Dover Publications, re-published 2009
- [3] IEC 62233, *Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure*
- [4] IEC 62311:2007, *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz – 300 GHz)*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62489-2:2014

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62489-2:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
INTRODUCTION	19
1 Domaine d'application	20
2 Références normatives	20
3 Valeurs assignées	20
4 Situation concernant les normes actuelles	20
5 Configurations des boucles	21
5.1 Principaux types de configuration	21
5.2 Considérations générales	21
5.3 Boucles de grande surface	21
5.4 Boucles de surface moyenne	22
5.5 Boucles de petite surface	22
5.6 Antennes solénoïdes	22
6 Calculs	23
6.1 Généralités	23
6.2 Antennes solénoïdes	23
7 Mesures	23
7.1 Généralités	23
7.2 Signal d'entrée	24
7.3 Instrument de mesure	24
8 Comparaison des résultats calculés ou mesurés avec les indications ou les limites	24
9 Respect des limites ou des indications	24
10 Incertitude de mesure	25
Annexe A (informative) Justifications pour cette norme de famille de produits relative aux émissions de champ magnétique, concernant les systèmes de boucle d'induction audiofréquences (AFILS) dans un contexte d'exposition humaine au rayonnement non ionisant	26
Bibliographie	30
Figure 1 – Un transducteur d'induction auriculaire, avec un corps d'appareil de correction auditive contour d'oreille pour fournir une échelle	22
Figure A.1 – Niveaux de référence du champ magnétique ICNIRP	27
Tableau 1 – Restrictions de base	24
Tableau A.1 – Tableau 1 de l'IEC 62311:2007, "Caractéristiques et paramètres de l'équipement à considérer", appliqués à l'AFILS	28

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ÉLECTROACOUSTIQUE –
SYSTÈMES DE BOUCLES D'INDUCTION
AUDIOFRÉQUENCES POUR AMÉLIORER L'AUDITION –****Partie 2: Méthodes de calcul et de mesure des émissions de champ magnétique basse fréquence à partir de la boucle pour l'évaluation de la conformité aux instructions sur les limites d'exposition humaine****AVANT-PROPOS**

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

La Norme internationale IEC 62489-2 a été établie par le comité d'études 29 de l'IEC: Electroacoustique.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente: elle est le reflet de plusieurs mises à jour du Guide ICNIRP [1]¹ auquel il est fait fréquemment référence. Le changement le plus significatif est que la grandeur de base dans le guide est passée d'une densité de courant dans les tissus à un champ électrique induit.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
29/847/FDIS	29/854/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62489, publiées sous le titre général *Électroacoustique – Systèmes de boucles d'induction audiofréquences pour améliorer l'audition*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

INTRODUCTION

Une révision de l'IEC 62489-2 est nécessaire car, si la norme ne mentionne pas d'ensemble particulier de limites d'exposition, elle comprend de nombreuses références au Guide ICNIRP, qui a profondément changé entre les éditions 1998 et 2010, entraînant une modification de la grandeur physique sur laquelle sont établies les restrictions de base, de la densité du courant dans les tissus au champ électrique induit, et occasionnant par là-même des modifications des niveaux de référence ainsi qu'une simplification considérable de l'application des lignes directrices.

Les recommandations du nouveau Guide n'ont pas encore été adoptées au niveau réglementaire dans l'Union Européenne. Cependant, les références au Guide dans l'IEC 62489-2 étant purement informatives, cette révision ne semble pas devoir être inacceptable en Europe.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62489-2:2014

ÉLECTROACOUSTIQUE – SYSTÈMES DE BOUCLES D'INDUCTION AUDIOFRÉQUENCES POUR AMÉLIORER L'AUDITION –

Partie 2: Méthodes de calcul et de mesure des émissions de champ magnétique basse fréquence à partir de la boucle pour l'évaluation de la conformité aux instructions sur les limites d'exposition humaine

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62489 s'applique aux systèmes de boucles d'induction audiofréquences pour améliorer l'audition. Elle peut également être appliquée à de tels systèmes utilisés à d'autres fins, si ladite application est possible. La norme est destinée à l'évaluation de l'exposition humaine à des champs magnétiques basse fréquence produits par le système, par le calcul et par l'essai in-situ.

La présente norme ne traite pas d'autres aspects de la sécurité, pour laquelle l'IEC 60065 s'applique, ni de la CEM.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60118-4:2006, *Electroacoustique - Appareils de correction auditive - Partie 4: Systèmes de boucles d'induction utilisées à des fins de correction auditive - Intensité du champ magnétique*

IEC 60268-1:1985, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 1: Généralités*

IEC 60268-2:1987, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 2: Explication des termes généraux et méthodes de calcul*

IEC 60268-10:1991, *Equipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 10: Appareils de mesure des crêtes de modulation*

3 Valeurs assignées

Le terme "assigné" désigne "la valeur déclarée par le fabricant". Il existe deux types de valeurs assignées, à savoir les conditions assignées qui désignent les valeurs fondamentales ne pouvant pas être vérifiées par des mesures, et les autres valeurs pouvant être vérifiées. Pour une explication complète, voir l'IEC 60268-2.

4 Situation concernant les normes actuelles

Les normes IEC actuelles, publiées et en projet, relatives à l'exposition aux champs électromagnétiques ne donnent pas de recommandation explicite aux comités de produits sur l'approche qu'il convient de suivre. Les différences entre les signaux considérés ici et ceux

étudiés en profondeur dans les normes d'exposition aux champs électromagnétiques sont les suivantes:

- bande passante relative large, c'est à dire rapport entre la fréquence la plus élevée et la fréquence la plus basse, 5 kHz et 100 Hz;
- aucune fréquence prédominante dans la bande;
- amplitude variant rapidement;
- rapport élevé de la valeur crête à la valeur efficace moyenne (au moins 4).

5 Configurations des boucles

5.1 Principaux types de configuration

Il existe quatre principaux types de configuration:

- a) les boucles de grande surface, avec la dimension la plus petite supérieure à 1 m, habituellement installée au niveau du sol dans une pièce;
- b) les boucles de surface moyenne, avec des dimensions de l'ordre de 1 m, souvent orientées dans un plan vertical, installées au niveau des bureaux de service et des emplacements similaires;
- c) les boucles de petite surface, avec la dimension la plus grande inférieure à 1 m;
- d) les antennes solénoïdes, dont le crochet auriculaire.

NOTE Les exemples de boucles de petites surfaces sont des systèmes portables, des tablettes, des boucles portées au cou, des coussins à boucle (dont ceux utilisés en voiture) et des chaises à boucle.

5.2 Considérations générales

Toutes les boucles produisent des champs intenses à proximité du (des) conducteur(s) de boucle. Ceci est représenté par la relation entre le courant I dans un câble long, rectiligne et l'intensité du champ magnétique H produite à une distance R à partir du centre du câble, où R est plus grand que le rayon r du câble:

$$H = I/2\pi R \quad (1)$$

NOTE 1 Dans le câble, l'intensité du champ diminue de manière linéaire de $I/2\pi r$ à la surface jusqu'à zéro au centre.

NOTE 2 Pour n conducteurs parallèles très rapprochés (c'est-à-dire une boucle multitours), l'intensité du champ magnétique est n fois celle produite par un conducteur unique.

Pour les calculs des intensités des champs dans les zones à intensité de champ élevée, très proches du ou des conducteur(s), l'approximation "câble rectiligne, long" est presque toujours suffisamment exacte, sauf pour les solénoïdes, qui nécessitent un traitement complètement différent (voir 6.2).

5.3 Boucles de grande surface

Il est vraisemblable que les occupants d'une pièce s'approchent seulement du conducteur de boucle en marchant sur le sol à un endroit situé au-dessous de la zone où le conducteur est installé. Ce type de proximité est normalement transitoire. Cependant, dans des lieux de culte, il est possible que lorsque les personnes adoptent la position de prière, des parties du corps autres que les pieds soient proches du conducteur. Ceci est également applicable aux hôpitaux, aux salles de soins et aux gymnases.

Le personnel de maintenance risque d'être en contact plus rapproché et pendant des périodes plus longues, mais il est vraisemblable que le système ne soit pas en fonctionnement lors de leur intervention.

5.4 Boucles de surface moyenne

Les trois aspects suivants concernent ce type de boucles.

- a) L'utilisateur d'un appareil de correction auditive est normalement à une distance de la boucle comparable aux dimensions de la boucle. Ainsi, le courant de boucle nécessaire pour produire un champ efficace maximal de 400 mA/m (en conformité avec l'IEC 60118-4) au niveau de l'appareil de correction auditive est beaucoup plus grand que le courant nécessaire pour le produire au centre du plan de la boucle.
- b) Néanmoins, la séparation garantit que l'utilisateur d'un appareil de correction auditive n'est pas exposé aux intensités de champ élevées à proximité du conducteur de boucle.
- c) Cependant, le personnel est susceptible de se trouver très près du conducteur de boucle lorsque le système est en fonctionnement, sauf si des précautions sont prises pour maintenir une distance de séparation minimale.

NOTE Ces boucles ont souvent plusieurs tours, si bien que le courant de boucle peut être maintenu à un niveau raisonnablement faible.

5.5 Boucles de petite surface

Pour ce type de boucles, également trois aspects sont à prendre en compte.

- a) La distance de séparation des boucles portables est beaucoup plus grande que les dimensions de la boucle, mais pour d'autres types, la distance de séparation est susceptible d'être petite ou très petite, sauf si des précautions sont prises pour maintenir une séparation minimale.
- b) Le courant apparemment nécessaire est assez grand, à cause de la grande séparation.
- c) Aussi bien les utilisateurs que le personnel sont susceptibles de se trouver à étroite proximité de la boucle, même de celle d'un système portable.

NOTE Ces boucles ont habituellement plusieurs tours, si bien que le courant réel n'est pas grand.

5.6 Antennes solénoïdes

Un exemple disponible dans le commerce est le crochet auriculaire. Ce dispositif est généralement comme représenté dans la Figure 1. Un solénoïde très petit est incorporé dans la tige du dispositif.



IEC

Figure 1 – Un transducteur d'induction auriculaire, avec un corps d'appareil de correction auditive contour d'oreille pour fournir une échelle

6 Calculs

6.1 Généralités

Le calcul de l'intensité du champ peut être réalisé de manière fiable en utilisant l'Equation (1) dans presque tous les cas, sauf lorsque la boucle est très petite ou est un solénoïde d'une longueur qui n'est pas très petite comparée aux dimensions de sa section droite, comme pour le dispositif auriculaire. Il est nécessaire de calculer le courant requis dans la boucle pour produire une intensité de champ de 400 mA/m au niveau de l'appareil de correction auditive, en prenant en compte l'orientation de la bobine captrice dans l'appareil de correction auditive par rapport au plan de la boucle. En général, ce calcul n'est pas facile, mais des méthodes d'approximation simples donnent des résultats suffisamment exacts lorsqu'elles sont utilisées avec perspicacité. Il existe un logiciel de calcul dédié, basé sur des analyses mathématiques publiées. Un logiciel de mathématiques d'usage général peut aussi être utilisé.

La traduction des intensités de champ calculées sous une forme comparable aux instructions d'exposition ou aux limites est étudiée à l'Article 8.

6.2 Antennes solénoïdes

Il n'y a pas d'expression simple pour l'intensité du champ en un point situé à l'extérieur d'un solénoïde cylindrique. Un solénoïde peut être traité comme un empilement de boucles ou comme un dipôle magnétique, ou bien l'intensité du champ peut être calculée au moyen d'une équation plus complexe (voir [2]).

7 Mesures

7.1 Généralités

Dans la gamme des fréquences audibles, le temps d'exposition n'est pas pertinent, parce que l'effet physiologique prédominant, s'il se produit, est une stimulation nerveuse qui fonctionne sur une échelle de temps de quelques millisecondes. Il est par conséquent approprié d'utiliser une mesure de quasi-crête de l'intensité du champ. De plus, les limites d'exposition et les instructions étant données en valeurs efficaces, il convient donc d'étalonner l'appareil de mesure de quasi-crête pour qu'il donne les valeurs efficaces d'un signal sinusoïdal. Ce type d'appareil de mesure, le voltmètre de crête (PPM)², est déjà décrit plus en détail dans l'IEC 60118-4 et l'IEC 60268-10 (type II).

Il est aussi nécessaire de considérer le type de bobine captrice de champ magnétique ou de sonde. Les capteurs peuvent être uniaxiaux avec une seule une bobine ou triaxiaux avec trois bobines orthogonales. Utilisé avec un voltmètre de crête, le capteur à axe unique est plus pratique, et s'il est correctement construit, il n'est pas difficile de l'orienter pour une lecture maximale, notamment parce que la direction du champ peut habituellement être prédite à partir des modèles de champ du manuel.

La première mesure qui doit être réalisée détermine si l'intensité du champ est correcte au point ou aux points où il est prévu qu'elle soit de 400 mA/m (ou égale à la valeur la plus basse convenue si ajustée pour réduire la sonie, comme spécifié dans l'IEC 60118-4).

NOTE L'IEC 60118-4 spécifie l'utilisation d'un voltmètre de crête ou d'un appareil de mesure de valeur efficace avec un temps d'intégration de 125 ms pour la mesure de l'intensité du champ magnétique. Cependant, pour les besoins de la présente norme, le temps d'intégration de 125 ms est incompatible avec la nécessité de mesurer les intensités du champ sur des temps de l'ordre de quelques millisecondes.

L'instrument spécifié pour les mesures sur les autres équipements et systèmes, comme décrit dans l'IEC 62233 [3], a un temps d'intégration spécifié uniquement comme une limite supérieure de 1 s, ce qui est aussi trop lent pour l'évaluation des champs à cause des signaux audiofréquence.

² Peak program level meter *en anglais*.

7.2 Signal d'entrée

Le signal d'entrée pour l'amplificateur doit être le signal de programme simulé décrit dans l'IEC 60268-1, avec le filtrage supplémentaire, –3 dB à 100 Hz et 5 kHz par rapport au niveau à 1 kHz, avec des pentes d'affaiblissement extrêmes d'au moins 12 dB/octave.

7.3 Instrument de mesure

Il est peu vraisemblable qu'un instrument complet adapté soit aujourd'hui disponible dans le commerce, puisque l'application est extrêmement spécialisée. Cependant, la conception d'un adaptateur, à utiliser avec l'équipement d'essai audio déjà disponible sur le marché ou qui assure lui-même la fonction de voltmètre de crête, n'est pas très compliquée. Les éléments sont les suivants.

- La bobine captrice qui, parce que les intensités du champ d'intérêt sont élevées, nécessite seulement quelques tours et aucun matériau à noyau magnétique. Parce que les champs sont très hétérogènes, il convient que la bobine soit de petites dimensions pour réduire le plus possible l'intégration. Une bobine couvrant les quatre faces d'un cube d'1 cm en matériau isolant est pratique.
- Un circuit de correction de réponse en fréquence, qui produit une sortie constante pour un champ magnétique qui varie avec la fréquence selon des instructions ou des limites, avec un contrôle de la bande passante destiné à rejeter les signaux d'interférence hors bande.
- L'amplification du signal de manière que l'intensité du champ maximale autorisée produit une tension de sortie de 0,775 V pour la connexion à l'équipement audio d'essai.
- De manière facultative, un détecteur de quasi-crête, pour l'essentiel comme spécifié dans l'IEC 60268-10 (type II), avec un affichage d'une résolution de 1 dB.

8 Comparaison des résultats calculés ou mesurés avec les indications ou les limites

Les restrictions de base sont fondées sur le champ électrique induit. Le Tableau 1 indique les valeurs pour la plage de fréquences comprises entre 100 Hz et 5 kHz des systèmes de boucle d'induction audiofréquences, lorsque la tête est exposée au champ magnétique.

Tableau 1 – Restrictions de base

Fréquence (f) Hz	Intensité de champ électrique interne mV/m	
	Exposition professionnelle	Grand public
100 à 400	$2f$	–
100 à 1 000	–	$0,4f$
400 à 3 000	800	–
1 000 à 3 000	–	400
3 000 à 5 000	$0,27f$	$0,135f$

Les niveaux de référence pour l'exposition aux champs magnétiques indiqués dans le Guide ICNIRP sont fondés sur les facteurs de conversion entre l'intensité de champ électrique et la densité du flux magnétique établis par la recherche. Ces niveaux sont présentés à la Figure A.1.

9 Respect des limites ou des indications

L'intensité du champ près du conducteur de boucle est déterminée par le courant, qui est déterminé à son tour par l'intensité du champ requise au niveau de l'appareil de correction

auditive. Il n'est clairement pas possible de satisfaire aux exigences d'exposition en diminuant le courant. Il est également évident que toute forme de blindage est probablement impraticable dans la plupart des cas.

Cependant, il est possible d'insérer une barrière physique entre le conducteur de boucle et la personne qui pourrait s'en approcher excessivement. Cette barrière peut être composée de n'importe quel matériau non magnétique et non conducteur d'électricité.

10 Incertitude de mesure

L'incertitude de mesure totale inclut la position et l'orientation du capteur, les conditions de fonctionnement et, pour les mesures en situation, le bruit de fond magnétique (bien que, si le système est conforme à l'IEC 60118-4, l'effet du bruit soit négligeable).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62489-2:2014