

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Assessment of lighting equipment related to human exposure to
electromagnetic fields**

**Evaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux
champs électromagnétiques**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Assessment of lighting equipment related to human exposure to
electromagnetic fields**

**Evaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux
champs électromagnétiques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

X

ICS 29.020; 29.140

ISBN 978-2-88910-015-6

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions, physical quantities and units	8
3.1 Terms and definitions	8
3.2 Physical quantities and units	9
4 Limits	10
4.1 General.....	10
4.2 Application of limits	10
4.3 Lighting equipment deemed to comply without testing	10
5 General requirements.....	10
5.1 Supply voltage.....	10
5.2 Measurement frequency range	11
5.3 Ambient temperature	11
5.4 Measurement equipment requirements.....	11
5.5 Measurement instrumentation uncertainty	12
5.6 Test report	12
5.7 Evaluation of results.....	13
6 Measurement procedure.....	13
6.1 General.....	13
6.2 Operating conditions	13
6.3 Measurement distance	14
6.4 Measurement set-up.....	14
6.5 Location of measurement test-head.....	15
6.6 Calculation of the results.....	15
Annex A (normative) Measurement distances	16
Annex B (informative) Location of measurement test-head.....	17
Annex C (informative) Exposure limits	21
Annex D (informative) Rational measurement and assessment method.....	23
Annex E (normative) Practical measurement and assessment method	33
Annex F (normative) Protection network	35
Annex G (informative) Measurement instrumentation uncertainty	38
Bibliography.....	40
Figure 1 – The “Van der Hoofden” test-head	11
Figure 2 – Example of a protection circuit	12
Figure 3 – Measurement set-up	14
Figure B.1 – Typical measurement arrangement	17
Figure B.2a – Location of measurement point for lighting equipment with double capped fluorescent lamp(s) (recessed, surface or pole mounted).....	17
Figure B.2b – Location of measurement point for lighting equipment with single capped lamp(s) (recessed, surface or pole mounted).....	18

Figure B.2c – Location of measurement point(s) for lighting equipment with single capped lamp (360° illumination)	18
Figure B.2d – Location of measurement points for lighting equipment with a remote gear	19
Figure B.2e – Location of measurement point for an independent electronic converter	19
Figure B.2f – Location of measurement point(s) for an up light (floorstanding/suspended)	20
Figure B.2 – Location of measurement test-head	20
Figure D.1 – Overview measurement and assessment method	23
Figure D.2 – Distances of the head, loop and measurement set-up	24
Figure D.3 – Maximum current in the 2 meter LLA as function of the frequency	26
Figure D.4 – Distances of the head and measurement set-up	28
Figure D.5 – Plot of Equations (D.16) and (D.17)	29
Figure F.1 – Test set-up for normalization of the network analyzer	35
Figure F.2 – Test set-up for measurement of the voltage division factor using a network analyzer	36
Figure F.3 – Calculated theoretical characteristic for the calibration of the protection network	37
Table 1 – Physical quantities and units	10
Table 2 – Receiver or spectrum analyser settings	11
Table A.1 – Lighting equipment and measurement distances	16
Table C.1 – Basic restrictions (BR) for general public exposure to time varying electric and magnetic fields for frequencies up to 10 GHz	21
Table C.2 – IEEE Basic Restrictions (BR) for the general public	22
Table C.3 – IEEE Basic Restrictions (BR) between 100 kHz and 3 GHz for the general public	22
Table D.1 – Induced current density calculations	25
Table D.2 – Calculation main contributions	29
Table D.3 – Frequency steps for the amplitude addition that equals 1,11 times B_6	30
Table D.4 – Frequency steps for the power addition that equals 0,833 times B_6	31
Table D.5 – Field strength limits according to CISPR 15:2005 (as amended by its Amendment 1 (2006))	32
Table G.1 – Uncertainty calculation for the measurement method described in Clause 6.4 in the frequency range from 20 kHz to 10 MHz	38
Table G.2 – Comments and information to Table G.1	39

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ASSESSMENT OF LIGHTING EQUIPMENT RELATED TO HUMAN EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS

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 62493 has been prepared by IEC technical committee 34: Lamps and related equipment

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

FDIS	Report on voting
34/133/FDIS	34/137/RVD

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

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

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

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

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62493:2009

INTRODUCTION

This International Standard establishes a suitable evaluation method for determining the electromagnetic fields in the space around the equipment mentioned in the scope, and defines standardized operating conditions and measurement distances.

This standard is designed to assess, by measurements and/or calculations, electromagnetic (EM) fields and their potential effect on the human body by reference to exposure levels of the general public given by ICNIRP:1998 [1]¹⁾, IEEE C95.1:2005 and IEEE C95.6:2002[2]. The exposure levels with which to comply are basic restrictions (both ICNIRP- and IEEE-based).

NOTE 1 Maximum permissible exposure levels (IEEE-based) or reference levels (ICNIRP-based) are not used.

Based on the lighting equipment operating properties, the frequency range of the applicable basic restrictions can be limited as follows:

- induced current density between 20 kHz to 10 MHz;
- specific absorption rate (SAR) between 100 kHz to 300 MHz;
- power density is outside the scope.

NOTE 2 Operating frequencies of lighting equipment are higher than 20 kHz to avoid audible noise and infrared interference. Frequency contributions above 300 MHz can be neglected.

This standard is not meant to supplant definitions and procedures specified in exposure standards, but it is aimed at supplementing the procedure already specified for compliance with exposure.

The exposure limits given in Annex C (informative) are for information only, do not comprise an exhaustive list and are valid only in certain regions of the world. It is the responsibility of users of this standard to ensure that they use the current version of the limit values specified by the applicable national authorities.

1) Figures in square brackets refer to the Bibliography.

ASSESSMENT OF LIGHTING EQUIPMENT RELATED TO HUMAN EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS

1 Scope

This International Standard applies to the assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields. The assessment consists of the induced current density for frequencies from 20 kHz to 10 MHz and the specific absorption rate (SAR) for frequencies from 100 kHz to 300 MHz around lighting equipment.

Included in the scope of this standard are:

- all lighting equipment for general lighting with a primary function of generating and/or distributing light intended for illumination purposes, and intended either for connection to the low voltage electricity supply or for battery operation; used indoor and/or outdoor. General lighting equipment means all industrial, residential and public and street lighting;
- lighting part for general lighting of multi-function equipment where one of the primary functions of this is illumination;
- independent auxiliaries exclusively for the use with lighting equipment.

Excluded from the scope of this standard are:

- lighting equipment for aircraft and airfields;
- lighting equipment for road vehicles; (except lighting used for the illumination of passenger compartments in public transport)
- lighting equipment for agriculture;
- lighting equipment for boats/vessels;
- photocopiers, slide projectors;
- apparatus for which the requirements of electromagnetic fields are explicitly formulated in other IEC standards;

NOTE The methods described in this standard are not suitable for comparing the fields from different lighting equipment.

This standard does not apply to built-in components for luminaires such as electronic control gear.

2 Normative references

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

CISPR 15:2005²⁾, *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment*
Amendment 1 (2006)
Amendment 2 (2008)

²⁾ There exists of a consolidated edition 7.2 (2009), including CISPR 15:2005 and its Amendment 1 and Amendment 2.

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

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

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

IEC 62311:2007, *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz – 300 GHz)*

IEEE Std C95.1-2005, *IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz*

3 Terms, definitions, physical quantities and units

3.1 Terms and definitions

For the purpose of this standard the following terms and definitions will apply, the international accepted SI-units are used throughout the standard.

3.1.1

basic restriction (basic limitations)

restrictions on exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields that are based on established biological effects and including a safety factor. The basic restriction is the maximum level that should not be exceeded under any conditions.

3.1.2

exposure

exposure occurs whenever and wherever a person is subjected to electric, magnetic or electromagnetic fields or to contact currents other than those originating from physiological processes in the body and other natural phenomena.

3.1.3

measurement distance

distance between the lighting equipment and the external surface of the measurement test-head (see Annex A)

3.1.4

measurement point

position and location of the measurement test-head relative to the lighting equipment

3.1.5

lamp control gear

one or more components between the supply and one or more lamps which may serve to transform the supply voltage, limit the current of the lamp(s) to the required value, provide starting voltage and preheating current, prevent cold starting, correct power factor or reduce radio interference

3.1.6

built-in lamp control gear

lamp control gear generally designed to be built into a luminaire, a box, an enclosure or the like and not intended to be mounted outside a luminaire, etc. without special precautions. The

control gear compartment in the base of a road lighting column is considered to be an enclosure

3.1.7

independent lamp control gear

lamp control gear consisting of one or more separate elements so designed that it can be mounted separately outside a luminaire, with protection according to the marking of the lamp control gear and without any additional enclosure. This may consist of a built-in lamp control gear housed in a suitable enclosure that provides all the necessary protection according to its markings

3.1.8

integral lamp control gear

lamp control gear which forms a non-replaceable part of a luminaire and which cannot be tested separately from the luminaire.

3.1.9

ballast

unit inserted between the supply and one or more discharge lamps which by means of inductance, capacitance, or a combination of inductance and capacitance, serves mainly to limit the current of the lamp(s) to the required value. It may also include means for transforming the supply voltage and arrangements that help provide starting voltage and pre-heating current

3.1.10

self-ballasted lamp

unit which can be dismantled without being permanently damaged, provided with a lamp cap and incorporating a light source and additional elements necessary for starting and for stable operating of the light source

3.1.11

d.c. supplied electronic ballast

d.c. to a.c inverter using semiconductor devices which may include stabilizing elements for supplying power to one or more fluorescent lamps

3.1.12

independent electronic converter

lamp control gear consisting of one or more separate elements so designed that it can be mounted separately outside a lighting equipment, with protection according to the marking of the lamp control gear and without any additional enclosure. This may consist of a built-in lamp control gear housed in suitable enclosure that provides all the necessary protection according to its markings

3.2 Physical quantities and units

The physical quantities and units used in this standard are given in Table 1.

Table 1 – Physical quantities and units

Quantity	Symbol	Unit	Dimension
Conductivity	σ	Siemens per meter	S/m
Current density	J	Ampere per square meter	A/m ²
Electric field strength	E	Volt per meter	V/m
Frequency	f	Hertz	Hz
Magnetic field strength	H	Ampère per meter	A/m
Magnetic flux density	B	Tesla	T (Wb/m ² , Vs/m ²)
Power	P	Watt	W
Current	I	Ampere	A

4 Limits

4.1 General

The basic restrictions of the general public of either IEEE C95.1 2005 or ICNIRP 1998 are used, see Annex C.

4.2 Application of limits

Lighting equipment, as described in the scope, complies with this standard if it fulfils all of the following requirements:

- CISPR 15:2005:
 - § 4.3.1: Disturbance voltage mains terminals in the frequency range from 20 kHz to 30 MHz;
 - § 4.4: Radiated electromagnetic disturbances in the frequency range from 100 kHz to 30 MHz;
- CISPR 15:2005, Amendment 1 (2006):
 - § 4.4.2: Radiated electromagnetic disturbances in the frequency range from 30 MHz to 300 MHz;
- the measured (weighted and summarized) induced current density due to the electric field in the frequency range 20 kHz to 10 MHz does not exceed the factor (F) 0,85 as defined in Annex D.

4.3 Lighting equipment deemed to comply without testing

Lighting equipment without electronic control gear is deemed to comply with the requirements of the standard without testing.

All kind of ignitors, starters, switches, dimmers (including phase control units e.g. triac, GTO) and sensors are not considered as electronic control gear.

5 General requirements

5.1 Supply voltage

Measurements shall be carried out within ± 2 % of the maximum rated supply voltage. Equipment which can be operated from an AC- and/or DC supply shall be measured from one AC supply at a single frequency.

5.2 Measurement frequency range

The measurement frequency range considered is from 20 kHz to 10 MHz (see Annex E).

5.3 Ambient temperature

Measurements shall be carried out in the ambient temperature range 15 °C to 25 °C.

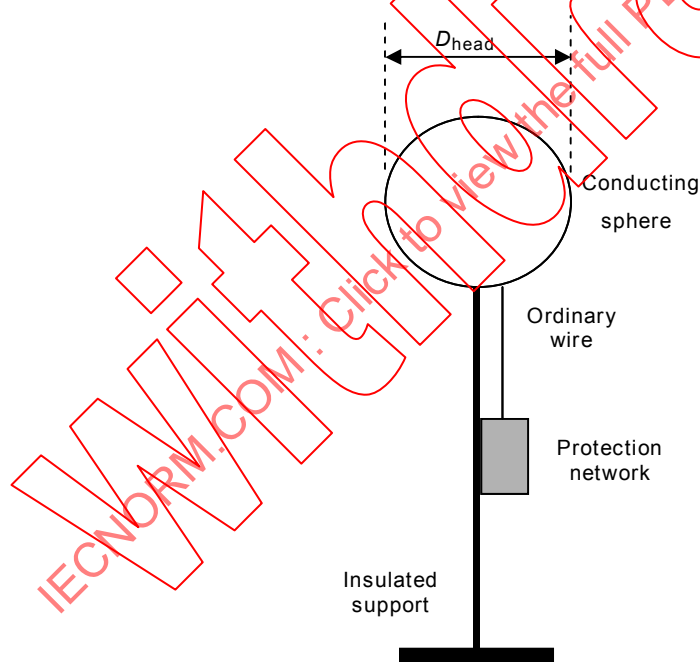
5.4 Measurement equipment requirements

An electromagnetic interference (EMI) test receiver or spectrum analyser according to CISPR 16-1-1 is required, with the settings given in Table 2:

Table 2 – Receiver or spectrum analyser settings

Frequency range	B_6 according to CISPR 16-1-1	Measurement time	f_{step}	Detector
20 kHz – 150 kHz	200 Hz	100 ms	220 Hz	Peak
150 kHz – 10 MHz	9 kHz	20 ms	10 kHz	Peak

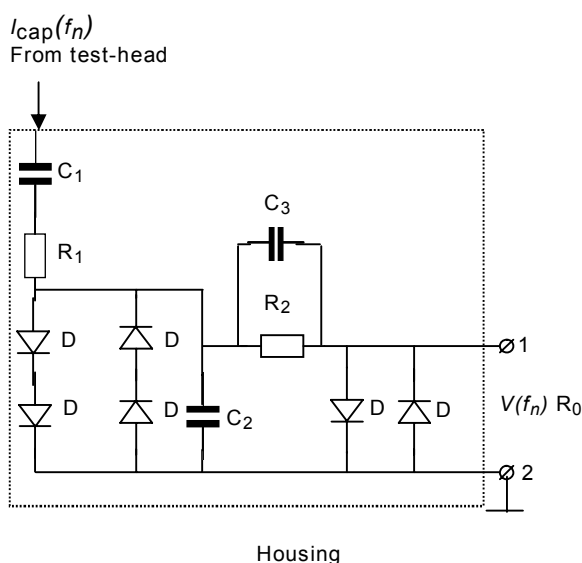
A “Van der Hoofden” test-head, as depicted in Figure 1, consists of a conducting sphere with an outside diameter of $D_{\text{head}} = 210 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ mounted on an insulated (e.g. wood, plastic) support and connected via an ordinary wire to a protection network.



IEC 2331/09

Figure 1 – The “Van der Hoofden” test-head

An example of the protection circuit can be found in Figure 2.



Example

$C_1 = 470 \text{ pF}$
 $C_2 = 10 \text{ nF}$
 $C_3 = \text{optional capacitor } (\sim 56 \text{ pF})$
 to fulfill the transfer function requirements of annex F.

$R_1 = 470 \text{ } \Omega$
 $R_2 = 150 \text{ } \Omega$
 $D = \text{Schottky diode}$
 $R_0 = 50 \text{ } \Omega$ input of EMI receiver

Terminal 1 and 2 have to be connected to EMI receiver of spectrum analyzer via coaxial cable.

IEC 2332/09

Figure 2 – Example of a protection circuit

The transfer function of the protection network is given by Equation (1)

$$g(fn) = \frac{V(fn)}{i_{\text{cap}}(fn)} = \frac{R_0}{\sqrt{1 + [(R_0 + R_2) \cdot 2 \cdot \pi \cdot f(n) \cdot C_2]^2}} \quad (1)$$

The transfer function of the protection network shall not deviate more than $\pm 1 \text{ dB}$ from the calculated characteristic (see Annex F for calculation). The calibration of the protection network shall be done according to the procedure described in detail in Annex F.

An overview of the measurement set-up is given in 6.4

5.5 Measurement instrumentation uncertainty

The maximum measurement instrumentation uncertainty (U_{basic}) has been estimated to be 30 %.

See 5.7 on how to handle the measurement uncertainty for evaluating the measurement results. An example for the individual calculation can be found in Annex G.

NOTE Guidance to assess uncertainty can be found in IEC 61786:1998 [4].

5.6 Test report

The test report shall include at least the following items:

- identification of the lighting equipment;
- specification of the measuring equipment;
- operating mode, measurement point(s) and distance(s)
- rated voltage and frequency;
- measurement result;
- applied limit set.

5.7 Evaluation of results

Compliance or non-compliance with the limit shall be determined in the following manner.

If the uncertainty calculated with the instrumentation actually used for the test (U_{lab}) is less or equal than the uncertainty given in 5.5 (U_{basic}) then:

- compliance is deemed if the measurement result does not exceed the applicable limit.
- non-compliance is deemed to occur if the measurement result exceeds the applicable limit.

If the uncertainty calculated with the instrumentation used for the test (U_{lab}) is higher than the uncertainty given in 5.5 (U_{basic}) then:

- compliance is deemed to occur if the measurement result, increased by $(U_{lab} - U_{basic})$, does not exceed the applicable limit.
- non-compliance is deemed to occur if the measurement result, increased by $(U_{lab} - U_{basic})$, exceeds the applicable limit.

6 Measurement procedure

6.1 General

The assessment method is based on basic restrictions given in both ICNIRP 1998 and IEEE C95.1 2005. The measurement procedure used simulates the current density in a person near lighting equipment. The measurements are carried out under the conditions specified in Table A.1 of Annex A.

6.2 Operating conditions

6.2.1 Operating conditions for general lighting equipment

Measurements on the lighting equipment shall be carried out in operating conditions as specified by the manufacturer.

In the case of lighting equipment where it is possible to interchange between lamps of different rated wattage, it is only necessary to measure the lighting equipment in combination with the lamp that has the highest nominal lamp voltage.

Prior to measurement, the lamp(s) shall be operated until stabilisation has been reached. Unless otherwise stated by the manufacturer, the following stabilisation times shall be observed:

- 15 min. for fluorescent lamps;
- 30 min. for other discharge lamps.

All measurements have to be done with 100 h aged lamps.

6.2.2 Operating conditions for specific lighting equipment

Multiple lamp lighting equipment: When the lighting equipment incorporates more than one lamp, all lamps shall be operated simultaneously.

Self-contained emergency lighting equipments: If the appliance can be connected and be operated from the mains it shall be tested in this mode of operation. No tests are required in the battery-operating mode.

Lighting equipment capable of light regulation shall be measured at both the maximum and minimum limit of light regulation.

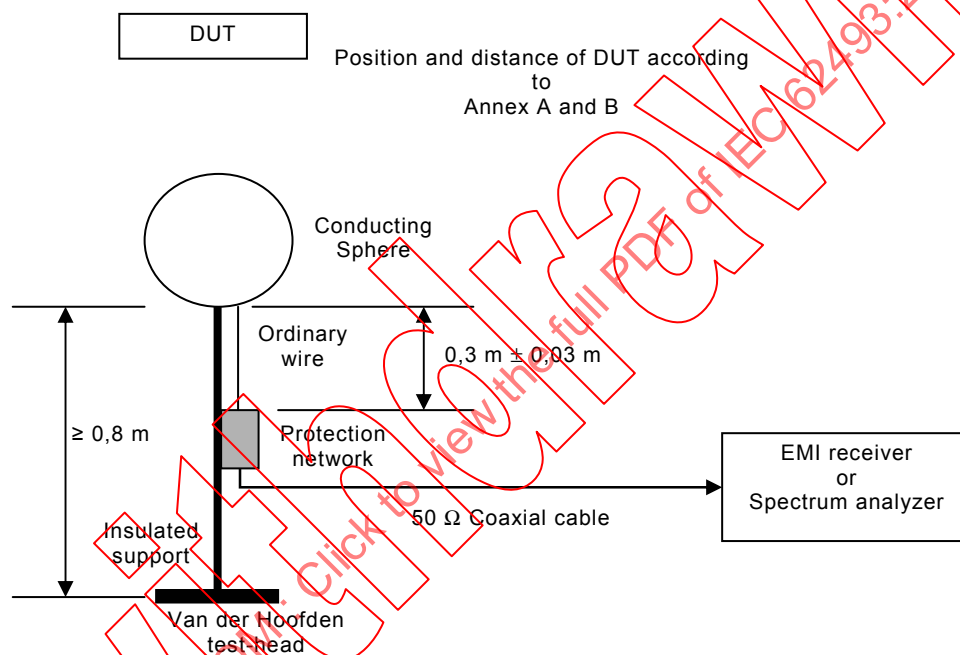
Measurements shall be carried out within $\pm 2\%$ of the rated supply voltage. In the case of a voltage range, measurement shall be carried out within $\pm 2\%$ of minimum and maximum nominal supply voltage of that range.

6.3 Measurement distance

Lighting equipment is evaluated in accordance with the measurement distance given in Table A.1 of Annex A unless otherwise specified by the manufacturer. The external surface of the test-head is taken as the reference point when determining the measurement distance. Tolerances of the measurement distances are $\pm 5\%$.

6.4 Measurement set-up

The measurement set-up is given in Figure 3.



DUT = device under test

NOTE The EMI receiver or spectrum analyzer must be powered by mains including protective earth.

Figure 3 – Measurement set-up

If the lighting equipment is provided with an earthing terminal, the lighting equipment shall be connected by means of an earth conductor contained in the power cable to the lighting equipment.

During the tests no conductive plane or object or human being should be closer to the lighting equipment than 0,8 m.

The height of the insulated support is minimum 0,8 m. The conducting sphere is connected to the protection network via an ordinary wire of length 30 cm $\pm$ 3 cm. The protection network is then connected to the EMI receiver, or spectrum analyser, by a 50 Ω coaxial cable having a maximum cable loss of 0,2 dB and a d.c. resistance of $\leq 10 \Omega$.

6.4.1 Measurement set-up for specific lighting equipment

6.4.1.1 Self-ballasted lamps

These lamps shall be inserted directly into a lamp holder, which is mounted on a piece of insulating material. The measurement test-head is positioned at the measurement distance as specified in Table A.1 from the end of the lamp.

6.4.1.2 Independent electronic control gear

Independent electronic control gear shall be mounted on a piece of insulating material together with a suitable lamp of the maximum permitted power. The load cable(s) between the control gear and the lighting equipment shall be 0,8 m with a relative tolerance of 20 % unless otherwise specified by the manufacturer. The configuration of control gear, lighting equipment and cable(s) shall be measured in accordance with Figure B.2e.

6.5 Location of measurement test-head

The measurement locations shall be selected in accordance with the following criteria.

Measurements shall only be performed in a direction consistent with that of the likely exposure of the general public during normal use.

In the case of lighting equipments incorporating double capped fluorescent lamps greater than 30 cm, the test-head is positioned as shown in Figure B.2a. The measurement procedure is repeated for both ends of the lamp, and in the case of multiple-lamp lighting equipment each lamp is measured in-turn.

In the case of lighting equipment for other lamps, the test-head is positioned at the appropriate measurement distance as specified in Table A.1, central to the point of intended illumination.

For those lighting equipment where a central point of illumination cannot be determined, or where the direction of illumination is not in the direction of the general public during normal use, for example an up light, a measurement point is selected at the appropriate test distance from the lighting equipment around its perimeter. More than one measurement point maybe selected to confirm the performance of the lighting equipment.

Figures B.2a to B.2.f in Annex B give examples of the location of the measurement point(s) for typical lighting equipment.

6.6 Calculation of the results

The measurement results are calculated in accordance with Annex E.

Annex A (normative)

Measurement distances

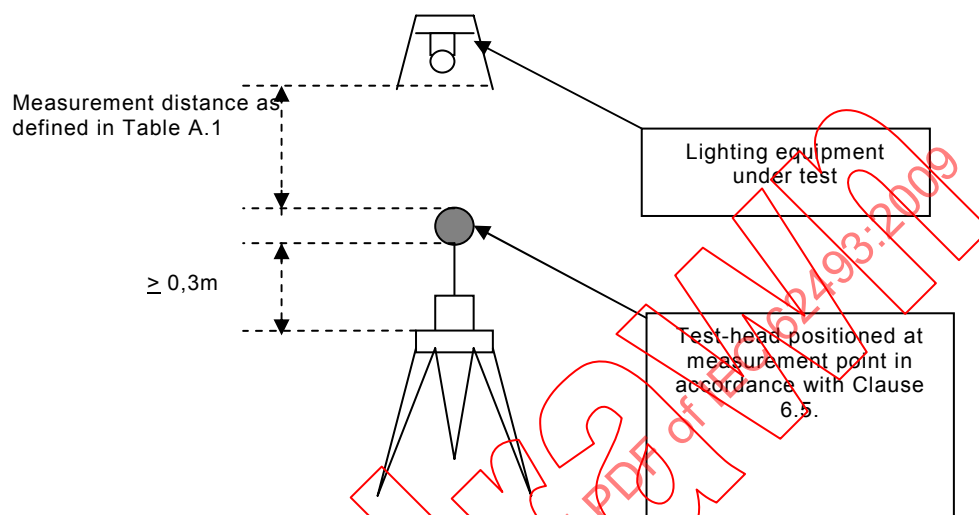
The measurement distances in Table A.1 have been defined, based upon the expected location of the general public during normal operation.

Table A.1 – Lighting equipment and measurement distances

Type of lighting equipment	Measurement distance (cm)
Hand lamps ^a	5 ^a
Table lighting equipment	30
Wall lighting equipment	50
Up lighter	50
Suspended lighting equipment	50
Ceiling and/or recessed lighting equipment for fluorescent lamps with an input power ^b ≤ 180 W	50
Ceiling and/or recessed lighting equipment for fluorescent lamps with an input power ^b > 180 W	70
Ceiling and/or recessed lighting equipment for discharge lamps with an input power ^b ≤ 180 W	70
Ceiling and/or recessed lighting equipment for discharge lamps with an input power ^b > 180 W	100
Portable lighting equipment	50
Flood lights	200
Lighting equipment for road and street Lighting	200
Lighting chains	50
Lighting equipment for swimming-pools and similar applications	50
Lighting equipment for stage lighting, television and film studios (outdoor and indoor)	100
Lighting equipment for use in clinical areas of hospitals and health care buildings	50
Ground recessed lighting equipment	50
Aquarium lighting equipment	50
Plug- in night lights	50
Self ballasted lamps	30
UV and IR radiation equipment	50
Transport lighting (installed in the passenger compartment of buses and trains)	50
Other lighting equipment not mentioned in this table	50
^a Measurement distance should be 30 cm and the measured value should be calculated to a distance of 5 cm (équation; $1/r^3$).	
^b Total nominal power of the lighting equipment.	

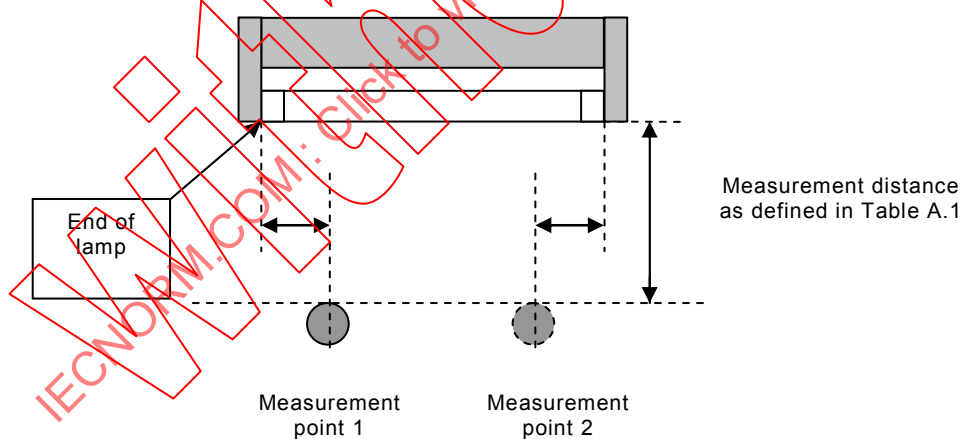
Annex B (informative)

Location of measurement test-head



IEC 2334/09

Figure B.1 – Typical measurement arrangement



IEC 2335/09

Figure B.2a – Location of measurement point for lighting equipment with double capped fluorescent lamp(s) (recessed, surface or pole mounted)

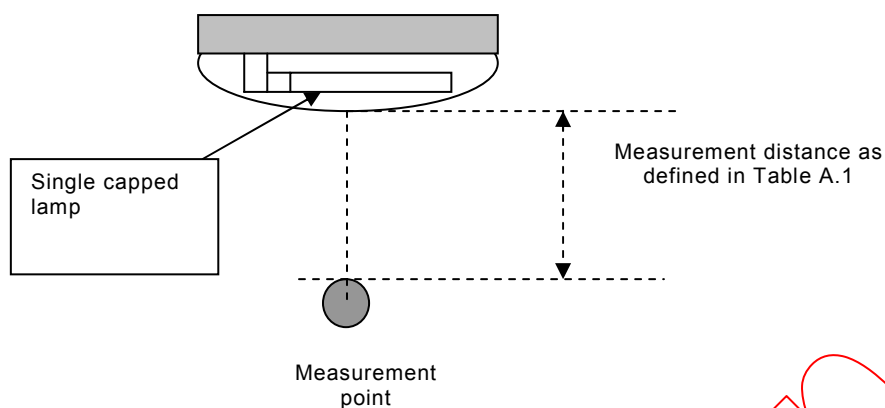


Figure B.2b – Location of measurement point for lighting equipment with single capped lamp(s) (recessed, surface or pole mounted)

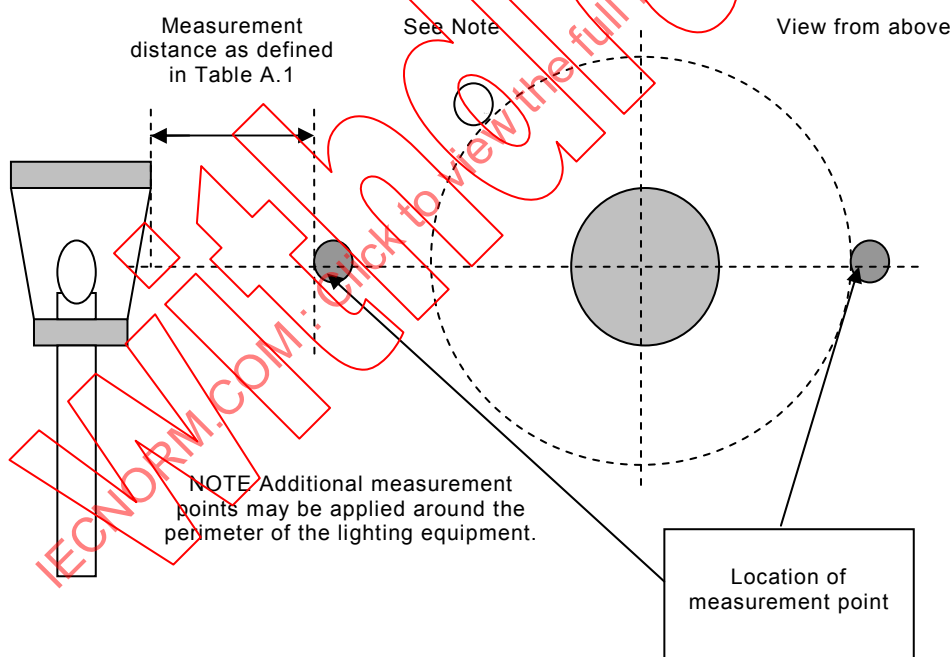
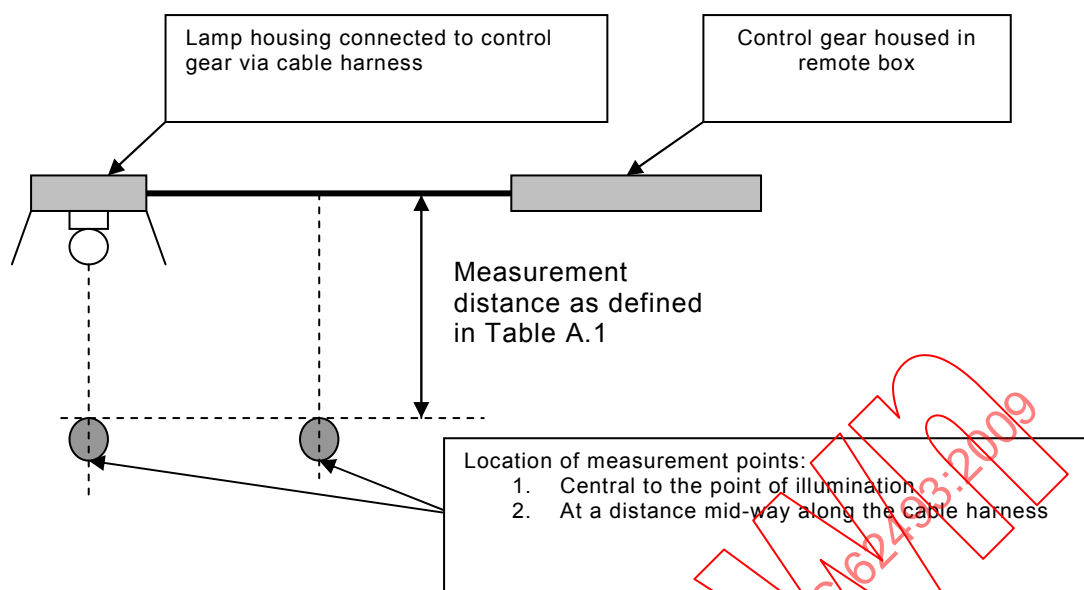
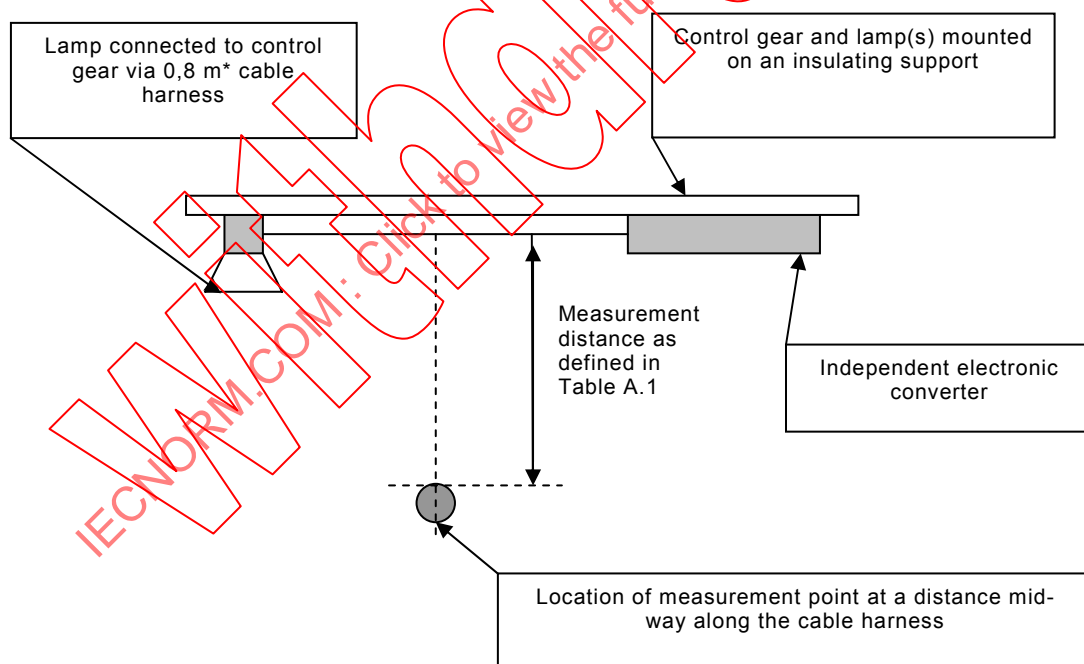


Figure B.2c – Location of measurement point(s) for lighting equipment with single capped lamp (360° illumination)



IEC 2338/09

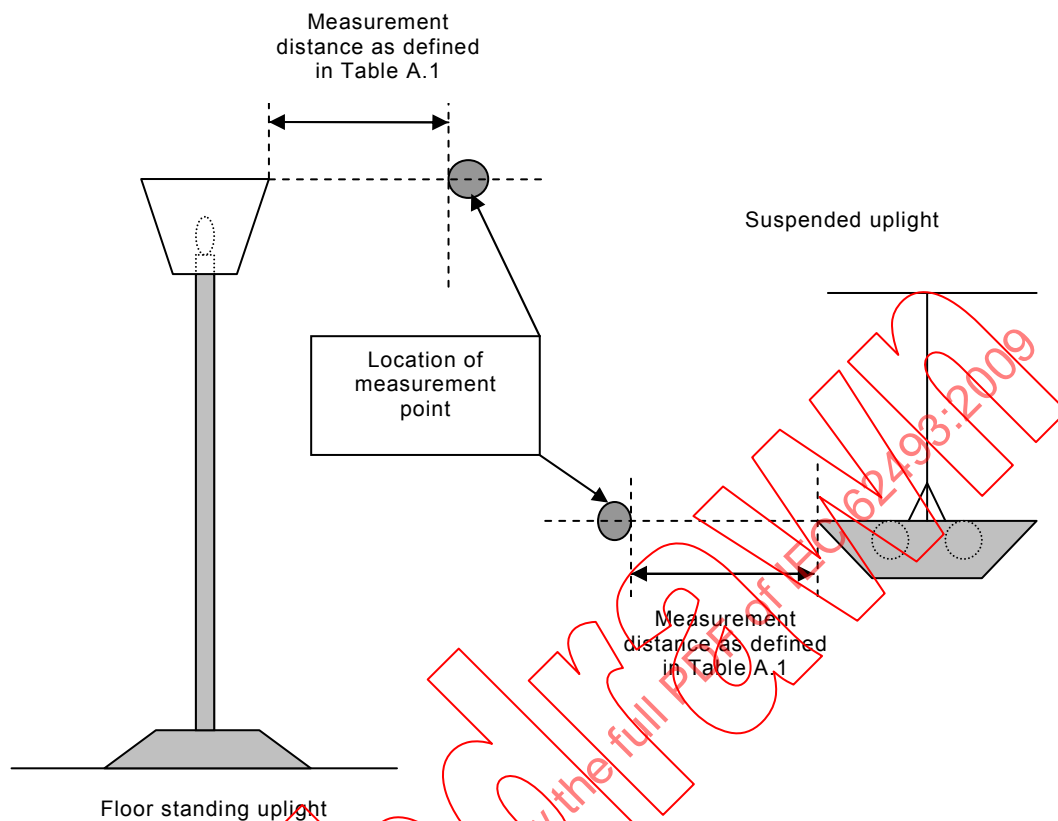
Figure B.2d – Location of measurement points for lighting equipment with a remote gear



IEC 2339/09

^a NOTE Length of cable 0,8 m unless defined otherwise in manufacturer's installation instructions.

Figure B.2e – Location of measurement point for an independent electronic converter



IEC 2340/09

^a NOTE In the case of linear fluorescent lamps the test-head is located perpendicular to the lamp(s) 15 cm from the end of the lamp(s).

Figure B.2f – Location of measurement point(s) for an up light (floorstanding/suspended)

Figure B.2 – Location of measurement test-head

Annex C (informative)

Exposure limits

C.1 General

The exposure limits given in this informative annex are for information only, do not comprise an exhaustive list and are valid only in certain regions of the world. It is the responsibility of users of this standard to ensure that they use the current version of the limit values specified by the applicable national authorities.

C.2 ICNIRP

Table C.1 – Basic restrictions (BR) for general public exposure to time varying electric and magnetic fields for frequencies up to 10 GHz

Frequency range	Current density (head and trunk) mA/m ² (rms)	Average SAR (whole body) W/kg	Localised SAR (head and trunk) W/kg	Localised SAR (limbs) W/kg
Up to 1 Hz	8			
1 Hz – 4 Hz	8/ <i>f</i>			
4 Hz – 1 000 Hz	2			
1 kHz – 100 kHz	<i>f</i> /500			
100 kHz – 10 MHz	<i>f</i> /500	0,08	2	4
10 MHz – 10 GHz		0,08	2	4
NOTE <i>f</i> is the frequency in Hertz.				

C.3 IEEE

Table C.2 – IEEE Basic Restrictions (BR) for the general public

		Action level ^a			Persons in controlled environments		
Exposed tissue	f_e (Hz)	E_0	(rms)	(V/m)	E_0	(rms)	(V/m)
Brain	20	5,89 x 10 ⁻³			1.77 x 10 ⁻²		
Heart	167	0,943			0,943		
Extremities	3 350	2,10			2,10		
Other tissues	3 350	0,701			2,10		
E_0 is the rheobase in situ field. f_e is the frequency parameter.							
^a Within this frequency range the term “action level” is equivalent to the term “general public” in IEEE Std C95.6-2002.							

NOTE Entries in Table 2 and elsewhere in this standard are sometimes given to three significant digits. This degree of precision is provided so that the reader can follow the various derivations and relationships presented in this standard, and does not imply that the numerical quantities are known to that precision.

Table C.3 – IEEE Basic Restrictions (BR) between 100 kHz and 3 GHz for the general public

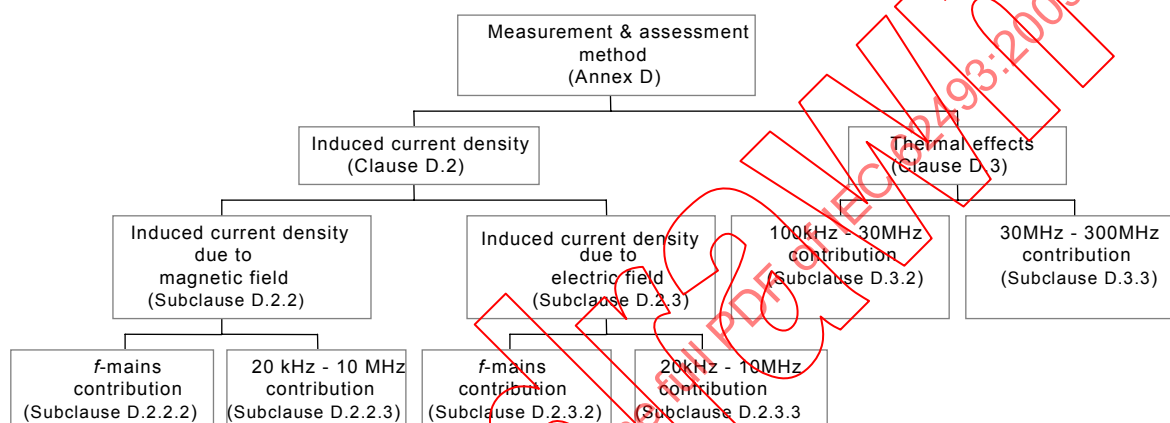
		Action level ^a SAR ^b (W/kg)	Persons in controlled environments SAR ^c (W/kg)
Whole-body exposure	Whole-Body Average (WBA)	0,08	0,4
Localized exposure	Localized (peak spatial-average)	2 ^c	10 ^c
Localized exposure	Extremities ^d and pinnae	4 ^c	20 ^c
^a BR for the general public when an RF safety program is unavailable. ^b SAR is averaged over the appropriate averaging times. ^c Averaged over any 10 g of tissue (defined as a tissue volume in the shape of a cube –the volume of the cube is approximately 10 cm ³). ^d The extremities are the arms and legs distal from the elbows and knees, respectively.			

Annex D (informative)

Rational measurement and assessment method

D.1 General

The ICNIRP and IEEE based exposure compliance measurement and assessment method, given in this annex (see Figure D.1), consists of an evaluation of the induced current (see Clause D.2) and the thermal effects (see Clause D.3).



IEC 2341/09

Figure D.1 – Overview measurement and assessment method

D.2 Induced current density

D.2.1 General

Based on the basic restrictions, the induced current density in a (dummy) person shall meet the requirement of Equation (D.1):

$$\sum_{f_i = 1\text{Hz}}^{10\text{ MHz}} \frac{J(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.1})$$

with:

$J(f_i, d)$ is the current density at frequency i and at a measurement distance d according to Annex A;

$J_{\text{Lim}}(f_i)$ is the current density basic restriction at frequency i , of Table C.1

The induced current density in the (dummy) person can be caused by:

- eddy currents in the (dummy) person due to the magnetic field of lighting equipment under test, as described in this clause.
- capacitive currents from lighting equipment under test to the (dummy) person due to the electric field, as described in Clause D.3.

So Equation (D.1) can be rewritten in Equation (D.2):

$$\sum_{f_i=1\text{ Hz}}^{10\text{ MHz}} \frac{J_{\text{eddy}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=1\text{ Hz}}^{10\text{ MHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.2})$$

where

$J_{\text{eddy}}(f_i, d)$ is the current density due to the magnetic field at frequency i and at a distance d according to Annex A

$J_{\text{cap}}(f_i, d)$ is the current density due to the electric field at frequency i and at a distance d according to Annex A

The frequencies for the power converters in the lighting equipment are higher than 20 kHz in order to avoid audible noise and infrared interference. With this knowledge Equation (D.2) can be rewritten into Equation (D.3):

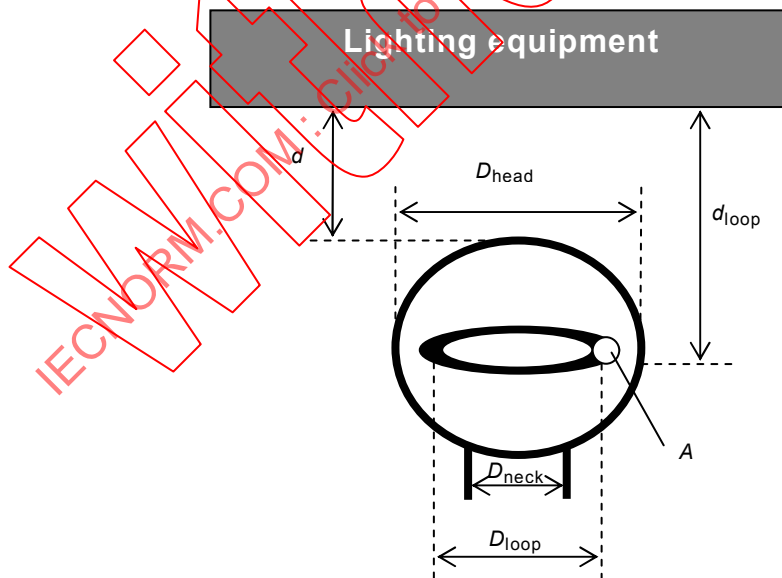
$$\sum_{f_i=1\text{ Hz}}^{20\text{ kHz}} \frac{J_{\text{eddy}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=20\text{ kHz}}^{10\text{ MHz}} \frac{J_{\text{eddy}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=1\text{ Hz}}^{20\text{ kHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=20\text{ kHz}}^{10\text{ MHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.3})$$

The mains frequency of 50 Hz or 60 Hz is the only relevant frequency component in the frequency area of 1 Hz to 20 kHz. Therefore Equation (D.3) can be rewritten in Equation (D.4)

$$\frac{J_{\text{eddy}}(f_{\text{mains}}, d)}{J_{\text{Lim}}(f_{\text{mains}})} + \sum_{f_i=20\text{ kHz}}^{10\text{ MHz}} \frac{J_{\text{eddy}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \frac{J_{\text{cap}}(f_{\text{mains}}, d)}{J_{\text{Lim}}(f_{\text{mains}})} + \sum_{f_i=20\text{ kHz}}^{10\text{ MHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.4})$$

D.2.2 Induced current density due to the magnetic field; $J_{\text{eddy}}(f_i, d_{\text{loop}})$

D.2.2.1 General



IEC 2342/09

Figure D.2 – Distances of the head, loop and measurement set-up

The induced voltage in a loop in the head (see Figure D.2) due to the magnetic field can be calculated by Equation (D.5)

$$V_{\text{ind}}(f_i, d_{\text{loop}}) = \frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{loop}}^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_i \cdot B(f_i, d_{\text{loop}}) \quad (\text{D.5})$$

where

$V_{\text{ind}}(f_i, d_{\text{loop}})$ is the induced voltage in a loop in the head at frequency f_i and at a distance d_{loop} ;

D_{loop} is the diameter of the loop in the head;

$B(f_i, d_{\text{loop}})$ is the magnetic B-field at frequency f_i and at a distance d_{loop} .

The induced current in the loop of the head due to the magnetic field can be calculated by Equation (D.6)

$$I_{\text{eddy}}(f_i, d_{\text{loop}}) = \frac{V_{\text{ind}}(f_i, d_{\text{loop}})}{\frac{\pi \cdot D_{\text{loop}}}{A \cdot \sigma(f_i)}} \quad (\text{D.6})$$

where

$I_{\text{eddy}}(f_i, d_{\text{loop}})$ is the induced current in a loop of the head due to the magnetic field at frequency f_i and at a distance d_{loop} ;

A is the “wire” area of the loop in the head;

$\sigma(f_i)$ is the conductivity of the loop in the head at frequency f_i .

Finally, the current density in the loop of the head due to the magnetic field, at a certain frequency f_i and distance d_{loop} , can be calculated by Equation (D.7)

$$J_{\text{eddy}}(f_i, d_{\text{loop}}) = \frac{I_{\text{eddy}}(f_i, d_{\text{loop}})}{A_{\text{loop}}} = \frac{D_{\text{loop}} \cdot \sigma(f_i) \cdot \pi \cdot f_i \cdot B(f_i, d_{\text{loop}})}{2} \quad (\text{D.7})$$

D.2.2.2 The f_{mains} contribution of the induced current density due to the magnetic field:

The measured B-field at the mains frequency and at a distance $d = 0,3$ m from the lighting equipment is approximately 60 nT. With $\sigma(f_{\text{mains}}) \leq 0,09$ (brains value according to Table C.1 of IEC 62311) and $D_{\text{loop}} = D_{\text{head}} = 0,21$ m the following data can be calculated (see Table D.1):

Table D.1 – Induced current density calculations

$f_i = f_{\text{mains}}$ [Hz]	$J_{\text{eddy}}(f_i, d)$ [nA/m ²] @ f_{mains} and $d = 0,3$ m	$J_{\text{Lim}}(f_i)$ [mA/m ²] @ f_{mains}	$\frac{J_{\text{eddy}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)}$ @ f_{mains} and $d = 0,3$ m
50	89,1	2	45×10^{-6}
60	107	2	53×10^{-6}

It can be concluded that the current density contribution in the loop of the head due to the magnetic field at the mains frequency and a measurement distance of $d = 0,3$ m can be neglected.

D.2.2.3 The 20 kHz to 10 MHz contribution of the induced current density due to the magnetic field

The worst-case contribution of the current density in the loop of the head due to the magnetic field in the frequency area from 20 kHz to 10 MHz and at a measurement distance d can be determined by using the radiated magnetic emissions of CISPR 15. According to CISPR 15 the maximum current at the frequency f_i in the 2 m Large Loop Antenna (LLA) is given by Figure 3.

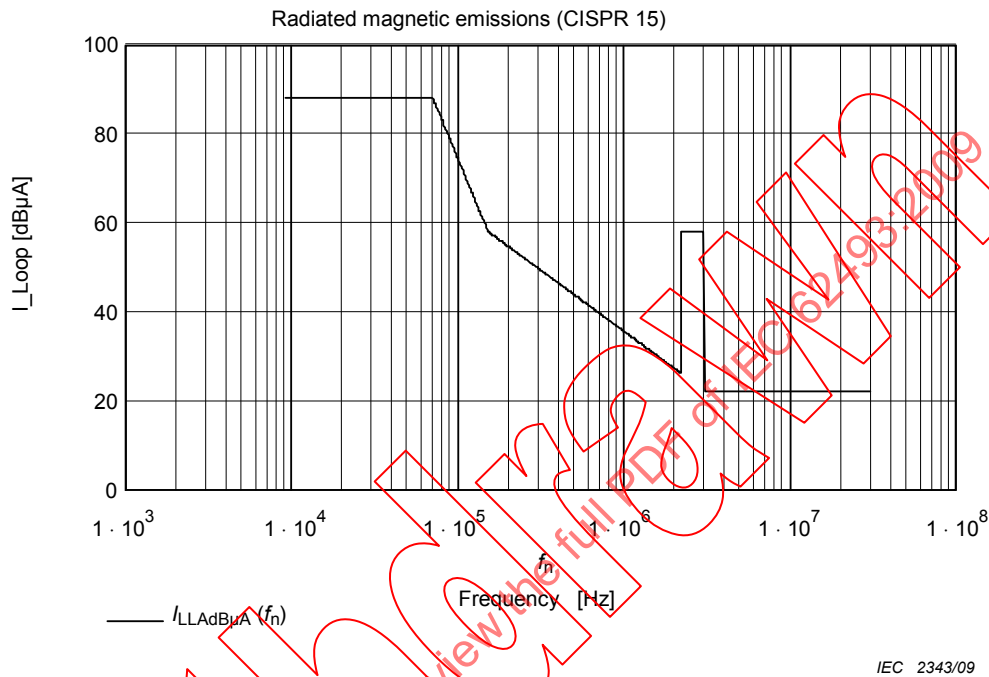


Figure D.3 – Maximum current in the 2 meter LLA as function of the frequency

The maximum current at the frequency f_i in the 2 m LLA of Figure D.3 can be converted to the maximum B-field at the frequency f_i and at an arbitrary distance d .

The conversion can be explained as follows:

A virtual magnetic dipole with area A_{dipole} located at the centre of the 2 m LLA has a mutual inductance to the 2 m LLA of:

$$M = \frac{\mu_0 \cdot A_{\text{dipole}}}{D_{\text{LLA}}} \quad (\text{D.8})$$

where

M is the mutual inductance between the virtual magnetic dipole and the 2 m LLA;

A_{dipole} is the area of the virtual magnetic dipole;

D_{LLA} is the diameter of the 2 m LLA and equals 2 m.

The virtual magnetic dipole momentum is $I_{\text{dipole}}(f_i) \cdot A_{\text{dipole}}$

where $I_{\text{dipole}}(f_i)$ is a virtual current at frequency f_i in the virtual magnetic dipole.

The induced voltage in the LLA is:

$$V_{\text{ind}}(f_i) = 2 \cdot \pi \cdot f_i \cdot M \cdot I_{\text{dipole}}(f_i) \quad (\text{D.9})$$

The current in the LLA is:

$$I_{\text{LLA}}(f_i) = \frac{V_{\text{ind}}(f_i)}{2 \cdot \pi \cdot f_i \cdot L_{\text{LLA}}} = \frac{\mu_0 \cdot I_{\text{dipole}}(f_i) \cdot A_{\text{dipole}}}{L_{\text{LLA}} D_{\text{LLA}}} \quad (\text{D.10})$$

where L_{LLA} is the inductance of the 2 m LLA and equals 9,65 μH

So, from the limit set to the current in the LLA, the virtual magnetic dipole momentum $I_{\text{dipole}}(f_i)$ A_{dipole} can be calculated. From this virtual magnetic dipole momentum the H-field strength in the direction where it is maxima can be calculated. The calculations are made up to 10 MHz, so the smallest wavelength is 30 m and the transition between near field and far field is at $30/2 \pi = 4,8$ m. For EMF we are interested in the induced current density at a smaller distance, so all calculations are based on the near field condition where $H \sim 1/d$. The maximum field strength at distance d_{loop} can be expressed as:

$$H(f_i, d_{\text{loop}}) = \frac{I_{\text{dipole}}(f_i) \cdot A_{\text{dipole}}}{2 \cdot \pi \cdot d_{\text{loop}}^3} \quad (\text{D.11})$$

with: $d_{\text{loop}} = d + D_{\text{head}}/2$

From this the maximum B-field at the frequency f_i and an arbitrary distance d_{loop} is defined as:

$$B(f_i, d_{\text{loop}}) = \frac{I_{\text{LLA}}(f_i) \cdot L_{\text{LLA}} \cdot D_{\text{LLA}}}{2 \cdot \pi \cdot d_{\text{loop}}^3} \quad (\text{D.12})$$

In the worst case the B-fields in the x-, y- and z-direction all meet this maximum value. The resulting B-field can be calculated by Equation (D.13):

$$B(f_i, d_{\text{loop}}) = \frac{I_{\text{LLA}}(f_i) \cdot L_{\text{LLA}} \cdot D_{\text{LLA}} \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot \pi \cdot d_{\text{loop}}^3} \quad (\text{D.13})$$

Equation (D.7) can now be rewritten in Equation (D.14):

$$J_{\text{eddy}}(f_i, d_{\text{loop}}) = \frac{D_{\text{loop}} \cdot \sigma(f_i) \cdot \pi \cdot f_i}{2} \cdot \frac{I_{\text{LLA}}(f_i) \cdot L_{\text{LLA}} \cdot D_{\text{LLA}} \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot \pi \cdot d_{\text{loop}}^3} \quad (\text{D.14})$$

The worst-case contribution of the current density in the loop of the head due to the magnetic field in the frequency area from 20 kHz to 10 MHz and at a distance $d = 0,3$ m can now be calculated by:

$$\sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{eddy}}(f_i, d_{\text{loop}})}{J_{\text{Lim}}(f_i)}$$

and the result should be $\leq 0,15$

Conclusion:

If lighting equipment complies with CISPR 15, Equation (D.4) can be simplified in Equation (D.15):

$$\frac{J_{\text{cap}}(f_{\text{mains}}, d)}{J_{\text{Lim}}(f_{\text{mains}})} + \sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 0,85 \quad (\text{D.15})$$

D.2.3 Induced current density due to the electric field; $J_{\text{cap}}(f_i, d)$

D.2.3.1 General

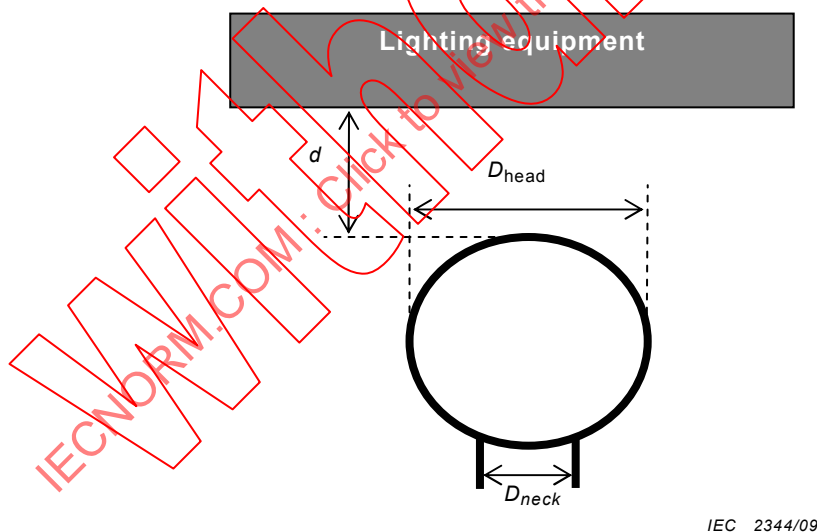
The contribution of the capacitive current to the induced current density is measured by using a dummy person near the lighting equipment at a measurement distance d ; according to Table A.1 and a position according to Annex B. The dummy person used is the homogenous body model as described in Figure C.3 of IEC 62311.

It is assumed that the head of the dummy person is closest to the lighting equipment and the maximum current density occurs in the neck. Therefore only the head (a metalized sphere with an outside diameter of $D_{\text{head}} = 210 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$) is used as a “current-test-head”. The diameter of the neck $D_{\text{neck}} = 110 \text{ mm}$, is used in the calculations of the current density. Details of the “current-test-head” called “Van der Hoofden” test-head can be found in paragraph 5.4.

NOTE The current density in the neck is homogenous since the skin effect up to 10 MHz can be neglected.

D.2.3.2 The f_{mains} contribution of the induced current density due to the electric field

The contribution of the mains to the induced current density will be calculated based on the following worst-case construction: Lighting equipment is a large plate at V_{mains} with respect to ground (see Figure D.4).



IEC 2344/09

Figure D.4 – Distances of the head and measurement set-up

The parasitic capacitance between a large plate and a sphere can be calculated with the formulas from W.R. Smythe, *Static and Dynamic Electricity*, McGraw-Hill, 1950 [3] (see Figure D.5):

$$\alpha = \cosh^{-1} \left[2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot d}{D_{\text{head}}} \right)^2 - 1 \right] \quad (\text{D.16})$$

$$C_{\text{Sphere_Plate}} = 2 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{D_{\text{head}}^2}{2 \cdot d + D_{\text{head}}} \cdot \sinh(\alpha) \cdot \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{n=1}^N \frac{1}{\sinh(n \cdot \alpha)} \quad (\text{D.17})$$

NOTE In most practical situations $N = 50$ is sufficient

With $d = 0,3 \text{ m}$: $C_{\text{sphere_plate}} = 3 \text{ pF}$

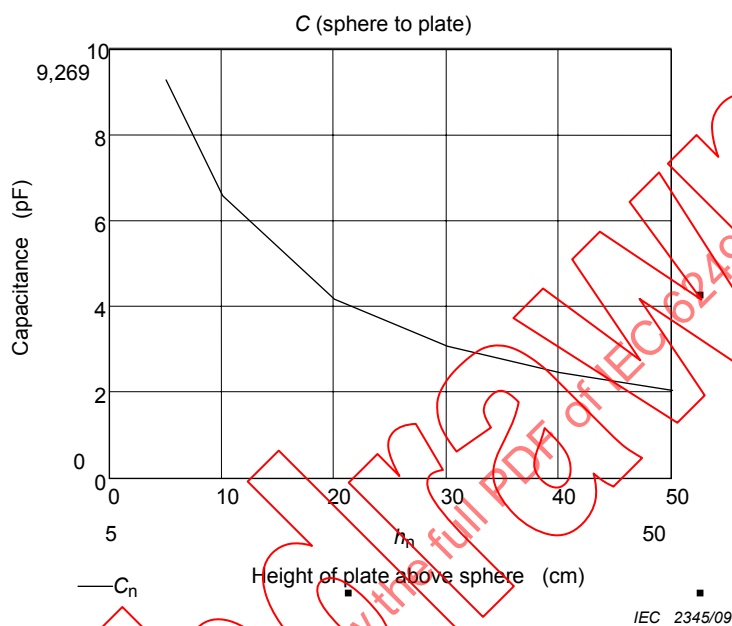


Figure D.5 – Plot of Equations (D.16) and (D.17)

The current density in the neck, caused by the mains can be calculated by Equation (D.18).

$$J_{\text{cap}}(f_{\text{mains}}, d) = \frac{U_{\text{mains}} \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_{\text{mains}} \cdot C}{\frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{neck}}^2} = 661 \cdot 10^6 \cdot U_{\text{mains}} \cdot f_{\text{mains}} \cdot C \quad (\text{D.18})$$

Calculations of the most common main contributions are given in Table D.2.

Table D.2 – Calculation main contributions

$U_{\text{mains}} [\text{V}]$	$f_{\text{mains}} [\text{Hz}]$	$J_{\text{cap}}(f_{\text{mains}}, d) [\mu\text{A}/\text{m}^2]$ @ f_{mains} and $d = 0,3 \text{ m}$	$J_{\text{Lim}}(f_{\text{mains}}) [\text{mA}/\text{m}^2]$	$\frac{J_{\text{cap}}(f_{\text{mains}}, d)}{J_{\text{Lim}}(f_{\text{mains}})}$ @ f_{mains} and $d=0,3 \text{ m}$
230	50	22,8	2	0,011
120	60	14,6	2	0,007
277	60	33,6	2	0,017

The calculation results, as depicted in the last column of Table D.2, show that the contribution of the mains can be neglected and Equation (D.15) can be simplified to Equation (D.19)

$$\sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 0,85 \quad (\text{D.19})$$

D.2.3.3 The 20 kHz to 10 MHz contribution of the induced current density due to the electric field:

The contribution of the capacitive current to the induced current density in the frequency range 20 kHz to 10 MHz has to be measured with an EMI-receiver according to Figure 3 and Equation (D.19).

The frequency step of the summation is determined by using CISPR 16-1-1. According to CISPR 16-1-1, the IF-filter of the receiver has the transfer function of Equation (D.20):

$$H(f) := \left[\frac{2}{1 + \left(1 + j \cdot \frac{f}{B_6} \cdot 2\sqrt{2} \right)^2} \right]^2 \quad (\text{D.20})$$

NOTE B_6 is the 6 dB bandwidth as specified in CISPR 16-1-1.

The modulus of Equation (D.20) is expressed by Equation (D.21).

$$|H(f)| := \frac{1}{4 \left(1 + \left(\frac{2f}{B_6} \right)^2 \right)} \quad (\text{D.21})$$

The frequency step for the amplitude addition is defined by Equation (D.22):

$$f_{\text{step_ampl}} = \int_{-\infty}^{\infty} |H(f)| \cdot df \quad (\text{D.22})$$

Solving Equation (D.22) results in a frequency step for the amplitude addition that equals 1,11 times B_6 , see Table D.3.

Table D.3 – Frequency steps for the amplitude addition that equals 1,11 times B_6 .

Frequency range	B_6 according to CISPR 16-1-1	$f_{\text{step_ampl}}$
20 kHz – 150 kHz	200 Hz	220 Hz
150 kHz – 10 MHz	9 kHz	10 kHz

Equation (D.19) can be rewritten in Equation (D.23);

$$\sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{150 \text{ kHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=150 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{cap}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 0,85 \quad (\text{D.23})$$

Step = 220 Hz Step = 10 kHz

A practical measurement and assessment method to evaluate Equation (D.23) is given in Annex E.

D.3 Thermal effects from 100 kHz to 300 GHz

D.3.1 General

The thermal effects are deemed to comply if the power of radiated emissions ≤ 20 mW according to ICNIRP. In this paragraph it will be shown that the power of the radiated emissions ≤ 20 mW for any lighting equipment that complies with CISPR 15.

The proof that the radiated power is ≤ 20 mW starts with Equation (D.24):

$$P_{\text{rad,max}} = \sum_{100 \text{ kHz}}^{300 \text{ MHz}} P_{\text{rad,max}}(f_i) = \sum_{100 \text{ kHz}}^{30 \text{ MHz}} P_{\text{rad,max}}(f_i) + \sum_{30 \text{ MHz}}^{300 \text{ MHz}} P_{\text{rad,max}}(f_i) \quad (\text{D.24})$$

The frequency step of the summation is determined by using CISPR 16-1-1 as explained in subclause D.2.3.3.

The frequency step for the power addition can be defined by Equation (D.25):

$$f_{\text{step_power}} = \int_{-\infty}^{\infty} |H(f)|^2 \cdot df \quad (\text{D.25})$$

Solving Equation (D.25) results in a frequency step for the power addition that equals 0,833 times B_6 , see Table D.4.

Table D.4 – Frequency steps for the power addition that equals 0,833 times B_6

Frequency range	B_6 according to CISPR 16-1-1	$f_{\text{step_power}}$
100 kHz – 150 kHz	200 Hz	167 Hz
150 kHz – 30 MHz	9 kHz	7,5 kHz
30 MHz – 300 MHz	120 kHz	100 kHz

D.3.2 The 100 kHz to 30 MHz contribution to the thermal effects:

The maximum terminal voltage (TV) of the conducted emission is set by CISPR 15:2005. The radiated emission is maximum if this TV is caused by common-mode-current only and if the mains cord acts as a half wavelength dipole at any frequency. From a half wavelength dipole it is known that the impedance for radiation is 73Ω . From this the maximum radiated power in this frequency range can be calculated by using Equation (D.26).

$$P_{\text{rad,max}}(100 \text{ kHz to } 30 \text{ MHz}) = \sum_{100 \text{ kHz}}^{30 \text{ MHz}} I_{\text{cm}}^2(f_i) \cdot 73 \quad (\text{D.26})$$

where

$P_{\text{rad,max}}(100 \text{ kHz to } 30 \text{ MHz})$ is the maximum radiated power [W] between 100 kHz to 30 MHz;

$I_{\text{cm}}(f_i)$ is the common mode current [A] at frequency i .

By using Kirchhof's law, Equation (D.26) can be rewritten into Equation (D.27):

$$P_{\text{rad,max}} (100 \text{ kHz to } 30 \text{ MHz}) = \sum_{f_i=100 \text{ kHz}}^{150 \text{ kHz}} \left(\frac{TV_{\text{lim}}(f_i)}{50 \sqrt{2}} \right)^2 \cdot 73 + \sum_{f_i=150 \text{ kHz}}^{30 \text{ MHz}} \left(\frac{TV_{\text{lim}}(f_i)}{50 \sqrt{2}} \right)^2 \cdot 73$$

Step = 167 Hz Step = 7,5 kHz

(D.27)

with:

$TV_{\text{lim}}(f_i)$ = Terminal Voltage limits according to CISPR 15 at frequency i

Solving Equation (D.27) results in:

$$P_{\text{rad,max}} (100 \text{ kHz to } 30 \text{ MHz}) \leq 5,98 [\text{mW}]$$

D.3.3 The 30 MHz to 300 MHz contribution to the thermal effects:

The lighting equipment complies with the radiated emissions requirements according to CISPR 15. Worst case, at any frequency the lighting equipment radiates as a half wave dipole. The maximum radiated power in the main direction of the field is given by Equation (D.28):

$$P_{\text{rad,max}} (30 \text{ to } 300 \text{ MHz}) = \sum_{f_i=30 \text{ MHz}}^{300 \text{ MHz}} \left(\frac{r \cdot E_{\text{lim}}(f_i, r)}{7} \right)^2$$

Step = 100 kHz

(D.28)

where:

$E_{\text{lim}}(f_i, r)$: limit of the E-field [V/m] at frequency f_i

According to CISPR 15 the field strength limits are:

Table D.5 – Field strength limits according to CISPR 15:2005 (as amended by its Amendment 1 (2006))

Freq. range [MHz]	E(lim) [dBμV/m]	E(lim) [μV/m]	r [m]
30 - 230	30	31,6	30
230 – 1000	37	70,8	30

Solving Equation (D.28) results in:

$$P_{\text{rad,max}} (30 \text{ MHz to } 300 \text{ MHz}) \leq 0,10 [\text{mW}]$$

Conclusion:

Any lighting equipment that complies with CISPR 15 is deemed to comply with the thermal effects requirements according to ICNIRP and IEEE.

Annex E (normative)

Practical measurement and assessment method

E.1 Measurement of current density

The current density has to be measured from 20 kHz to 10 MHz according to subclause 5.2.

This annex describes an example based on an EMI receiver that generates output data in a matrix where the frequency [MHz] is stored in column 0 and the measured voltage [dBμV] in column 1. This data output has to be processed by the calculation program of Article E.2.

E.2 Calculation program

The measured data is a matrix with the frequency f_n [MHz] stored in column 0 and the measured voltage $V(f_n)$ [dBμV] in column 1.

The measured voltage $V(f_n)$ [dBμV] of column 1 has to be transferred into $V(f_n)$ [V], using Equation (E.1).

$$V(f_n)[V] = 10^{\frac{V(f_n)[dB\mu V]}{20}} \cdot 10^{-6} \quad (E.1)$$

The voltage $V(f_n)$ [V] has to be transferred into a current $I_{cap}(f_n)$ [A], using the transfer function $g(f_n)$ [V/A], determined by the protection network of paragraph 5.4, is given in Equation (E.2)

$$g(f_n) = \frac{V(f_n)}{I_{cap}(f_n)} = \frac{50}{\sqrt{1 + (4\pi \cdot f_n)^2}} \quad (E.2)$$

The current density $J_{cap}(f_n)$ [A/m²] is given by Equation (E.3)

$$J_{cap}(f_n) = \frac{V(f_n)}{g(f_n) \cdot A_{neck}} \quad (E.3)$$

$$\text{with: } A_{neck} = \frac{\pi}{4} \cdot 0,11^2$$

The current density $J_{cap}(f_n)$ has to be rated with the limit value $J_{Lim}(f_n)$ and has to be summated to determine the factor F , as given by Equation (E.4)

$$F = \sum_{f=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{cap}(f_n)}{J_{Lim}(f_n)} \quad (E.4)$$

$$\text{with: } J_{Lim}(f_n) = \frac{f_n}{500} \cdot 10^{-3} \text{ and } f_n \text{ in Hz}$$

Step size is defined in Table 2.

E.3 Compliance criteria:

Lighting equipment, as described in the scope, complies with this standard if it fulfils the following requirements:

- CISPR 15:2005:
 - § 4.3.1: Disturbance voltage mains terminals in the frequency range from 20 kHz to 30 MHz;
 - § 4.4: Radiated electromagnetic disturbances in the frequency range from 100 kHz to 30 MHz;
- CISPR 15:2005, Amendment 1 (2006):
 - § 4.4.2: Radiated electromagnetic disturbances in the frequency range from 30 MHz to 300 MHz;
- the measured (weighted and summarized) induced current density due to the electric field in the frequency range 20 kHz to 10 MHz does not exceed the factor (F) 0,85 as defined in Annex D.

Annex F (normative)

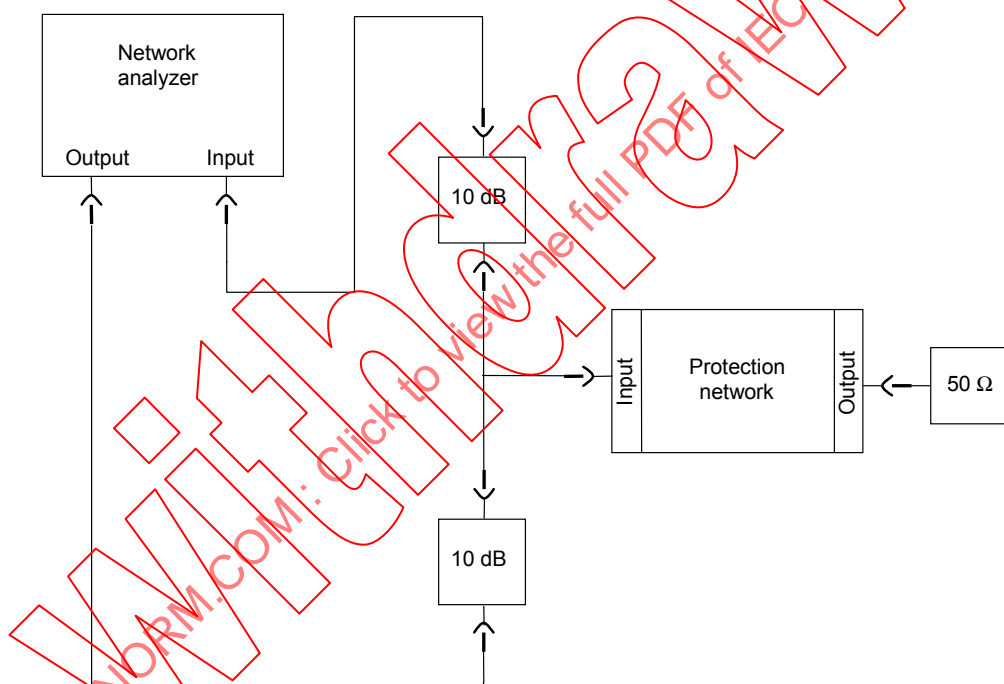
Protection network

F.1 Calibration of the protection network

The calibration shall be done in a similar way to the calibration of an artificial mains network (V-Network) as described in CISPR 16-1-2.

The input and output port of the protection network are not matched to the $50\ \Omega$ characteristic impedance of the network analyzer (NWA). Because of that property the calibration shall be done in the following two steps:

Step 1:

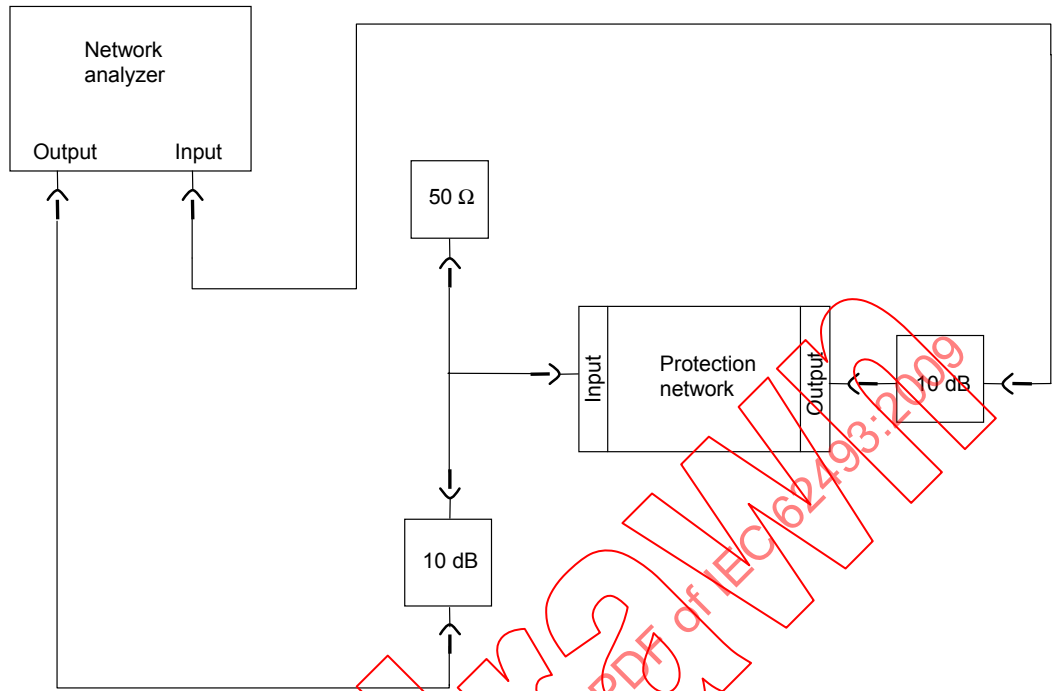


IEC 2346/09

Figure F.1 – Test set-up for normalization of the network analyzer

After the network analyzer is calibrated with the test set-up shown in Figure F.1, the circuit has to be changed into the new configuration shown in Figure F.2.

Step 2.



IEC 2347/09

Figure F.2 – Test set-up for measurement of the voltage division factor using a network analyzer

After the transfer function is measured with the network analyzer, it has to be compared with the theoretical characteristic.

F.2 Calculation of the theoretical characteristic of the protection network

The transfer function given in Equation (1) in paragraph 5.4 cannot be used for the calibration. Therefore the calculation of the theoretical characteristic is given here.

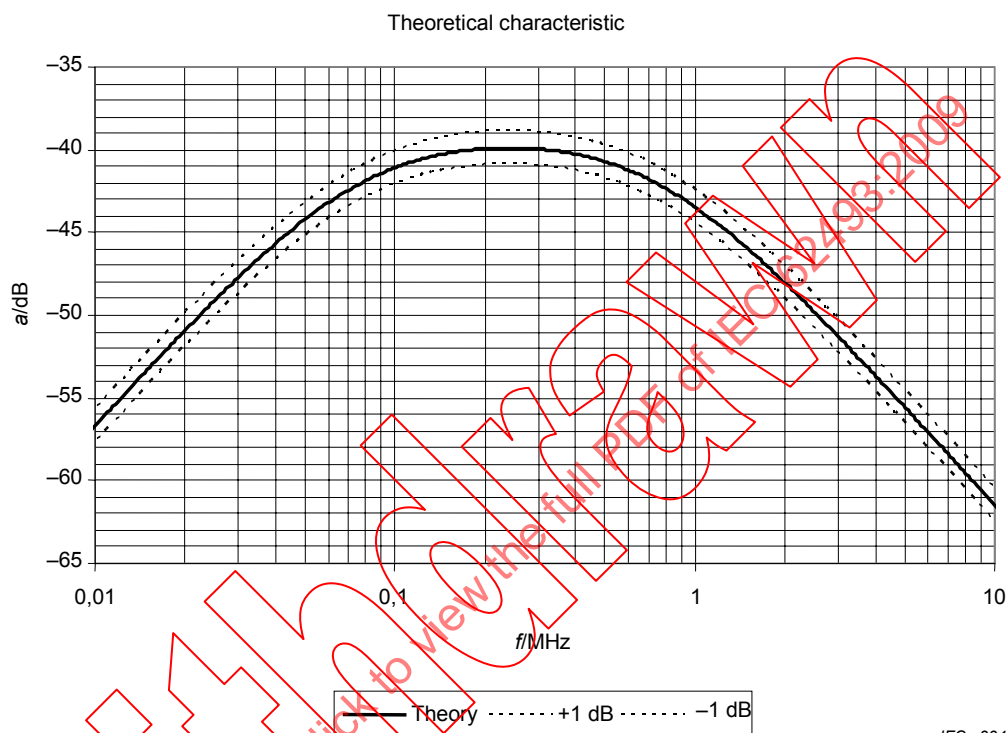
The theory transfer function (see Figure F.3) of the protection network for calibration with a network analyzer is given by Equation(F.1). All values except the R_{NWA} (the input impedance R_{NWA} of the network analyzer is typically 50 Ω) can be taken from Figure 2.

$$a(f) = 20 \cdot \log \left(\frac{|V_{out}(f)|}{|V_{in}(f)|} \right) \quad (F.1)$$

$$R_{2NWA} = R_2 + R_{NWA} \quad (F.2)$$

$$|V_{out}(f)| = \frac{1}{4} \sqrt{\left(\frac{R_{2NWA}}{1 + (\omega C_2 R_{2NWA})^2} \right)^2 + \left(\frac{\omega C_2 R_{2NWA}^2}{1 + (\omega C_2 R_{2NWA})^2} \right)^2} \quad (F.3)$$

$$|V_{in}(f)| = \sqrt{\left(R_1 + \frac{R_{2NWA}}{1 + (\omega C_2 R_{2NWA})^2} \right)^2 + \left(\frac{\omega C_2 R_{2NWA}^2}{1 + (\omega C_2 R_{2NWA})^2} + \frac{1}{\omega C_1} \right)^2} \quad (F.4)$$



IEC 2348/09

The maximum allowed deviation in the picture is set to ± 1 dB.

Figure F.3 – Calculated theoretical characteristic for the calibration of the protection network

Measurement instrumentation uncertainty

The measured V is calculated to:

$$V = V_r + L_C + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{pf} + \delta M + \delta g + \delta D + \delta d + \delta l$$

Table G.1 – Uncertainty calculation for the measurement method described in Clause 6.4 in the frequency range from 20 kHz to 10 MHz

Input quantity	X_i	Uncertainty of x_i		$u(x_i)$	c_i	$c_i u(x_i)$
		dB	Probability distribution function	dB		dB
Receiver reading ¹⁾ a	V_r	$\pm 0,1$	$k = 1$	0,10	1	0,10
Attenuation: Protection network – receiver ²⁾	L_c	$\pm 0,1$	$k = 2$	0,05	1	0,05
Receiver corrections:						
Sine wave voltage ³⁾	δV_{sw}	$\pm 1,0$	$k = 2$	0,50	1	0,50
Pulse amplitude response ⁴⁾	δV_{pa}	$\pm 0,0$	Rectangular	0,00	1	0,00
Pulse repetition rate response ⁵⁾	δV_{pr}	$\pm 0,0$	Rectangular	0,00	1	0,00
Noise floor proximity ⁶⁾	δV_{nf}	$\pm 0,0$		0,00	1	0,00
Mismatch: Protection network – receiver ⁷⁾	δM	$\pm 0,085$	U-shaped	0,06	1	0,06
Transferfunction protection network ⁸⁾	δg	$\pm 1,0$	Rectangular	0,50	1	0,58
Distance between Test-head and DUT ⁹⁾	δD	- 0,367 / +0,352	$k = 1$	0,36	1	0,36
Diameter of the Testhead ¹⁰⁾	δd	-0,423 / +0,365	$k = 1$	0,39	1	0,39
Length of the ordinary cable ¹¹⁾	δl	$\pm 0,0$		0,00		0,00
Combined measurement uncertainty: $u_c =$					0,	
Expanded measurement uncertainty: $2 u_c (V) =$					$\pm 1,88$	

^a The figures in superscript refer to the comments listed in Table G.2.

Table G.2 – Comments and information to Table G.1

Comments	Reference to Annex A.5 of CISPR 16-4-2	Used data for calculations / statement
1) Random fluctuation of receiver reading	Note 1	CISPR 16-4-2:2003, Table A.1
2) Uncertainty of the cable loss measurement	Note 2	CISPR 16-4-2:2003, Table A.1
3) Uncertainty of the receiver sine wave correction	Note 4	CISPR 16-4-2:2003, Table A.1
4) Uncertainty of the receiver pulse amplitude response correction	-	Because there are only sine wave signals and their harmonics, the pulse amplitude response can be neglected.
5) Uncertainty of the receiver pulse repetition rate response correction	-	Because there are only sine wave signals and their harmonics, the pulse amplitude response can be neglected.
6) Uncertainty of the receiver noise floor influence	Note 6	CISPR 16-4-2:2003, Table A.1
7) Uncertainty of the mismatch between receiver and protection network	Note 7	CISPR 16-4-2:2003, Table A.1
8) Transfer function tolerance of the protection network. Specified as ± 1 dB of the theoretical curve.	-	-
9) Uncertainty due to the tolerance in the distance between the Test head and the device under test (DUT)	-	6.3 Measurement distance
10) Uncertainty of the production tolerance of test head	-	5.4 Measurement equipment requirements
11) Uncertainty of the cable length can be neglected	-	An experiment showed, that the mistake between 0,2 m and 2,5 m is less than 0,8 %. According to 6.4 (Measurement set-up) the length of the cable (0,3 m) can vary $\pm 0,03$ m. Because of that specification the mistake should be less than 0,2%.

Bibliography

- [1] ICNIRP, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys.* , 1998, vol. 41, no. 4, pp. 449-522
- [2] IEEE C95.6:2002, *IEEE Standard for Safety Levels With Respect to Human Exposure to Electromagnetic Fields, 0 to 3 kHz*
- [3] SMYTHE, W.R. *Static and Dynamic Electricity*. McGraw-Hill, 1950
- [4] IEC 61786:1998, *Measurement of low-frequency magnetic and electric fields with regard to exposure of human beings – Special requirements for instruments and guidance for measurements*

—

Withdawn

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62493:2009

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62493:2009

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	44
INTRODUCTION.....	46
1 Domaine d'application	47
2 Références normatives.....	47
3 Termes, définitions, grandeurs physiques et unités	48
3.1 Termes et définitions	48
3.2 Grandeurs physiques et unités	50
4 Limites	50
4.1 Généralités.....	50
4.2 Application des limites.....	50
4.3 Equipement d'éclairage considéré comme conforme sans essais	50
5 Exigences générales	51
5.1 Tension d'alimentation.....	51
5.2 Gamme de fréquences de mesure	51
5.3 Température ambiante	51
5.4 Exigences en matière d'équipement de mesure.....	51
5.5 Incertitude liée aux instruments de mesure.....	53
5.6 Rapport d'essai	53
5.7 Evaluation des résultats	53
6 Procédure de mesure	53
6.1 Généralités.....	53
6.2 Conditions de fonctionnement	54
6.3 Distance de mesure.....	54
6.4 Montage de mesure.....	54
6.5 Emplacement de la tête d'essai de mesure.....	56
6.6 Calcul des résultats.....	56
Annexe A (normative) Distances de mesure.....	57
Annexe B (informative) Emplacement de la tête d'essai de mesure.....	58
Annexe C (informative) Limites d'exposition.....	62
Annexe D (informative) Méthode d'évaluation et de mesure rationnelle.....	64
Annexe E (normative) Méthode d'évaluation et de mesure pratique	75
Annexe F (normative) Réseau de protection	77
Annexe G (informative) Incertitude liée à l'instrumentation de mesure	80
Bibliographie.....	82
Figure 1 – Tête d'essai « Van der Hoofden »	52
Figure 2 – Exemple de circuit de protection	52
Figure 3 – Montage de mesure	55
Figure B.1 – Montage de mesure type.....	58
Figure B.2a – Emplacement du point de mesure d'un équipement d'éclairage avec lampe(s) fluorescente(s) à deux culots (encastré, monté en surface ou sur poteau).....	58
Figure B.2b – Emplacement du point de mesure d'un équipement d'éclairage avec lampe(s) à culot unique (encastré, monté en surface ou sur poteau).....	59

Figure B.2c – Emplacement du ou des points de mesure d'un équipement d'éclairage avec lampe à culot unique (éclairage à 360°)	59
Figure B.2d – Emplacement des points de mesure d'un équipement d'éclairage muni d'un appareillage à distance	60
Figure B.2e – Emplacement du point de mesure d'un convertisseur électronique indépendant	60
Figure B.2f – Emplacement du ou des points de mesure d'un luminaire à éclairage dirigé vers le haut (au sol/suspendu)	61
Figure B.2 – Emplacement de la tête d'essai de mesure	61
Figure D.1 – Vue d'ensemble de la méthode d'évaluation et de mesure	64
Figure D.2 – Distances entre le montage de mesure et la tête d'une part, et la boucle d'autre part	65
Figure D.3 – Courant maximal dans la LLA de 2 mètres, en fonction de la fréquence	67
Figure D.4 – Distances entre la tête et le montage de mesure	69
Figure D.5 – Tracé des Équations (D.16) et (D.17)	70
Figure F.1 – Montage d'essai pour étalonner l'analyseur de réseau	77
Figure F.2 – Montage d'essai pour mesurer le facteur de division de la tension à l'aide d'un analyseur de réseau	78
Figure F.3 – Caractéristique théorique calculée pour l'étalonnage du réseau de protection	79
Tableau 1 – Grandeurs physiques et unités	50
Tableau 2 – Réglages du récepteur ou de l'analyseur de spectre	51
Tableau A.1 – Equipement d'éclairage et distances de mesure	57
Tableau C.1 – Restrictions fondamentales (BR) concernant l'exposition du grand public aux champs électriques et magnétiques à variation temporelle, pour des fréquences allant jusqu'à 10 GHz	62
Tableau C.2 – Restrictions fondamentales (BR) de l'IEEE pour le grand public	63
Tableau C.3 – Restrictions fondamentales (BR) de l'IEEE entre 100 kHz et 3 GHz pour le grand public	63
Tableau D.1 – Calculs de la densité du courant induit	66
Tableau D.2 – Calcul des contributions du secteur	70
Tableau D.3 – Pas en fréquence de l'addition d'amplitude qui est égal à 1,11 fois B_6	71
Tableau D.4 – Pas en fréquence de la somme de puissance qui est égal à 0,833 fois B_6	72
Tableau D.5 – Limites de l'intensité de champ selon la CISPR 15:2002 (modifiée par son Amendement 1 (2006))	73
Tableau G.1 – Calcul de l'incertitude pour la méthode de mesure décrite à l'Article 6.4 dans la gamme de fréquences comprise entre 20 kHz et 10 MHz	80
Tableau G.2 – Commentaires et informations relatifs au Tableau G.1	81

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉVALUATION D'UN ÉQUIPEMENT D'ÉCLAIRAGE RELATIVEMENT À L'EXPOSITION HUMAINE AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62493 a été établie par le comité d'études 34 de la CEI: Lampes et équipements associés.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
34/133/FDIS	34/137/RVD

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

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

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

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

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62493:2009

INTRODUCTION

La présente Norme internationale établit une méthode d'évaluation appropriée pour déterminer les champs électromagnétiques dans l'espace situé autour des équipements mentionnés dans le domaine d'application. Elle définit également les conditions de fonctionnement ainsi que les distances de mesure normalisées.

Cette norme est conçue pour évaluer, grâce à des mesures et/ou à des calculs, les champs électromagnétiques (EM) et leur effet potentiel sur le corps humain, en référence aux niveaux d'exposition du grand public, qui sont donnés dans l'ICNIRP:1998 [1]¹⁾, l'IEEE C95.1:2005 et l'IEEE C95.6:2002 [2]. Les niveaux d'exposition à respecter correspondent aux restrictions fondamentales (basés à la fois sur l'ICNIRP et l'IEEE).

NOTE 1 Les niveaux d'exposition (basés sur l'IEEE) ou les niveaux de référence (basés sur l'ICNIRP) maximaux autorisés ne sont pas utilisés.

En fonction des propriétés de fonctionnement de l'équipement d'éclairage, la gamme de fréquences des restrictions fondamentales applicables peut être limitée comme suit:

- densité du courant induit comprise entre 20 kHz et 10 MHz;
- débit d'absorption spécifique (SAR, en anglais *specific absorption rate*) compris entre 100 kHz et 300 MHz;
- densité de puissance en dehors du domaine d'application.

NOTE 2 Les fréquences de fonctionnement de l'équipement d'éclairage sont supérieures à 20 kHz, pour éviter les bruits audibles et les interférences infrarouges. Les contributions de fréquence au-delà de 300 MHz peuvent être négligées.

Cette norme n'a pas pour but de remplacer les définitions et procédures spécifiées dans les normes relatives à l'exposition, mais de compléter la procédure déjà spécifiée pour la conformité à l'exposition.

Les limites d'exposition indiquées dans l'Annexe C (informative) sont données pour information seulement; elles ne constituent pas une liste exhaustive et ne sont valables seulement que dans certaines régions du monde. Il est de la responsabilité des utilisateurs de cette norme de s'assurer qu'ils utilisent la version en cours des valeurs limites spécifiées par les autorités nationales concernées.

1) Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

ÉVALUATION D'UN ÉQUIPEMENT D'ÉCLAIRAGE RELATIVEMENT À L'EXPOSITION HUMAINE AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite de l'évaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques. L'évaluation comprend la densité du courant induit pour les fréquences comprises entre 20 kHz et 10 MHz et le débit d'absorption spécifique (SAR) pour les fréquences comprises entre 100 kHz et 300 MHz autour de l'équipement d'éclairage.

Sont inclus dans le domaine d'application de la présente norme:

- tous les équipements d'éclairage général ayant pour fonction principale de générer et/ou de répartir la lumière à des fins d'éclairage, et destinés à être raccordés soit à une alimentation électrique basse tension soit à une batterie, pour utilisation en intérieur et/ou en extérieur. Par équipement d'éclairage général, on entend tous les éclairages industriels, privés et publics;
- la partie éclairante permettant l'éclairage général d'un équipement multi-fonctions dont l'une des fonctions principales est d'éclairer;
- des organes auxiliaires indépendants, à utiliser exclusivement avec l'équipement d'éclairage.

Sont exclus du domaine d'application de la présente norme:

- les équipements d'éclairage des avions et des aéroports;
- les équipements d'éclairage des véhicules routiers (excepté l'éclairage des compartiments passagers dans les transports en commun);
- les équipements d'éclairage agricoles;
- les équipements d'éclairage des bateaux/navires;
- les photocopieurs, les projecteurs de documents;
- les appareils pour lesquels les exigences en matière de champs électromagnétiques sont formulées de manière explicite dans d'autres normes CEI.

NOTE Les méthodes décrites dans la présente norme ne sont pas adaptées pour comparer les champs de différents équipements d'éclairage.

La présente norme ne s'applique pas aux composants intégrés dans des luminaires, tels que les appareillages électroniques.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CISPR 15:2005²⁾, *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électriques d'éclairage et les appareils analogues*

Amendement 1 (2006)

Amendement 2 (2008)

CISPR 16-1-1, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques. Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*

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

CISPR 16-4-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure CEM*

CEI 62311:2007, *Evaluation des équipements électroniques et électriques en relation avec les restrictions d'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz – 300 GHz)*

IEEE Std C95.1-2005, *IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz*

3 Termes, définitions, grandeurs physiques et unités

Pour les besoins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent; les unités SI acceptées au niveau international sont utilisées dans l'ensemble de la norme.

3.1 Termes et définitions

3.1.1

restriction fondamentale (limitations fondamentales)

restrictions concernant l'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques à variation temporelle, basées sur des effets biologiques établis, et comprenant un facteur de sécurité. La restriction fondamentale correspond au niveau maximal qu'il convient de ne dépasser sous aucun prétexte

3.1.2

exposition

phénomène survenant lorsqu'une personne est sujette à des champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques ou à un courant de contact autres que ceux provenant des processus physiologiques dans le corps et d'autres phénomènes naturels

3.1.3

distance de mesure

distance entre l'équipement d'éclairage et la surface externe de la tête d'essai de mesure (voir Annexe A)

3.1.4

point de mesure

position et emplacement de la tête d'essai de mesure par rapport à l'équipement d'éclairage

²⁾ Il existe une édition consolidée 7.2 (2009), qui comprend la CISPR 15:2005 et ses Amendement 1 et Amendment 2.

3.1.5

appareillage de lampe

un ou plusieurs composants situés entre l'alimentation et une ou plusieurs lampes, qui peuvent servir à transformer la tension d'alimentation, limiter le courant de la (des) lampe(s) à la valeur requise, fournir une tension de démarrage et un courant de préchauffage, empêcher un démarrage à froid, corriger un facteur de puissance ou réduire les perturbations radioélectriques

3.1.6

appareillage de lampe intégré

appareillage de lampe généralement conçu pour être intégré à un luminaire, une caisse, une enveloppe ou un objet similaire, qui n'est pas destiné à être monté en dehors d'un luminaire, etc, sans précautions spéciales. Le compartiment de l'appareillage à la base d'un lampadaire routier est considéré comme une enveloppe

3.1.7

appareillage de lampe indépendant

appareillage de lampe composé d'un ou plusieurs éléments distincts, conçus de sorte qu'ils puissent être montés séparément en dehors d'un luminaire, avec une protection conforme au marquage de l'appareillage de lampe, mais sans enveloppe supplémentaire. Il peut se composer d'un appareillage de lampe intégré, logé dans une enveloppe adaptée qui assure une protection satisfaisante, conformément aux marquages de l'appareillage

3.1.8

appareillage de lampe intégral

appareillage de lampe qui constitue une partie non remplaçable d'un luminaire et ne pouvant être soumis à un essai séparément du luminaire

3.1.9

ballast

unité insérée entre l'alimentation et une ou plusieurs lampes à décharge qui, via l'inductance, la capacité, ou une combinaison des deux, sert principalement à limiter le courant de la ou des lampes à la valeur requise. Elle peut aussi comporter un transformateur de la tension d'alimentation, et des dispositifs qui permettent de fournir la tension d'amorçage et le courant de préchauffage

3.1.10

lampe à ballast intégré

unité qui peut être démontée sans être irrémédiablement endommagée, fournie avec un culot et intégrant une source de lumière et des éléments supplémentaires nécessaires pour le déclenchement et pour le bon fonctionnement de la source lumineuse

3.1.11

ballast électronique alimenté en courant continu

convertisseur de courant continu en courant alternatif utilisant des dispositifs à semi-conducteurs qui peuvent comprendre des éléments de stabilisation pour alimenter une ou plusieurs lampes fluorescentes

3.1.12

convertisseur électronique indépendant

appareillage de lampe composé d'un ou plusieurs éléments distincts, conçus de sorte qu'ils puissent être montés séparément en dehors d'un équipement d'éclairage, avec une protection conforme au marquage de l'appareillage de lampe, mais sans enveloppe supplémentaire. Il peut se composer d'un appareillage de lampe intégré, logé dans une enveloppe adaptée qui assure une protection satisfaisante, conformément aux marquages de l'appareillage

3.2 Grandeurs physiques et unités

Les grandeurs physiques et unités utilisées dans la présente norme sont données dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Grandeurs physiques et unités

Grandeur	Symbole	Unité	Dimension
Conductivité	σ	Siemens par mètre	S/m
Densité de courant	J	Ampère par mètre carré	A/m ²
Intensité de champ électrique	E	Volt par mètre	V/m
Fréquence	f	Herz	Hz
Intensité de champ magnétique	H	Ampère par mètre	A/m
Densité de flux magnétique	B	Tesla	T (Wb/m ² , Vs/m ²)
Puissance	P	Watt	W
Courant	I	Ampère	A

4 Limites

4.1 Généralités

Les restrictions fondamentales pour le grand public de l'IEEE C95.1:2005 ou l'ICNIRP:1998 s'appliquent, voir l'Annexe C.

4.2 Application des limites

L'équipement d'éclairage, comme décrit dans le domaine d'application, est conforme à la présente norme s'il remplit toutes les exigences suivantes:

- CISPR:2005:
 - § 4.3.1: Tension perturbatrice aux bornes d'alimentation dans la gamme de fréquences comprise entre 20 kHz et 30 MHz;
 - § 4.4: Perturbations électromagnétiques rayonnées dans la gamme de fréquences comprise entre 100 kHz et 30 MHz;
- CISPR 15:2005, Amendement 1 (2006):
 - § 4.4.2: Perturbations électromagnétiques rayonnées dans la gamme de fréquences comprise entre 30 MHz et 300 MHz;
- la densité du courant induit mesurée (évaluée et récapitulée) due au champ électrique dans la gamme de fréquences comprise entre 20 kHz et 10 MHz ne dépasse pas le facteur (F) 0,85, tel que défini à l'Annexe D.

4.3 Equipement d'éclairage considéré comme conforme sans essais

Les équipements d'éclairage sans appareillage électronique sont considérés comme conformes aux exigences de la présente norme sans essais.

Tous les types d'amorceurs, de starters, d'interrupteurs, de gradateurs (y compris les unités de contrôle de phase telles que les triacs, les GTOs) et de capteurs, ne sont pas considérés comme des appareillages électroniques.

5 Exigences générales

5.1 Tension d'alimentation

Les mesures doivent être effectuées dans une plage de $\pm 2\%$ de la tension d'alimentation assignée maximale. Les équipements qui peuvent être alimentés par du courant alternatif ou du courant continu doivent être mesurés depuis une alimentation c.a. à une fréquence unique.

5.2 Gamme de fréquences de mesure

La gamme de fréquences de mesure prise en compte s'étend de 20 kHz à 10 MHz (voir Annexe E).

5.3 Température ambiante

Les mesures doivent être effectuées dans une gamme de températures ambiantes comprise entre 15 °C et 25 °C.

5.4 Exigences en matière d'équipement de mesure

Un récepteur d'essai ou analyseur de spectre d'interférences électromagnétiques (EMI³, en anglais *Electromagnetic interference*) conforme à la CISPR 16-1-1 est exigé, avec les réglages donnés au Tableau 2:

Tableau 2 – Réglages du récepteur ou de l'analyseur de spectre

Gamme de fréquences	B ₆ conformément à la CISPR 16-1-1	Durée de mesure	f _{pas}	Détecteur
20 kHz – 150 kHz	200 Hz	100 ms	220 Hz	De crête
150 kHz – 10 MHz	9 kHz	20 ms	10 kHz	De crête

Une tête d'essai « Van der Hoofden », comme illustrée sur la Figure 1, se compose d'une sphère conductrice avec un diamètre extérieur de $D_{\text{tête}} = 210 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$, montée sur un support isolé (par exemple bois, plastique) et connectée via un câble ordinaire à un réseau de protection.

³⁾ EMI: en anglais *electromagnetic interference*.

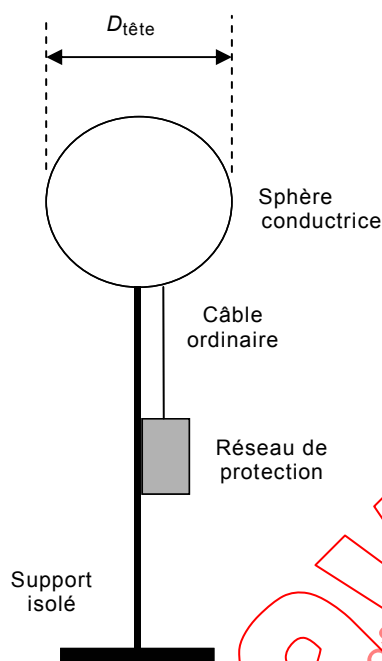
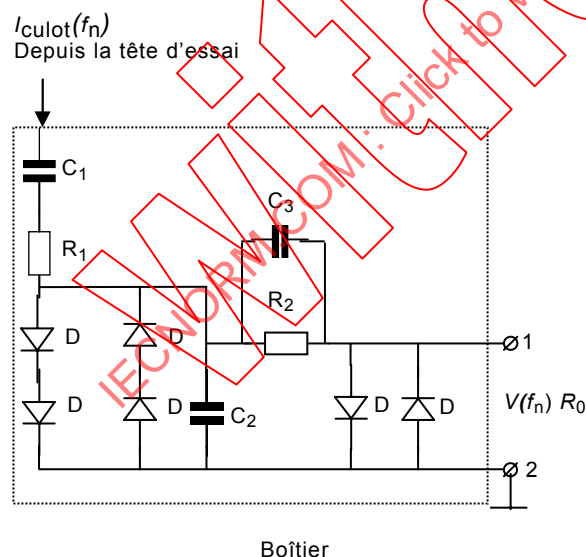


Figure 1 – Tête d'essai « Van der Hoofden »

Un exemple du circuit de protection est représenté sur la Figure 2.



Exemple

$C_1 = 470 \text{ pF}$
 $C_2 = 10 \text{ nF}$
 $C_3 = \text{Condensateur optionnel}$
 (~56 pF) pour remplir les exigences
 de la fonction de transfert de
 l'Annexe F.
 $R_1 = 470 \Omega$
 $R_2 = 150 \Omega$
 $D = \text{Diode Schottky}$
 $R_0 = \text{Entrée } 50\Omega \text{ du récepteur EMI}$

Les bornes 1 et 2 doivent être
raccordées au récepteur EMI de
l'analyseur de spectre via le câble
coaxial.

IEC 2332/09

Figure 2 – Exemple de circuit de protection

La fonction de transfert du réseau de protection est donnée dans l'Equation 1.

$$g(fn) = \frac{V(fn)}{i_{culot}(fn)} = \frac{R_0}{\sqrt{1 + [(R_0 + R_2) \cdot 2\pi \cdot f(n) \cdot C_2]^2}}$$

[1]

La fonction de transfert du réseau de protection ne doit pas dévier de plus de ± 1 dB par rapport à la caractéristique calculée (voir le calcul à l'Annexe F). L'étalonnage du réseau de protection doit être réalisé selon la procédure décrite en détail à l'Annexe F.

Une présentation du montage de mesure est donnée au paragraphe 6.4.

5.5 Incertitude liée aux instruments de mesure

L'incertitude maximale liée aux instruments de mesure ($U_{\text{fondamentale}}$) a été estimée à 30 %.

Voir le paragraphe 5.7 concernant la manière dont l'incertitude de mesure doit être traitée pour évaluer les résultats de mesure. Un exemple de calcul individuel est donné à l'Annexe G.

NOTE La CEI 61786:1998 [4] contient des lignes directrices permettant d'évaluer l'incertitude.

5.6 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit mentionner au moins les informations suivantes:

- identification de l'équipement d'éclairage;
- spécifications de l'équipement de mesure;
- mode de fonctionnement, point(s) de mesure et distance(s);
- fréquence et tension assignées;
- résultat des mesures;
- ensemble de limites appliqué

5.7 Evaluation des résultats

La conformité ou la non-conformité à la limite doit être déterminée de la manière suivante.

Si l'incertitude calculée avec l'instrument réellement utilisé pour l'essai (U_{lab}) est inférieure ou égale à l'incertitude indiquée en 5.5 ($U_{\text{fondamentale}}$), alors:

- l'appareil est considéré comme conforme si le résultat de la mesure ne dépasse pas la limite applicable.
- l'appareil est considéré comme non conforme si le résultat de la mesure dépasse la limite applicable.

Si l'incertitude calculée avec l'instrument utilisé pour l'essai (U_{lab}) est supérieure à l'incertitude indiquée en 5.5 ($U_{\text{fondamentale}}$), alors:

- l'appareil est considéré comme conforme si le résultat de la mesure, auquel on rajoute ($U_{\text{lab}} - U_{\text{fondamentale}}$), ne dépasse pas la limite applicable.
- l'appareil est considéré comme non conforme si le résultat de la mesure, auquel on rajoute ($U_{\text{lab}} - U_{\text{fondamentale}}$), dépasse la limite applicable.

6 Procédure de mesure

6.1 Généralités

La méthode d'évaluation repose sur les restrictions fondamentales données à la fois dans l'ICNIRP 1998 et l'IEEE C95.1 2005. La procédure de mesure utilisée simule la densité de courant à l'intérieur d'une personne se trouvant à proximité de l'équipement d'éclairage. Les mesures sont réalisées selon les conditions spécifiées dans le Tableau A.1 de l'Annexe A.

6.2 Conditions de fonctionnement

6.2.1 Conditions de fonctionnement d'un équipement d'éclairage général

Les mesures d'un équipement d'éclairage doivent être réalisées dans des conditions de fonctionnement telles que spécifiées par le fabricant.

Dans le cas d'un équipement d'éclairage où il est possible d'échanger entre des lampes de différentes puissances assignées, il est nécessaire de mesurer uniquement l'équipement d'éclairage en association avec la lampe qui possède la tension nominale la plus élevée.

Avant de procéder à la mesure, la ou les lampes doivent être allumées jusqu'à atteindre la stabilisation. Sauf indication contraire du fabricant, les durées de stabilisation suivantes doivent être observées:

- 15 min pour les lampes fluorescentes;
- 30 min pour les autres lampes à décharge.

Toutes les mesures doivent être réalisées avec des lampes ayant été utilisées pendant 100 h.

6.2.2 Conditions de fonctionnement d'un équipement d'éclairage spécifique

Équipement d'éclairage à lampes multiples: Lorsque l'équipement d'éclairage comprend plusieurs lampes, toutes les lampes doivent être allumées simultanément.

Blocs autonomes d'éclairage de secours: Si l'appareil peut être raccordé et allumé à partir du secteur, il doit être soumis à essai dans ce mode de fonctionnement. Aucun essai n'est nécessaire en cas de fonctionnement à partir d'une batterie.

Un équipement d'éclairage capable de réguler la lumière doit être mesuré aux limites minimale et maximale de régulation de la lumière.

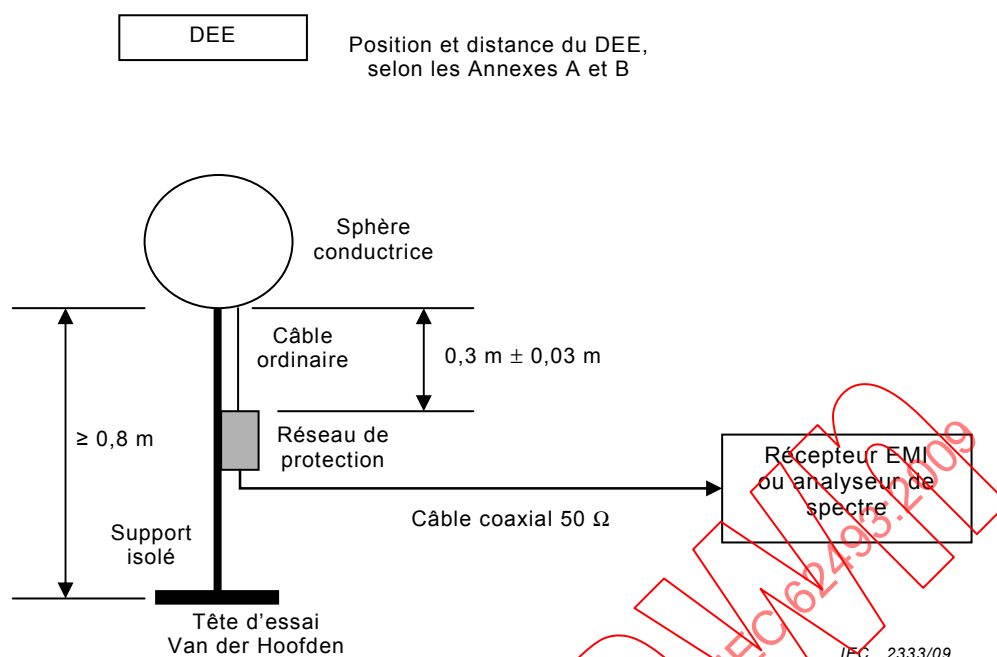
Les mesures doivent être effectuées dans une plage de $\pm 2\%$ de la tension d'alimentation assignée. Dans le cas d'une gamme de tensions, la mesure doit être effectuée dans une plage de $\pm 2\%$ des tensions d'alimentation nominales minimale et maximale de cette gamme.

6.3 Distance de mesure

L'équipement d'éclairage est évalué conformément à la distance de mesure donnée dans le Tableau A.1 de l'Annexe A, sauf spécification contraire du fabricant. La surface extérieure de la tête d'essai est prise comme point de référence lors de la détermination de la distance de mesure. Les tolérances des distances de mesure sont de $\pm 5\%$.

6.4 Montage de mesure

Le montage de mesure est donné à la Figure 3.



DEE = Dispositif en essai.

NOTE Il faut que le récepteur EMI ou l'analyseur de spectre soit alimenté par le secteur et qu'il comprenne une mise à la terre de protection.

Figure 3 – Montage de mesure

Si l'équipement d'éclairage est fourni avec une borne de mise à la terre, l'équipement d'éclairage doit être raccordé à l'aide d'un conducteur de mise à la terre contenu dans le câble d'alimentation de l'équipement d'éclairage.

Pendant les essais, il convient qu'aucun objet ou plan conducteur, ni aucun être humain, ne se trouvent à moins de 0,8 m de l'équipement d'éclairage.

La hauteur du support isolé est d'au moins 0,8 m. La sphère conductrice est raccordée au réseau de protection via un câble ordinaire d'une longueur de $30 \text{ cm} \pm 3 \text{ cm}$. Le réseau de protection est ensuite raccordé au récepteur EMI, ou à l'analyseur de spectre, par un câble coaxial de 50Ω présentant une perte maximale dans le câble de 0,2 dB et une résistance c.c. $\leq 10 \Omega$.

6.4.1 Montage de mesure d'un équipement d'éclairage spécifique

6.4.1.1 Lampes à ballast intégré

Ces lampes doivent être insérées directement dans la douille, qui est montée sur une pièce de matériau isolant. La tête d'essai de mesure est positionnée à la distance de mesure spécifiée dans le Tableau A.1, à partir de l'extrémité de la lampe.

6.4.1.2 Appareillage électronique indépendant

Un appareillage électronique indépendant doit être monté sur une pièce de matériau isolant, accompagné d'une lampe présentant la puissance maximale autorisée. Le(s) câble(s) de charge situés entre l'appareillage et l'équipement d'éclairage doivent être de 0,8 m, avec une tolérance relative de 20 %, sauf spécification contraire du fabricant. La configuration de l'appareillage, de l'équipement d'éclairage et du ou des câbles doit être mesurée conformément à la Figure B.2e.

6.5 Emplacement de la tête d'essai de mesure

Les emplacements de mesure doivent être sélectionnés conformément aux critères suivants.

Les mesures doivent uniquement être effectuées dans une direction cohérente avec celle de l'exposition probable du grand public lors d'une utilisation normale.

Dans le cas des équipements d'éclairage comprenant des lampes fluorescentes à deux culots supérieurs à 30 cm, la tête d'essai est positionnée comme indiqué sur la Figure B.2a. La procédure de mesure est répétée pour les deux extrémités de la lampe et, dans le cas d'un équipement d'éclairage à lampes multiples, chaque lampe est mesurée individuellement.

Dans le cas d'un équipement d'éclairage comprenant d'autres lampes, la tête d'essai est positionnée à la distance de mesure appropriée, comme spécifié dans le Tableau A.1, au centre du point d'éclairage prévu.

Pour les équipements d'éclairage où un point d'éclairage central ne peut pas être déterminé, ou lorsque l'éclairage n'est pas dirigé vers le grand public lors d'une utilisation normale, par exemple un luminaire à éclairage dirigé vers le haut, un point de mesure est sélectionné à la distance d'essai appropriée par rapport à l'équipement d'éclairage autour de son périmètre. Plusieurs points de mesure peuvent être sélectionnés pour vérifier le bon fonctionnement de l'équipement d'éclairage.

Les Figures B.2a à B.2f de l'Annexe B donnent des exemples de l'emplacement du ou des points de mesure d'un équipement d'éclairage type.

6.6 Calcul des résultats

Les résultats de mesure sont calculés conformément à l'Annexe E.

Annexe A (normative)

Distances de mesure

Les distances de mesure du Tableau A.1 ont été définies en fonction de l'emplacement attendu du grand public lors d'une utilisation normale.

Tableau A.1 – Equipement d'éclairage et distances de mesure

Type d'équipement d'éclairage	Distance de mesure (cm)
Lampes portatives ^a	5 ^a
Equipement d'éclairage de table	30
Equipement d'éclairage mural	50
Luminaire à éclairage dirigé vers le haut	50
Equipement d'éclairage suspendu	50
Equipement d'éclairage encastré et/ou au plafond pour des lampes fluorescentes avec une puissance d'entrée ^b ≤ 180 W	50
Equipement d'éclairage encastré et/ou au plafond pour des lampes fluorescentes avec une puissance d'entrée ^b > 180 W	70
Equipement d'éclairage encastré et/ou au plafond pour des lampes à décharge avec une puissance d'entrée ^b ≤ 180 W	70
Equipement d'éclairage encastré et/ou au plafond pour des lampes à décharge avec une puissance d'entrée ^b > 180 W	100
Equipement d'éclairage portatif	50
Projecteurs	200
Equipement d'éclairage des routes et des rues	200
Guirlandes lumineuses	50
Equipement d'éclairage pour les piscines et les applications similaires	50
Equipement d'éclairage de scènes, de plateaux TV et de studios de cinéma (extérieur et intérieur)	100
Equipement d'éclairage prévu pour les zones de soins dans les hôpitaux et les établissements de santé	50
Equipement d'éclairage encastré au sol	50
Equipement d'éclairage d'aquarium	50
Veilleuses à brancher	50
Lampes à ballast intégré	30
Appareil à rayonnements UV et IR	50
Eclairage pour les transports (installé dans le compartiment passagers des bus et des trains)	50
Autres équipements d'éclairage non mentionnés dans ce tableau	50
^a Il convient que la distance de mesure soit de 30 cm et que la valeur mesurée soit calculée à une distance de 5 cm (équation; $1/r^3$). ^b Puissance nominale totale de l'équipement d'éclairage.	

Annexe B (informative)

Emplacement de la tête d'essai de mesure

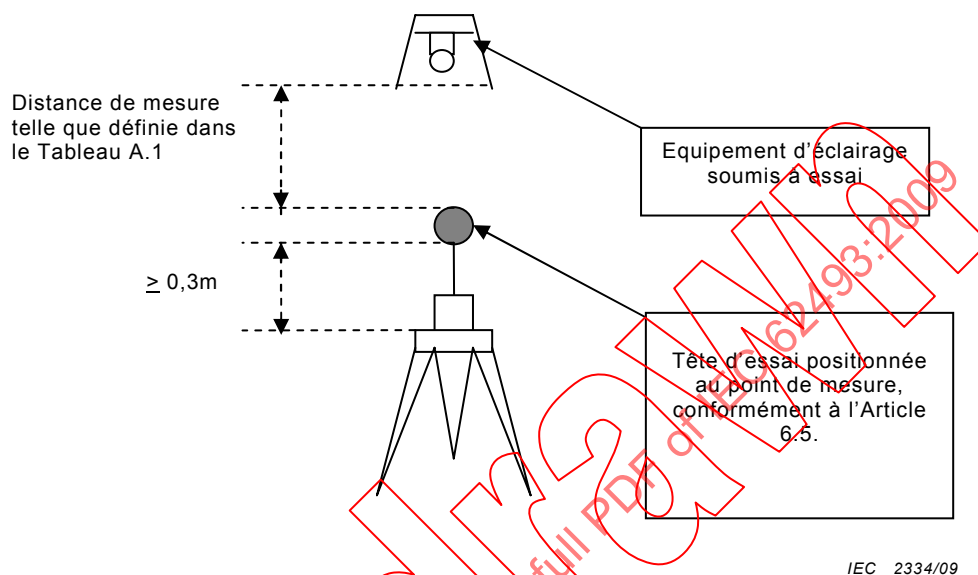


Figure B.1 – Montage de mesure type

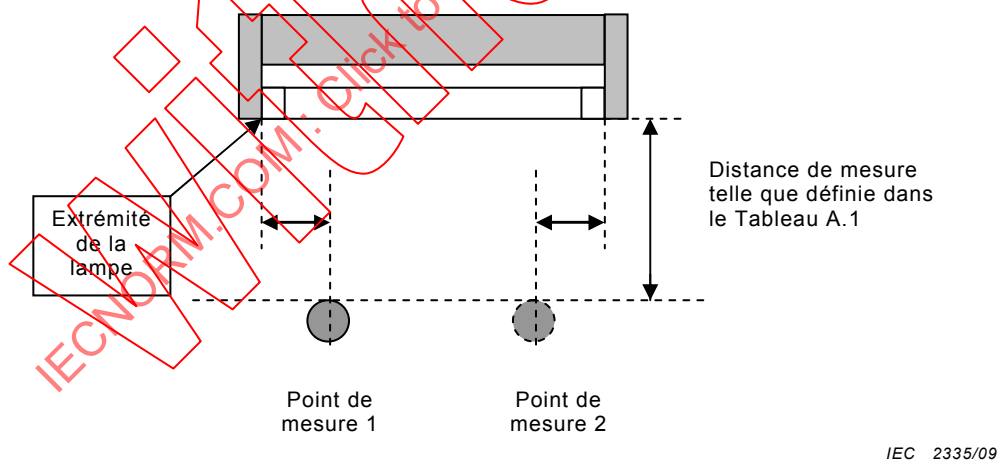
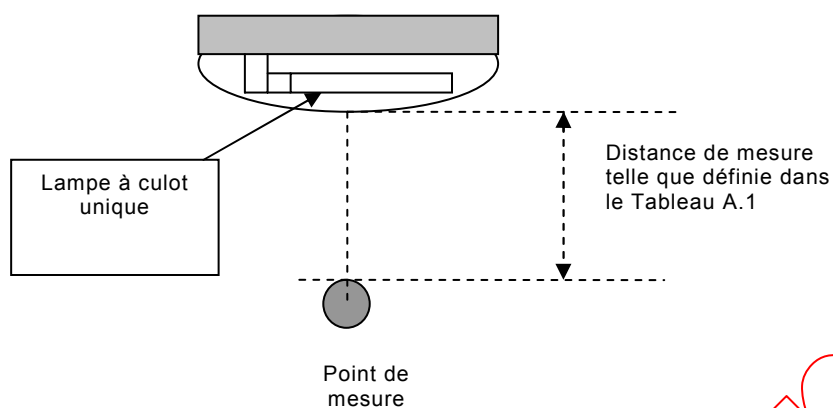
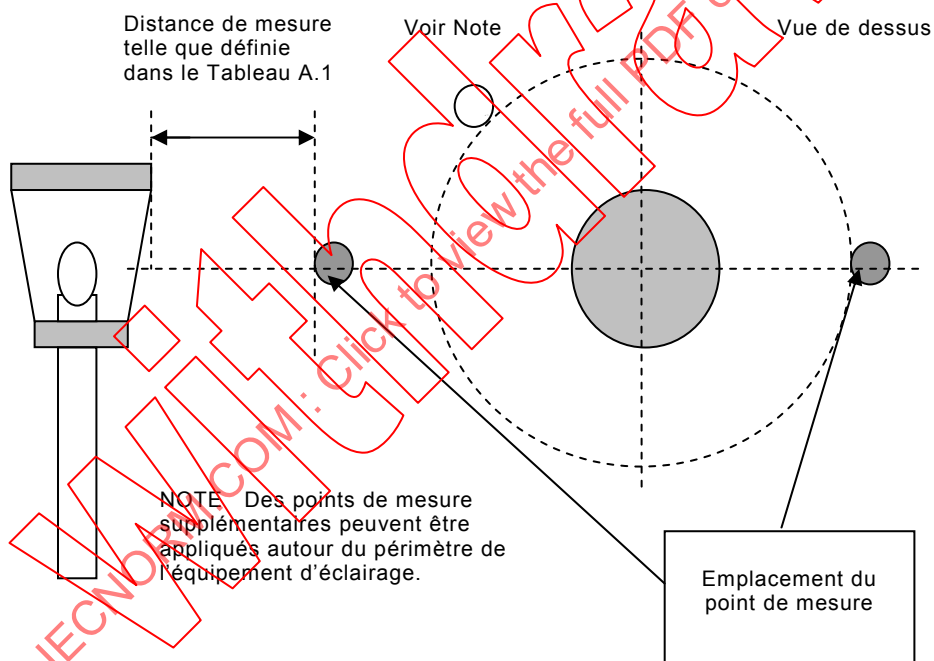


Figure B.2a – Emplacement du point de mesure d'un équipement d'éclairage avec lampe(s) fluorescente(s) à deux culots (encastré, monté en surface ou sur poteau)



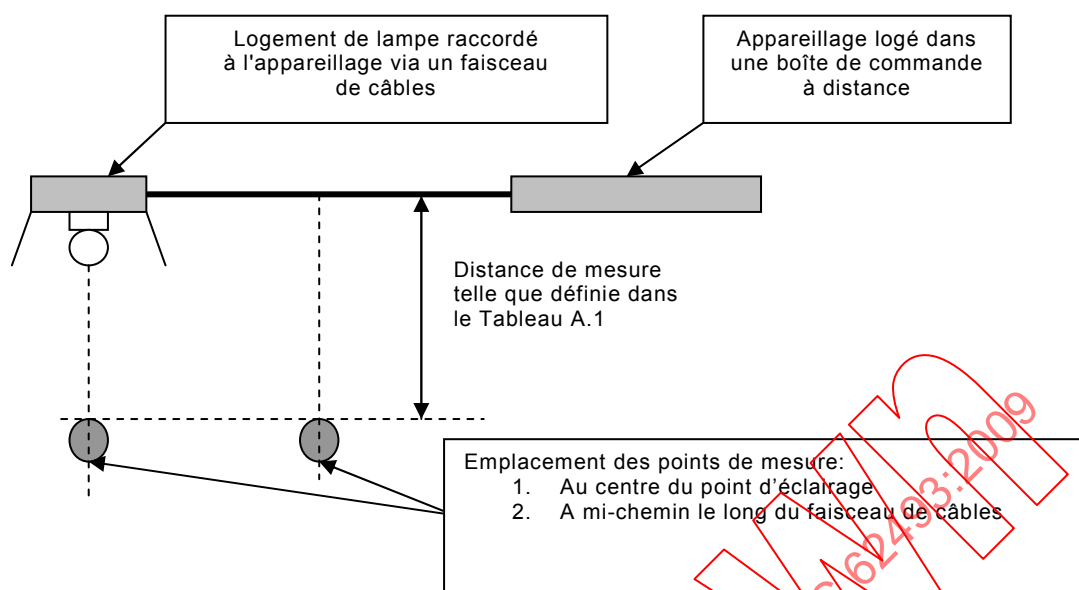
IEC 2336/09

Figure B.2b – Emplacement du point de mesure d'un équipement d'éclairage avec lampe(s) à culot unique (encastré, monté en surface ou sur poteau)



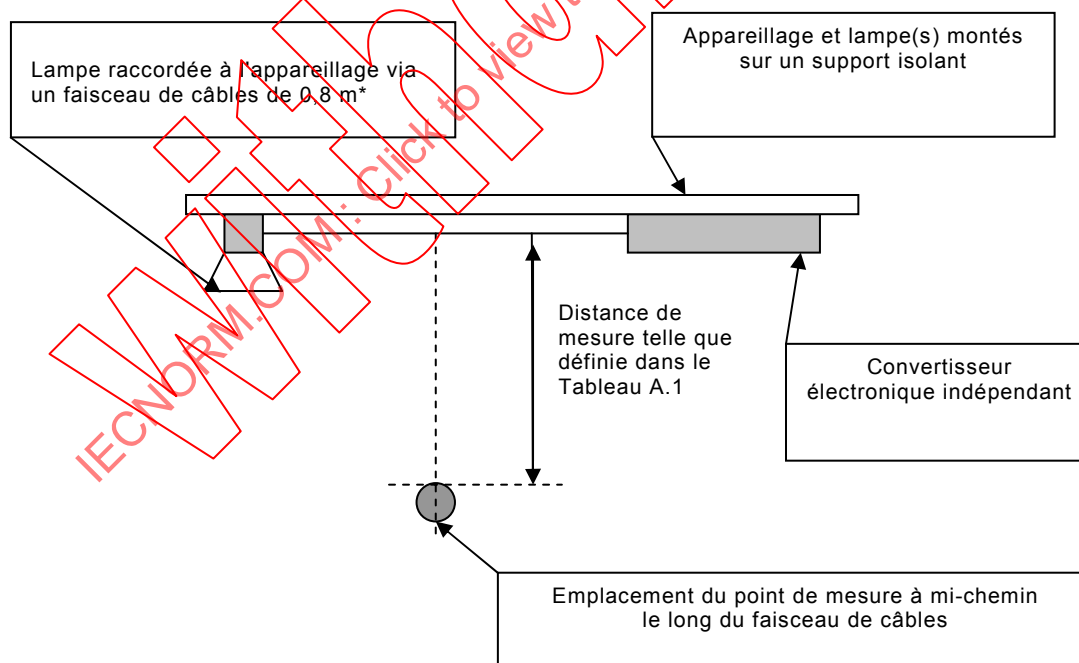
IEC 2337/09

Figure B.2c – Emplacement du ou des points de mesure d'un équipement d'éclairage avec lampe à culot unique (éclairage à 360°)



IEC 2338/09

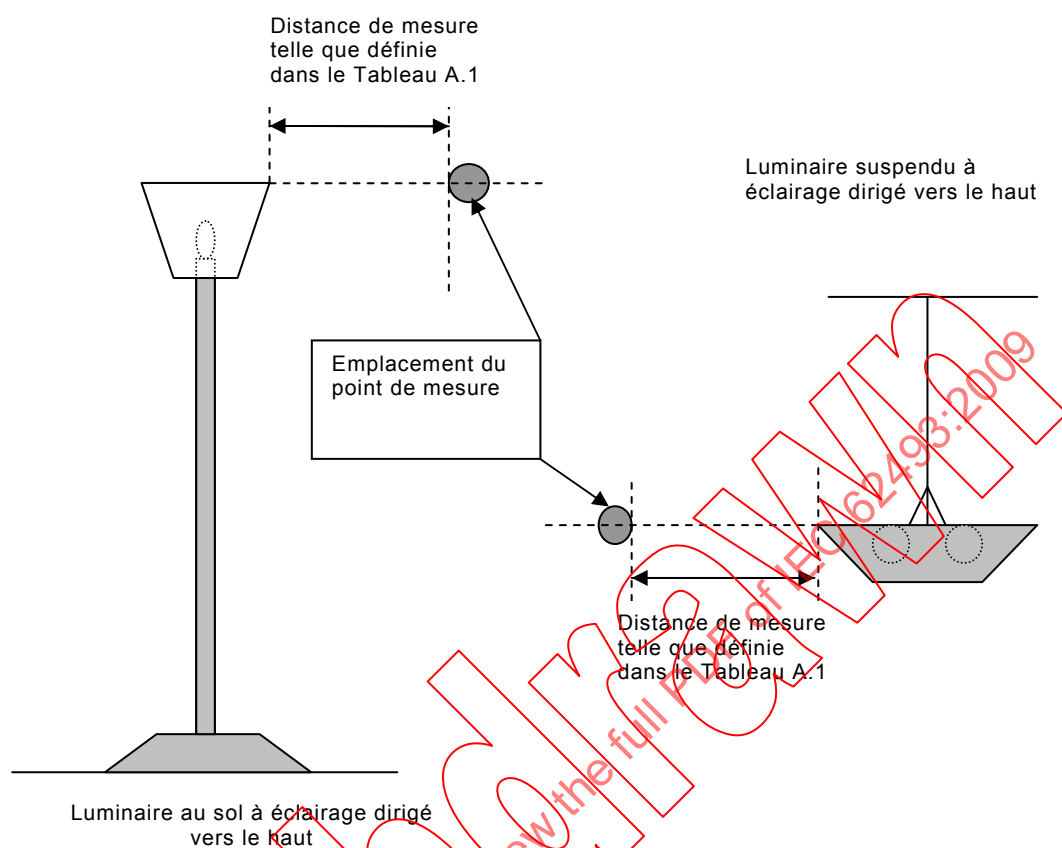
Figure B.2d – Emplacement des points de mesure d'un équipement d'éclairage muni d'un appareillage à distance



IEC 2339/09

^a NOTE Longueur du câble de 0,8 m, sauf indication contraire dans les instructions d'installation du fabricant.

Figure B.2e – Emplacement du point de mesure d'un convertisseur électronique indépendant



IEC 2340/09

^a NOTE Dans le cas de lampes fluorescentes linéaires, la tête d'essai est perpendiculaire à la (aux) lampe(s) à 15 cm de l'extrémité de la ou des lampes.

Figure B.2f – Emplacement du ou des points de mesure d'un luminaire à éclairage dirigé vers le haut (au sol/suspendu)

Figure B.2 – Emplacement de la tête d'essai de mesure

Annexe C (informative)

Limites d'exposition

C.1 Généralités

Les limites d'exposition indiquées dans cette annexe informative sont données pour information seulement; elles ne constituent pas une liste exhaustive et ne sont valables seulement que dans certaines régions du monde. Il est de la responsabilité des utilisateurs de cette norme de s'assurer qu'ils utilisent la version en cours des valeurs limites spécifiées par les autorités nationales concernées.

C.2 ICNIRP

Tableau C.1 – Restrictions fondamentales (BR⁴⁾) concernant l'exposition du grand public aux champs électriques et magnétiques à variation temporelle, pour des fréquences allant jusqu'à 10 GHz

Gamme de fréquences	Densité de courant (tête et tronc) mA/m ² (valeur efficace)	SAR moyen (ensemble du corps) W/kg	SAR localisé (tête et tronc) W/kg	SAR localisé (membres) W/kg
Jusqu'à 1 Hz	8			
1 Hz – 4 Hz	$8/f$			
4 Hz – 1 000 Hz	2			
1 kHz – 100 kHz	$f/500$			
100 kHz – 10 MHz	$f/500$	0,08	2	4
10 MHz – 10 GHz		0,08	2	4
NOTE f est la fréquence en Hertz.				

4) BR: en anglais *basic restrictions*.

C.3 IEEE

Tableau C.2 – Restrictions fondamentales (BR) de l'IEEE pour le grand public

		Niveau d'action ^a			Personnes dans des environnements contrôlés		
Tissu exposé	f_e (Hz)	E_0	(valeur efficace)	(V/m)	E_0	(valeur efficace)	(V/m)
Cerveau	20	$5,89 \times 10^{-3}$			$1,77 \times 10^{-2}$		
Cœur	167	0,943			0,943		
Extrémités	3 350	2,10			2,10		
Autres tissus	3 350	0,701			2,10		
E_0 est la rhéobase du champ in situ. f_e est le paramètre de fréquence.							
^a Dans cette gamme de fréquences, le terme “niveau d'action” est équivalent au terme “grand public” dans la norme IEEE C95.6-2002.							

NOTE Les entrées dans le Tableau 2 et à d'autres endroits de la présente norme sont parfois arrondies trois chiffres après la virgule. Ce degré de précision est fourni de sorte que le lecteur puisse suivre les diverses dérivations et relations présentées dans la présente norme; il n'implique pas que les grandeurs numériques soient connues avec une telle précision.

Tableau C.3 – Restrictions fondamentales (BR) de l'IEEE entre 100 kHz et 3 GHz pour le grand public

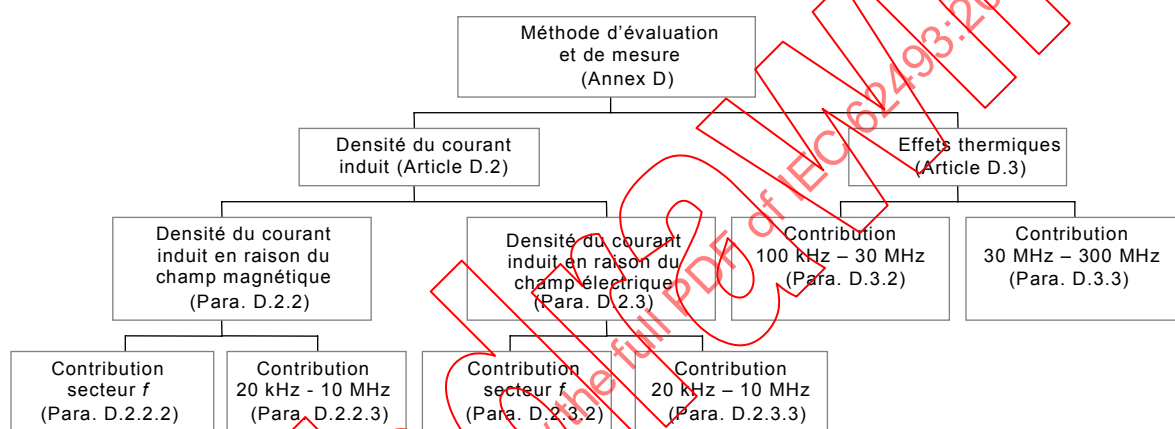
		Niveau d'action ^a SAR ^b (W/kg)	Personnes dans des environnements contrôlés SAR ^c (W/kg)
Exposition de l'ensemble du corps	Moyenne pour l'ensemble du corps (WBA, en anglais <i>Whole-Body Average</i>)	0,08	0,4
Exposition localisée	Localisée (moyenne spatiale de crête)	2 ^c	10 ^c
Exposition localisée	Extrémités ^d et pavillons de l'oreille	4 ^c	20 ^c
^a Restrictions fondamentales pour le grand public, lorsqu'aucun programme de sécurité RF n'existe.			
^b Le SAR est moyenné sur la base des temps d'intégration appropriés.			
^c Moyenné sur 10 g de tissu (défini comme un volume de tissu sous la forme d'un cube – le volume du cube est d'environ 10 cm ³).			
^d Les extrémités correspondent aux bras et aux jambes, respectivement distaux des coudes et des genoux.			

Annexe D (informative)

Méthode d'évaluation et de mesure rationnelle

D.1 Généralités

La méthode ICNIRP et IEEE d'évaluation et de mesure de la conformité de l'exposition, fournie dans la présente annexe (voir Figure D.1), comprend une évaluation du courant induit (voir l'Article D.2) et des effets thermiques (voir l'Article D.3).



IEC 2341/09

Figure D.1 – Vue d'ensemble de la méthode d'évaluation et de mesure

D.2 Densité du courant induit

D.2.1 Généralités

En fonction des restrictions fondamentales, la densité du courant induit dans une personne (un mannequin) doit satisfaire à l'exigence de l'Équation (D.1):

$$\sum_{f_i = 1\text{ Hz}}^{10\text{ MHz}} \frac{J(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.1})$$

où:

$J(f_i, d)$ est la densité du courant à une fréquence i et à une distance de mesure d , selon l'Annexe A;

$J_{\text{Lim}}(f_i)$ est la restriction fondamentale de la densité du courant à une fréquence i , du Tableau C.1.

La densité du courant induit dans la personne (mannequin) peut être causée par:

- des courants de Foucault dans la personne (mannequin) en raison du champ magnétique de l'équipement d'éclairage soumis à essai, tel que décrit dans le présent article;
- des courants capacitifs provenant de l'équipement d'éclairage soumis à essai dans la personne (mannequin) en raison du champ électrique, tel que décrit à l'Article D.3.

L'Équation (D.1) peut donc être réécrite de la manière suivante (Équation (D.2)):

$$\sum_{f_i=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{Foucault}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{culot}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.2})$$

où:

$J_{\text{Foucault}}(f_i, d)$ est la densité de courant provoquée par le champ magnétique à une fréquence i et à une distance d , selon l'Annexe A

$J_{\text{culot}}(f_i, d)$ est la densité de courant provoquée par le champ électrique à une fréquence i et à une distance d , selon l'Annexe A

Les fréquences des convertisseurs de puissance dans l'équipement d'éclairage sont supérieures à 20 kHz, afin d'éviter les bruits audibles et les interférences infrarouges. Compte tenu de ces éléments, l'Équation (D.2) peut être réécrite de la manière suivante (Équation (D.3)):

$$\sum_{f_i=1 \text{ Hz}}^{20 \text{ kHz}} \frac{J_{\text{Foucault}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{Foucault}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=1 \text{ Hz}}^{20 \text{ kHz}} \frac{J_{\text{culot}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{culot}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.3})$$

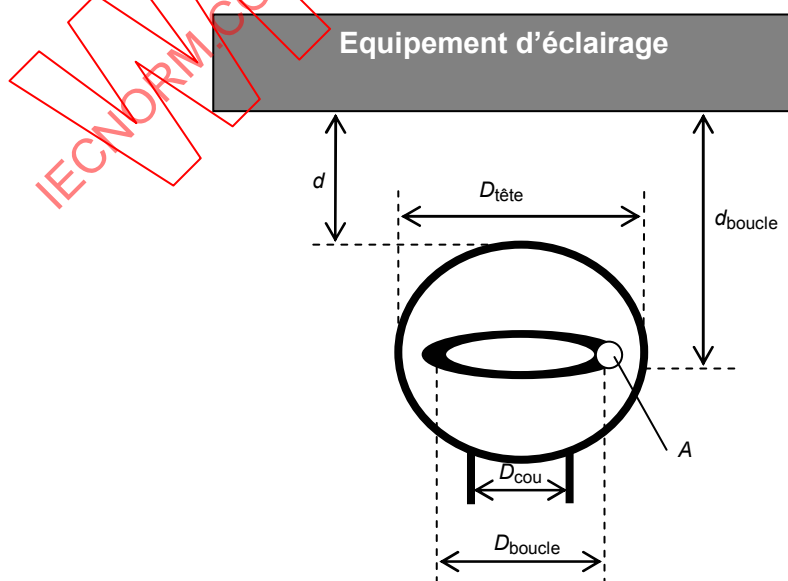
La fréquence secteur de 50 Hz ou 60 Hz est la seule composante de fréquence appropriée dans la gamme de fréquences comprise entre 1 Hz et 20 kHz. L'Équation (D.3) peut donc être réécrite de la manière suivante Équation (D.4):

$$\frac{J_{\text{Foucault}}(f_{\text{secteur}}, d)}{J_{\text{Lim}}(f_{\text{secteur}})} + \sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{Foucault}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} + \frac{J_{\text{culot}}(f_{\text{secteur}}, d)}{J_{\text{Lim}}(f_{\text{secteur}})} + \sum_{f_i=20 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_{\text{culot}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)} \leq 1 \quad (\text{D.4})$$

D.2.2 Densité du courant induit provoquée par le champ magnétique;

$J_{\text{Foucault}}(f_i, d_{\text{boucle}})$

D.2.2.1 Généralités



IEC 2342/09

Figure D.2 – Distances entre le montage de mesure et la tête d'une part, et la boucle d'autre part

La tension induite dans une boucle dans la tête (voir la Figure D.2) provoquée par le champ magnétique peut être calculée à l'aide de l'Équation (D.5)

$$V_{\text{ind}}(f_i, d_{\text{boucle}}) = \frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{boucle}}^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f_i \cdot B(f_i, d_{\text{boucle}}) \quad (\text{D.5})$$

où:

$V_{\text{ind}}(f_i, d_{\text{boucle}})$ est la tension induite dans une boucle dans la tête à une fréquence f_i et à une distance d_{boucle} ;

D_{boucle} est le diamètre de la boucle dans la tête;

$B(f_i, d_{\text{boucle}})$ est le champ magnétique B à une fréquence f_i et à une distance d_{boucle} .

Le courant induit dans une boucle de la tête en raison du champ magnétique peut être calculé à l'aide de l'Équation (D.6)

$$I_{\text{Foucault}}(f_i, d_{\text{boucle}}) = \frac{V_{\text{ind}}(f_i, d_{\text{boucle}})}{\frac{\pi \cdot D_{\text{boucle}}}{A \cdot \sigma(f_i)}} \quad (\text{D.6})$$

où:

$I_{\text{Foucault}}(f_i, d_{\text{boucle}})$ est le courant induit dans une boucle de la tête en raison du champ magnétique à une fréquence f_i et à une distance d_{boucle} ;

A est la zone « câblée » de la boucle dans la tête;

$\sigma(f_i)$ est la conductivité de la boucle dans la tête à une fréquence f_i .

Enfin, la densité de courant dans la boucle de la tête provoquée par le champ magnétique, à une certaine fréquence f_i et distance d_{boucle} , peut être calculée à l'aide de l'Équation (D.7).

$$J_{\text{Foucault}}(f_i, d_{\text{boucle}}) = \frac{I_{\text{Foucault}}(f_i, d_{\text{boucle}})}{A_{\text{boucle}}} = \frac{D_{\text{boucle}} \cdot \sigma(f_i) \cdot \pi \cdot f_i \cdot B(f_i, d_{\text{boucle}})}{2} \quad (\text{D.7})$$

D.2.2.2 Contribution f_{secteur} de la densité du courant induit provoquée par le champ magnétique.

Le champ mesuré B à la fréquence secteur et à une distance $d = 0,3$ m par rapport à l'équipement d'éclairage est d'environ 60 nT. Avec $\sigma(f_{\text{secteur}}) \leq 0,09$ (valeur de cerveaux selon le Tableau C.1 de la EN 62311) et $D_{\text{boucle}} = D_{\text{tête}} = 0,21$ m, les données suivantes peuvent être calculées (voir Tableau D.1):

Tableau D.1 – Calculs de la densité du courant induit

$f_i = f_{\text{secteur}}$ [Hz]	$J_{\text{Foucault}}(f_i, d)$ [nA/m ²] @ f_{secteur} et $d = 0,3$ m	$J_{\text{Lim}}(f_i)$ [mA/m ²] @ f_{secteur}	$\frac{J_{\text{Foucault}}(f_i, d)}{J_{\text{Lim}}(f_i)}$ @ f_{secteur} et $d = 0,3$ m
50	89,1	2	45×10^{-6}
60	107	2	53×10^{-6}

On peut en conclure que la contribution à la densité de courant dans la boucle de la tête, provoquée par le champ magnétique à la fréquence secteur et à une distance de mesure $d = 0,3$ m, peut être négligée.