

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

**Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency,
electromagnetic field immunity test**

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs
électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2006 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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

BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

**Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency,
electromagnetic field immunity test**

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs
électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test

INTERPRETATION SHEET 1

This interpretation sheet has been prepared by SC 77B: High frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

The text of this interpretation sheet is based on the following documents:

ISH	Report on voting
77B/568/ISH	77B/573/RVD

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

IEC 61000-4-3 contains quick checks embedded in the field calibration process (subclause 6.2), in which the operator tests whether the amplifier is able to produce the desired RF power without saturation.

Step j) of the calibration process as per 6.2.1 describes this check for the constant field strength calibration method:

- j) Confirm that the test system (e.g. the power amplifier) is not in saturation. Assuming that E_C has been chosen as 1,8 times E_t , perform the following procedure at each calibration frequency:
- j-1) Decrease the output from the signal generator by 5,1 dB from the level needed to establish a forward power of P_C , as determined in the above steps (-5,1 dB is the same as $E_C / 1,8$);
- j-2) Record the new forward power delivered to the antenna;
- j-3) Subtract the forward power measured in step j-2 from P_C . If the difference is between 3,1 and 5,1 dB, then the amplifier is not saturated and the test system sufficient for testing. If the difference is less than 3,1 dB, then the amplifier is saturated and is not suitable for testing.

The corresponding check within the constant power calibration method as per 6.2.2 is defined as step m):

- m) Confirm that the test system (e. g. the power amplifier) is not in saturation. Assuming that E_C has been chosen as 1,8 times E_t , perform the following procedure at each calibration frequency:
- m-1) Decrease the output from the signal generator by 5,1 dB from the level needed to establish a forward power of P_C , as determined in the above steps (-5,1 dB is the same as $E_C / 1,8$);

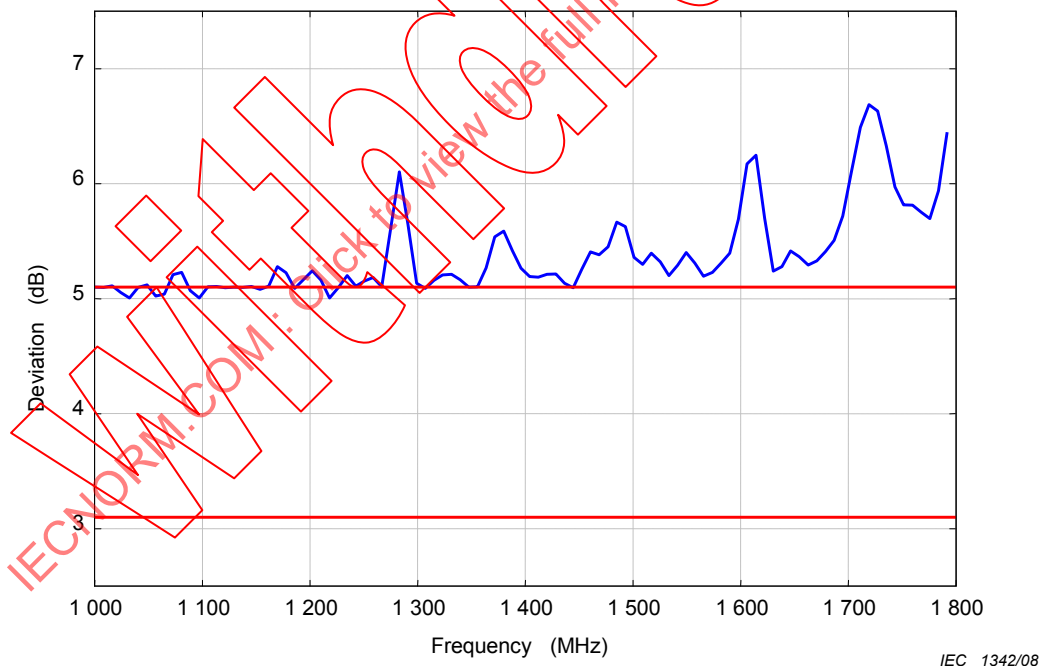
m-2) Record the new forward power delivered to the antenna;

m-3) Subtract the forward power measured in step m-2 from P_C . If the difference is between 3,1 dB and 5,1 dB, then the amplifier is not saturated and the test system is sufficient for testing. If the difference is less than 3,1 dB, then the amplifier is saturated and is not suitable for testing.

Some amplifiers show deviations of more than 5,1 dB without causing any problems during testing. That behaviour is caused by their special functional principle (above all travelling wave tube amplifiers). Figures 1 and 2 show some measurement results obtained from a semiconductor amplifier as well as from a TWT amplifier.

The text described in j-3, respectively m-3, unfortunately gives no clear answers on the usability of these amplifiers.

After discussion at the 20th meeting of SC 77B/WG 10 on October, 22 - 26, 2007, the experts of WG 10 unanimously expressed their opinion that j-3 and m-3 are to be interpreted such that amplifiers showing a deviation of more than 5,1 dB are suitable for testing. E.g. the amplifiers having a characteristic as shown in Figures 1 and 2 can be used to perform tests according to IEC 61000-4-3.



Target field strength is 30 V/m.

Figure 1 – Deviation as defined in step j-3 for a 200 W TWT-amplifier

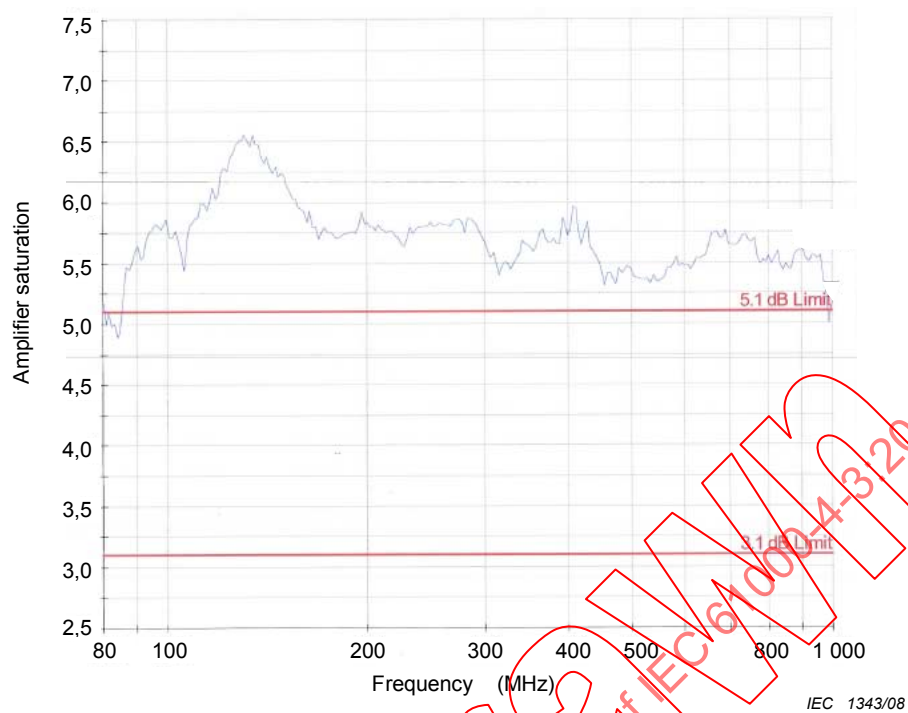


Figure 2 – Deviation as defined in step j-3 for a semiconductor amplifier

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope and object.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	8
4 General	11
5 Test levels.....	11
5.1 Test levels related to general purposes	12
5.2 Test levels related to the protection against RF emissions from digital radio telephones and other RF emitting devices	12
6 Test equipment.....	13
6.1 Description of the test facility	13
6.2 Calibration of field	14
7 Test setup	19
7.1 Arrangement of table-top equipment.....	19
7.2 Arrangement of floor-standing equipment	19
7.3 Arrangement of wiring	20
7.4 Arrangement of human body-mounted equipment.....	20
8 Test procedure	20
8.1 Laboratory reference conditions	20
8.2 Execution of the test.....	21
9 Evaluation of test results	22
10 Test report.....	22
Annex A (informative) Rationale for the choice of modulation for tests related to the protection against RF emissions from digital radio telephones	31
Annex B (informative) Field generating antennas	36
Annex C (informative) Use of anechoic chambers	37
Annex D (informative) Amplifier non-linearity and example for the calibration procedure according to 6.2	40
Annex E (informative) Guidance for product committees on the selection of test levels	45
Annex F (informative) Selection of test methods	48
Annex G (informative) Description of the environment.....	49
Annex H (normative) Alternative illumination method for frequencies above 1 GHz ("independent windows method")	54

61000-4-3 © IEC:2006

Figure 1 – Definition of the test level and the waveshapes occurring at the output of the signal generator	24
Figure 2 – Example of suitable test facility	25
Figure 3 – Calibration of field	26
Figure 4 – Calibration of field, dimensions of the uniform field area	27
Figure 5 – Example of test setup for floor-standing equipment	28
Figure 6 – Example of test setup for table-top equipment.....	29
Figure 7 – Measuring setup	30
Figure C.1 – Multiple reflections in an existing small anechoic chamber.....	38
Figure C.2 – Most of the reflected waves are eliminated	39
Figure D.1 – Measuring positions of the uniform field area.....	42
Figure H.1 – Examples of division of the calibration area into 0,5 m × 0,5 m windows.....	55
Figure H.2 – Example of illumination of successive windows.....	56
Table 1 – Test levels related to general purpose, digital radio telephones and other RF emitting devices.....	11
Table 2 – Requirements for uniform field area for application of full illumination, partial illumination and independent windows method.....	15
Table A.1 – Comparison of modulation methods.....	32
Table A.2 – Relative interference levels.....	33
Table A.3 – Relative immunity levels.....	34
Table D.1 – Forward power values measured according to the constant field strength calibration method	43
Table D.2 – Forward power values sorted according to rising value and evaluation of the measuring result.....	43
Table D.3 – Forward power and field strength values measured according to the constant power calibration method.....	44
Table D.4 – Field strength values sorted according to rising value and evaluation of the measuring result.....	44
Table E.1 – Examples of test levels, associated protection distances and suggested performance criteria.....	47
Table G.1 – Mobile and portable units.....	51
Table G.2 – Base stations.....	52
Table G.3 – Other RF devices.....	53

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**Part 4-3: Testing and measurement techniques –
Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61000-4-3 has been prepared by subcommittee 77B: High frequency phenomenon, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It forms part 4-3 of IEC 61000. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*.

This third edition cancels and replaces the first edition published in 2002 and its amendment 1 (2002), and constitutes a technical revision. The test frequency range may be extended up to 6 GHz to take account of new services. The calibration of the field as well as the checking of power amplifier linearity of the immunity chain are specified.

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

FDIS	Report on voting
77B/485/FDIS	77B/500/RVD

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

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

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

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

The contents of the interpretation sheet 1 of August 2008 have been included in this copy.

INTRODUCTION

This standard is part of the IEC 61000 series, according to the following structure:

Part 1: General

General considerations (introduction, fundamental principles)

Definitions, terminology

Part 2: Environment

Description of the environment

Classification of the environment

Compatibility levels

Part 3: Limits

Emission limits

Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of the product committees)

Part 4: Testing and measurement techniques

Measurement techniques

Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines

Installation guidelines

Mitigation methods and devices

Part 6: Generic standards

Part 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into several parts, published either as international standards or as technical specifications or technical reports, some of which have already been published as sections. Others will be published with the part number followed by a dash and a second number identifying the subdivision (example: 61000-6-1).

This part is an International Standard which gives immunity requirements and test procedures related to radiated, radio-frequency, electromagnetic fields.

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test

1 Scope and object

This part of IEC 61000 is applicable to the immunity requirements of electrical and electronic equipment to radiated electromagnetic energy. It establishes test levels and the required test procedures.

The object of this standard is to establish a common reference for evaluating the immunity of electrical and electronic equipment when subjected to radiated, radio-frequency electromagnetic fields. The test method documented in this part of IEC 61000 describes a consistent method to assess the immunity of an equipment or system against a defined phenomenon.

NOTE 1 As described in IEC Guide 107, this is a basic EMC publication for use by product committees of the IEC. As also stated in Guide 107, the IEC product committees are responsible for determining whether this immunity test standard should be applied or not, and if applied, they are responsible for determining the appropriate test levels and performance criteria. TC 77 and its sub-committees are prepared to co-operate with product committees in the evaluation of the value of particular immunity tests for their products.

This part deals with immunity tests related to the protection against RF electromagnetic fields from any source.

Particular considerations are devoted to the protection against radio-frequency emissions from digital radiotelephones and other RF emitting devices.

NOTE 2 Test methods are defined in this part for evaluating the effect that electromagnetic radiation has on the equipment concerned. The simulation and measurement of electromagnetic radiation is not adequately exact for quantitative determination of effects. The test methods defined are structured for the primary objective of establishing adequate repeatability of results at various test facilities for qualitative analysis of effects.

This standard is an independent test method. Other test methods may not be used as substitutes for claiming compliance with this standard.

2 Normative references

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

IEC 60050(161), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

3 Terms and definitions

For the purposes of this part of IEC 61000, the following definitions, together with those in IEC 60050(161) apply.

3.1

amplitude modulation

process by which the amplitude of a carrier wave is varied following a specified law

3.2

anechoic chamber

shielded enclosure which is lined with radio-frequency absorbers to reduce reflections from the internal surfaces

3.2.1

fully anechoic chamber

shielded enclosure whose internal surfaces are totally lined with anechoic material

3.2.2

semi-anechoic chamber

shielded enclosure where all internal surfaces are covered with anechoic material with the exception of the floor, which shall be reflective (ground plane)

3.2.3

modified semi-anechoic chamber

semi-anechoic chamber which has additional absorbers installed on the ground plane

3.3

antenna

transducer which either emits radio-frequency power into space from a signal source or intercepts an arriving electromagnetic field, converting it into an electrical signal

3.4

balun

device for transforming an unbalanced voltage to a balanced voltage or vice versa

[IEV 161-04-34]

3.5

continuous waves (CW)

electromagnetic waves, the successive oscillations of which are identical under steady-state conditions, which can be interrupted or modulated to convey information

3.6

electromagnetic (EM) wave

radiant energy produced by the oscillation of an electric charge characterized by oscillation of the electric and magnetic fields

3.7

far field

region where the power flux density from an antenna approximately obeys an inverse square law of the distance.

For a dipole this corresponds to distances greater than $\lambda/2\pi$, where λ is the wavelength of the radiation

61000-4-3 © IEC:2006

3.8

field strength

The term "field strength" is applied only to measurements made in the far field. The measurement may be of either the electric or the magnetic component of the field and may be expressed as V/m, A/m or W/m²; any one of these may be converted into the others.

NOTE For measurements made in the near field, the term "electric field strength" or "magnetic field strength" is used according to whether the resultant electric or magnetic field, respectively, is measured. In this field region, the relationship between the electric and magnetic field strength and distance is complex and difficult to predict, being dependent on the specific configuration involved. Inasmuch as it is not generally feasible to determine the time and space phase relationship of the various components of the complex field, the power flux density of the field is similarly indeterminate.

3.9

frequency band

continuous range of frequencies extending between two limits

3.10

E_c

field strength applied for calibration

3.11

E_t

carrier field strength applied for testing

3.12

full illumination

test method in which the EUT face being tested fits completely within the UFA (Uniform Field Area).

This test method may be applied for all test frequencies

3.13

human body-mounted equipment

equipment which is intended for use when attached to or held in close proximity to the human body.

This term includes hand-held devices which are carried by people while in operation (e.g. pocket devices) as well as electronic aid devices and implants

3.14

independent windows method

test method (using 0,5 m × 0,5 m UFA) in which the EUT face being tested does not fit completely within the UFA.

This test method may be applied for test frequencies greater than 1 GHz

3.15

induction field

predominant electric and/or magnetic field existing at a distance $d < \lambda/2\pi$, where λ is the wavelength, and the physical dimensions of the source are much smaller than distance d

3.16

intentional RF emitting device

device which radiates (transmits) an electromagnetic field intentionally. Examples include digital mobile telephones and other radio devices

3.17

isotropic

having properties of equal values in all directions

3.18

maximum RMS value

highest short-term RMS value of a modulated RF signal during an observation time of one modulation period.

The short-term RMS is evaluated over a single carrier cycle. For example, in Figure 1b), the maximum RMS voltage is:

$$V_{\text{maximum RMS}} = V_{\text{p-p}} / (2 \times \sqrt{2}) = 1,8 \text{ V}$$

3.19

non-constant envelope modulation

RF modulation schemes in which the amplitude of the carrier wave varies slowly in time compared with the period of the carrier itself. Examples include conventional amplitude modulation and TDMA

3.20

P_c

forward power needed to establish the calibration field strength

3.21

partial illumination

test method (using a minimum sized UFA of 1,5 × 1,5 m) in which the EUT face being tested does not fit completely within the UFA.

This test method may be applied for all test frequencies.

3.22

polarization

orientation of the electric field vector of a radiated field

3.23

shielded enclosure

screened or solid metal housing designed expressly for the purpose of isolating the internal from the external electromagnetic environment. The purpose is to prevent outside ambient electromagnetic fields from causing performance degradation and to prevent emission from causing interference to outside activities

3.24

sweep

continuous or incremental traverse over a range of frequencies

3.25

TDMA (time division multiple access)

time multiplexing modulation scheme which places several communication channels on the same carrier wave at an allocated frequency. Each channel is assigned a time slot during which, if the channel is active, the information is transmitted as a pulse of RF power. If the channel is not active no pulse is transmitted, thus the carrier envelope is not constant. During the pulse, the amplitude is constant and the RF carrier is frequency- or phase-modulated

61000-4-3 © IEC:2006

3.26

transceiver

combination of radio transmitting and receiving equipment in a common housing

3.27

uniform field area (UFA)

hypothetical vertical plane of the field calibration in which variations are acceptably small.

The purpose of field calibration is to ensure the validity of the test result. See 6.2

4 General

Most electronic equipment is, in some manner, affected by electromagnetic radiation. This radiation is frequently generated by such general purpose sources as the small hand-held radio transceivers that are used by operating, maintenance and security personnel, fixed-station radio and television transmitters, vehicle radio transmitters, and various industrial electromagnetic sources.

In recent years there has been a significant increase in the use of radio telephones and other RF emitting devices operating at frequencies between 0,8 GHz and 6 GHz. Many of these services use modulation techniques with a non-constant envelope (e.g. TDMA). See 5.2.

In addition to electromagnetic energy deliberately generated, there is also radiation caused by devices such as welders, thyristors, fluorescent lights, switches operating inductive loads, etc. For the most part, this interference manifests itself as conducted electrical interference and, as such, is dealt with in other parts of the IEC 61000-4 standard series. Methods employed to prevent effects from electromagnetic fields will normally also reduce the effects from these sources.

The electromagnetic environment is determined by the strength of the electromagnetic field. The field strength is not easily measured without sophisticated instrumentation nor is it easily calculated by classical equations and formulas because of the effect of surrounding structures or the proximity of other equipment that will distort and/or reflect the electromagnetic waves.

5 Test levels

The test levels are given in Table 1.

Table 1 – Test levels related to general purpose, digital radio telephones and other RF emitting devices

Level	Test field strength V/m
1	1
2	3
3	10
4	30
x	Special
NOTE x is an open test level and the associated field strength may be any value. This level may be given in the product standard.	

This standard does not suggest that a single test level is applicable over the entire frequency range. Product committees shall select the appropriate test level for each frequency range needing to be tested as well as the frequency ranges. See Annex E for a guidance for product committees on the selection of test levels.

The test field strength column gives values of the unmodulated carrier signal. For testing of equipment, this carrier signal is 80 % amplitude modulated with a 1 kHz sine wave to simulate actual threats (see Figure 1). Details of how the test is performed are given in Clause 8.

5.1 Test levels related to general purposes

The tests are normally performed without gaps in the frequency range 80 MHz to 1 000 MHz.

NOTE 1 Product committees may decide to choose a lower or higher transition frequency than 80 MHz between IEC 61000-4-3 and IEC 61000-4-6 (see Annex G).

NOTE 2 Product committees may select alternative modulation schemes for equipment under test.

NOTE 3 IEC 61000-4-6 also defines test methods for establishing the immunity of electrical and electronic equipment against radiated electromagnetic energy. It covers frequencies below 80 MHz.

5.2 Test levels related to the protection against RF emissions from digital radio telephones and other RF emitting devices

The tests are normally performed in the frequency ranges 800 MHz to 960 MHz and 1,4 GHz to 6,0 GHz.

The frequencies or frequency bands to be selected for the test are limited to those where mobile radio telephones and other intentional RF emitting devices actually operate. It is not intended that the test needs to be applied continuously over the entire frequency range from 1,4 GHz to 6 GHz. For those frequency bands used by mobile radio telephones and other intentional RF emitting devices, specific test levels may be applied in the corresponding frequency range of operation.

Also if the product is intended to conform only to the requirements of particular countries, the measurement range 1,4 GHz to 6 GHz may be reduced to cover just the specific frequency bands allocated to digital mobile telephones and other intentional RF emitting devices in those countries. In this situation, the decision to test over reduced frequency ranges shall be documented in the test report.

NOTE 1 Annex A contains an explanation regarding the decision to use sine wave modulation for tests related to protection against RF emissions from digital radio telephones and other intentional RF emitting devices.

NOTE 2 Annex E contains guidance with regard to selecting test levels.

NOTE 3 The measurement ranges for Table 2 are the frequency bands generally allocated to digital radio telephones (Annex G contains the list of frequencies known to be allocated to specific digital radio telephones at the time of publication).

NOTE 4 The primary threat above 800 MHz is from radio telephone systems and other intentional RF emitting devices with power levels similar to that of radio telephones. Other systems operating in this frequency range, e.g. radio LANs operating at 2,4 GHz or higher frequencies, are generally very low power (typically lower than 100 mW), so they are much less likely to present significant problems.

6 Test equipment

The following types of test equipment are recommended:

- *Anechoic chamber*: of a size adequate to maintain a uniform field of sufficient dimensions with respect to the equipment under test (EUT). Additional absorbers may be used to damp reflections in chambers which are not fully lined.
- *EMI filters*: care shall be taken to ensure that the filters introduce no additional resonance effects on the connected lines.
- *RF signal generator(s)* capable of covering the frequency band of interest and of being amplitude modulated by a 1 kHz sine wave with a modulation depth of 80%. They shall have manual control (e.g., frequency, amplitude, modulation index) or, in the case of RF synthesizers, they shall be programmable with frequency-dependent step sizes and dwell times.

The use of low-pass or band-pass filters may be necessary to avoid problems caused by harmonics.

- *Power amplifiers*: to amplify signal (unmodulated and modulated) and provide antenna drive to the necessary field level. The harmonics generated by the power amplifier shall be such that any measured field strength in the UFA at each harmonic frequency shall be at least 6 dB below that of the fundamental frequency (see Annex D).
- *Field generating antennas (see Annex B)*: biconical, log periodic, horn or any other linearly polarized antenna system capable of satisfying frequency requirements.
- *An isotropic field sensor* with adequate immunity of any head amplifier and optoelectronics to the field strength to be measured, and a fibre optic link to the indicator outside the chamber. An adequately filtered signal link may also be used.
- *Associated equipment to record the power levels* necessary for the required field strength and to control the generation of that level for testing.

Care shall be taken to ensure adequate immunity of the auxiliary equipment.

6.1 Description of the test facility

Because of the magnitude of the field strengths generated, the tests shall be made in a shielded enclosure in order to comply with various national and international laws prohibiting interference to radio communications. In addition, since most test equipment used to collect data is sensitive to the local ambient electromagnetic field generated during the execution of the immunity test, the shielded enclosure provides the necessary "barrier" between the EUT and the required test instrumentation. Care shall be taken to ensure that the interconnection wiring penetrating the shielded enclosure adequately attenuates the conducted and radiated emission and preserves the integrity of the EUT signal and power responses.

The test facility typically consists of an absorber-lined shielded enclosure large enough to accommodate the EUT whilst allowing adequate control over the field strengths. This includes anechoic chambers or modified semi-anechoic chambers, an example of which is shown in Figure 2. Associated shielded enclosures should accommodate the field generating and monitoring equipment, and the equipment which exercises the EUT.

Anechoic chambers are less effective at lower frequencies. Particular care shall be taken to ensure the uniformity of the generated field at the lower frequencies. Further guidance is given in Annex C.

6.2 Calibration of field

The purpose of field calibration is to ensure that the uniformity of the field over the test sample is sufficient to ensure the validity of the test results. IEC 61000-4-3 uses the concept of a uniform field area (UFA, see Figure 3), which is a hypothetical vertical plane of the field in which variations are acceptably small. In a common procedure (field calibration), the capability of the test facility and the test equipment to generate such a field is demonstrated. At the same time, a database for setting the required field strength for the immunity test is obtained. The field calibration is valid for all EUTs whose individual faces (including any cabling) can be fully covered by the UFA.

The field calibration is performed with no EUT in place (see Figure 3). In this procedure, the relationship between field strength within the UFA and forward power applied to the antenna is determined. During the test, the required forward power is calculated from this relationship and the target field strength. The calibration is valid as long as the test setup used for it remains unchanged for testing, therefore the calibration setup (antenna, additional absorber, cables, etc.) shall be recorded. It is important that the exact position, as much as is reasonably possible, of the generating antennas and cables is documented. Since even small displacements may significantly affect the field, the same positions shall be used also for the immunity test.

It is intended that the full field calibration process should be carried out annually and when changes have been made in the enclosure configuration (absorber replaced, area moved, equipment changed, etc.). Before each batch of testing (see Clause 8), the validity of the calibration shall be checked.

The transmitting antenna shall be placed at a distance sufficient to allow the UFA to fall within the beam of the transmitted field. The field sensor shall be at least 1 m from the field generating antenna. A distance of 3 m between the antenna and the UFA is preferred (see Figure 3). This dimension is measured from the centre of a biconical antenna, or the front tip of a log periodic or combination antenna, or from the front edge of horn or double ridge wave guide antenna. The calibration record and the test report shall state the distance used.

Unless the EUT and its wires can be fully illuminated within a smaller surface, the size of the UFA is at least 1,5 m × 1,5 m with its lower edge established at a height of 0,8 m above the floor. The size of the UFA shall not be less than 0,5 m × 0,5 m. During the immunity test, the EUT shall have the face to be illuminated coincident with this UFA (see Figures 5 and 6).

In order to establish the severity of the test for EUTs and cabling which must be tested close to the floor (earth reference plane), the magnitude of the field is also recorded at 0,4 m height. The obtained data is documented in the calibration record but is not considered for the suitability of the test facility and for the calibration database.

Due to reflections at the floor in a semi-anechoic room, it is difficult to establish a UFA close to an earth reference plane. Additional absorbing material on the earth reference plane may solve this problem (see Figure 2).

The UFA is subdivided into a grid with a grid spacing of 0,5 m (see Figure 4 as an example of an 1,5 m × 1,5 m UFA). At each frequency, a field is considered uniform if its magnitude measured at the grid points is within $\begin{smallmatrix} -0 \\ +6 \end{smallmatrix}$ dB of the nominal value for not less than 75 % of all

grid points (e.g. if at least 12 of the 16 points of an 1,5 m × 1,5 m UFA measured are within the tolerance). For the minimum UFA of 0,5 m × 0,5 m, the field magnitude for all four grid points shall lie within this tolerance.

61000-4-3 © IEC:2006

NOTE 1 – At different frequencies, different measuring points may be within the tolerance.

The tolerance has been expressed as ${}_{+6}^{-0}$ dB to ensure that the field strength does not fall below nominal with an acceptable probability. The tolerance of 6 dB is considered to be the minimum achievable in practical test facilities.

In the frequency range up to 1 GHz, a tolerance greater than +6 dB, up to +10 dB, but not less than -0 dB is allowed for a maximum of 3 % of the test frequencies, provided that the actual tolerance is stated in the test report. In case of dispute, the ${}_{+6}^{-0}$ dB tolerance takes precedence.

If the area intended to be occupied by the face of the actual EUT is larger than 1,5 m × 1,5 m and an UFA with sufficient dimensions (preferred method) can not be realised, then the area to be occupied by the EUT may be illuminated in a series of tests ("partial illumination"). Either:

- a calibration shall be performed at different radiating antenna locations so that the combined UFAs cover the area which will be occupied by the face of the EUT, and the EUT shall then be tested with the antenna in each of these positions successively,
- or the EUT shall be moved to different positions so that each part of it falls within the UFA during at least one of these tests.

NOTE 2 Each of the antenna positions requires a full field calibration

Table 2 below demonstrates the concepts of full illumination and partial illumination as well as where and how they can be applied.

Table 2 – Requirements for uniform field area for application of full illumination, partial illumination and independent windows method

Frequency range	Requirements of UFA size and calibration when the EUT fits completely within UFA (Full Illumination, the preferred method)	Requirements of UFA size and calibration when the EUT does not fit completely within UFA (Partial Illumination and Independent Windows, the alternative methods)
Less than 1 GHz	Minimum UFA size 0,5 m × 0,5 m UFA size in 0,5 m grid size steps (e.g., 0,5 m × 0,5 m; 0,5 m × 1,0 m; 1,0 m × 1,0 m; etc) Calibration in 0,5 m × 0,5 m grid steps 75 % of calibration points within specifications if UFA is larger than 0,5 m × 0,5 m. 100 % (all 4 points) must be in specifications for 0,5 m × 0,5 m UFA.	PARTIAL ILLUMINATION Minimum UFA size 1,5 m × 1,5 m UFA size in 0,5 m grid size steps (e.g., 1,5 m × 1,5 m; 1,5 m × 2,0 m; 2,0 m × 2,0 m; etc) Calibration in 0,5 m × 0,5 m grid steps 75 % of calibration points within specifications

Table 2 (continued)

Frequency range	Requirements of UFA size and calibration when the EUT fits completely within UFA (Full Illumination, the preferred method)	Requirements of UFA size and calibration when the EUT does not fit completely within UFA (Partial Illumination and Independent Windows, the alternative methods)
Greater than 1 GHz	Minimum UFA size 0,5 m × 0,5 m UFA size in 0,5 m grid size steps (e.g., 0,5 m × 0,5 m; 0,5 m × 1,0 m; 1,0 m × 1,0 m; etc) Calibration in 0,5 m × 0,5 m grid steps 75 % of calibration points within specifications if UFA is larger than 0,5 m × 0,5 m. 100 % (all 4 points) must be in specifications for 0,5 m × 0,5 m UFA.	INDEPENDENT WINDOWS METHOD 0,5 m × 0,5 m window (See Annex H) PARTIAL ILLUMINATION 1,5 m × 1,5 m and larger size windows in 0,5 m increments (e.g., 1,5 m × 2,0 m; 2,0 m × 2,0 m; etc) Calibration in 0,5 m × 0,5 m grid steps 75 % of calibration points within specifications if UFA is larger than 0,5 m × 0,5 m. 100 % (all 4 points) must be in specifications for 0,5 m × 0,5 m UFA.

If the requirements of this subclause can only be satisfied up to a certain limiting frequency (higher than 1 GHz), for example because the beam width of the antenna is insufficient to illuminate the entire EUT, then for frequencies higher than this, a second alternative method (known as “the independent window method”), described in Annex H, may be used.

Generally the calibration of the field in anechoic and semi-anechoic chambers has to be performed using the test setup shown in Figure 7. The calibration shall always be performed with an unmodulated carrier for both horizontal and vertical polarisations in accordance with the steps given below. It is required to ensure that the amplifiers can handle the modulation and are not saturated during testing. The preferred method to ensure the amplifiers are not saturated during testing is to carry out the calibration with a field strength at least 1,8 times as high as the field strength to be applied to the EUT. Denote this calibration field strength by E_c . E_c is the value which is applicable only to field calibration. The test field strength E_t shall not exceed $E_c/1,8$.

NOTE 3 Other methods to ensure avoiding saturation may be used.

Two different calibration methods are described below using an 1,5 m × 1,5 m UFA (16 grid points) as an example. These methods are considered to give the same field uniformity.

6.2.1 Constant field strength calibration method

The constant field strength of the uniform field shall be established and measured via a calibrated field sensor at each particular frequency and at each of the 16 points one after the other (see Figure 4) using the step size given in Clause 8, by adjusting the forward power accordingly.

The forward power necessary to establish the field strength chosen shall be measured in accordance with Figure 7 and is to be recorded in dBm for the 16 points.

61000-4-3 © IEC:2006

Procedure to be followed at both horizontal and vertical polarisations:

- a) Position the sensor at one of the 16 points in the grid (see Figure 4), and set the frequency of the signal generator output to the lowest frequency in the range of the test (for example 80 MHz).
- b) Adjust the forward power to the field-generating antenna so that the field strength obtained is equal to the required calibration field strength E_c . Record the forward power reading.
- c) Increase the frequency by a maximum of 1 % of the present frequency.
- d) Repeat steps b) and c) until the next frequency in the sequence would exceed the highest frequency in the range of the test. Finally, repeat step b) at this highest frequency (for example 1 GHz).
- e) Repeat steps a) to d) for each point in the grid.

At each frequency:

- f) Sort the 16 forward power readings into ascending order.
- g) Start at the highest value and check if at least the 11 readings below this value are within the tolerance of -6 dB to $+0$ dB of that value.
- h) If they are not within this tolerance of -6 dB to $+0$ dB, go back to the same procedure, starting by the reading immediately below and so on (notice that there are only five possibilities for each frequency).
- i) Stop the procedure if at least 12 numbers are within 6 dB and record the maximum forward power out of the numbers. Denote this forward power by P_c .
- j) Confirm that the test system (e.g. the power amplifier) is not in saturation. Assuming that E_c has been chosen as 1,8 times E_t , perform the following procedure at each calibration frequency:
 - j-1) Decrease the output from the signal generator by 5,1 dB from the level needed to establish a forward power of P_c , as determined in the above steps. ($-5,1$ dB is the same as E_c 1,8.);
 - j-2) Record the new forward power delivered to the antenna;
 - j-3) Subtract the forward power measured in step j-2 from P_c . If the difference is between 3,1 and 5,1 dB, then the amplifier is not saturated and the test system sufficient for testing. If the difference is less than 3,1 dB, then the amplifier is saturated and is not suitable for testing.

NOTE 1 If at a specific frequency, the ratio between E_c and E_t is R (dB), where $R = 20 \log(E_c/E_t)$, then the test power $P_t = P_c - R$ (dB). The subscripts c and t refer to calibration and test respectively. The field is modulated in accordance with Clause 8.

A description of an example for the calibration is given in D.4.1.

NOTE 2 At each frequency it has to be ensured that the amplifier used is not saturated. This can best be done by checking the 1 dB compression of the amplifier. However, the 1 dB compression of the amplifier is verified with a 50Ω termination when the impedance of an antenna to be used for the test is different from 50Ω . The saturation of the test system is assured by confirming the 2 dB compression point described to step j). For more information refer to the Annex D.

6.2.2 Constant power calibration method

The field strength of the uniform field shall be established and measured via a calibrated field sensor at each particular frequency and at each of the 16 points one after the other (see Figure 4) using the step size given in Clause 8, by adjusting the forward power accordingly.

The forward power necessary to establish the field strength at the starting position shall be measured in accordance with Figure 7 and noted. The same forward power shall be applied for all 16 positions. The field strength created by this forward power is to be recorded at each of the 16 points.

Procedure to be followed at both horizontal and vertical polarisations:

- a) Position the sensor at one of the 16 points in the grid (see Figure 4), and set the frequency of the signal generator output to the lowest frequency in the range of the test (for example 80 MHz).
- b) Apply a forward power to the field-generating antenna so that the field strength obtained equals E_c (taking into account that the test field will be modulated). Record the forward power and field strength readings.
- c) Increase the frequency by a maximum of 1% of the present frequency.
- d) Repeat steps b) and c) until the next frequency in the sequence would exceed the highest frequency in the range of the test. Finally, repeat step b) at this highest frequency (for example 1 GHz).
- e) Move the sensor to another position in the grid. At each of the frequencies and used in steps a) to d), apply the forward power recorded in step b) for that frequency, and record the field strength reading.
- f) Repeat step e) for each point in the grid.

At each frequency :

- g) Sort the 16 field strength readings into ascending order.
- h) Select one field strength as the reference and calculate the deviation from this reference for all other positions in decibels.
- i) Start at the lowest value of the field strength and check if at least 11 readings above this value are within the tolerance of $\begin{smallmatrix} -0 \\ +6 \end{smallmatrix}$ dB of that lowest value.
- j) If they are not within the tolerance of $\begin{smallmatrix} -0 \\ +6 \end{smallmatrix}$ dB, go back to the same procedure, starting by the reading immediately above and so on (notice that there are only five possibilities for each frequency).
- k) Stop the procedure if at least 12 numbers are within 6 dB and take from these numbers the position where the minimum field strength was obtained as the reference.
- l) Calculate the forward power necessary to create the required field strength in the reference position. Denote this forward power by P_c .
- m) Confirm that the test system (e. g. the power amplifier) is not in saturation. Assuming that E_c has been chosen as 1,8 times E_t , perform the following procedure at each calibration frequency:
 - m-1) Decrease the output from the signal generator by 5,1 dB from the level needed to establish a forward power of P_c , as determined in the above steps. (-5,1 dB is the same as $E_c / 1,8$.)
 - m-2) Record the new forward power delivered to the antenna.
 - m-3) Subtract the forward power measured in step m-2 from P_c . If the difference is between 3,1 dB and 5,1 dB, then the amplifier is not saturated and the test system is sufficient for testing. If the difference is less than 3,1 dB, then the amplifier is saturated and is not suitable for testing.

NOTE 1 If at a specific frequency, the ratio between E_c and E_t is $R(\text{dB})$, where $R = 20 \log(E_c/E_t)$, then the test power $P_t = P_c - R(\text{dB})$. The subscripts c and t refer to calibration and test respectively. The field is modulated in accordance with Clause 8.

61000-4-3 © IEC:2006

A description of an example for the calibration is given in D.4.2.

NOTE 2 At each frequency it has to be ensured that the amplifier used is not saturated. This can best be done by checking the 1 dB compression of the amplifier. However, the 1 dB compression of the amplifier is verified with a 50 Ω termination when the impedance of an antenna to be used for the test is different from 50 Ω . The saturation of the test system is assured by confirming the 2 dB compression point described to step m). For more information refer to the Annex D.

7 Test setup

All testing of equipment shall be performed in a configuration as close as possible to actual installation conditions. Wiring shall be consistent with the manufacturer's recommended procedures, and the equipment shall be in its housing with all covers and access panels in place, unless otherwise stated.

If the equipment is designed to be mounted in a panel, rack or cabinet, it shall be tested in this configuration.

A metallic ground plane is not required. When a means is required to support the test sample, it shall be constructed of a non-metallic, non-conductive material. Low dielectric constant (low permittivity) materials, such as rigid polystyrene, should be considered. However, grounding of housing or case of the equipment shall be consistent with the manufacturer's installation recommendations.

When an EUT consists of floor-standing and table-top components, the correct relative positions shall be maintained.

Typical EUT setups are shown in Figures 5 and 6.

NOTE 1 Non-conductive supports are used to prevent accidental earthing of the EUT and distortion of the field. To ensure the latter, the support should be bulk non-conductive, rather than an insulating coating on a metallic structure.

NOTE 2 At higher frequencies (e.g., above 1 GHz), tables or supports made from wood or glass reinforced plastic can be reflective. So, a low dielectric constant (low permittivity) material, such as rigid polystyrene, should be used to avoid field perturbations and to reduce degradation of field uniformity.

7.1 Arrangement of table-top equipment

The equipment to be tested is placed in the test facility on a non-conductive table 0,8 m high.

The equipment is then connected to power and signal wires according to relevant installation instructions.

7.2 Arrangement of floor-standing equipment

Floor-standing equipment should be mounted on a non-conductive support 0,05 m to 0,15 m above the supporting plane. The use of non-conductive supports prevents accidental earthing of the EUT and distortion of the field. To ensure the latter, the support shall be bulk non-conducting, rather than an insulating coating on a metallic structure. Floor-standing equipment which is capable of being stood on a non-conductive 0,8 m high platform, i.e. equipment which is not too large or heavy, or where its elevation would not create a safety hazard, may be so arranged. This variation in the standard method of test shall be recorded in the test report.

NOTE Non-conductive rollers may be used as the 0,05 m to 0,15 m support.

The equipment is then connected to power and signal wires according to relevant installation instructions.

7.3 Arrangement of wiring

Cables shall be attached to the EUT and arranged on the test site according to the manufacturer's installation instructions and shall replicate typical installations and use as much as possible.

The manufacturer's specified wiring types and connectors shall be used. If the wiring to and from the EUT is not specified, unshielded parallel conductors shall be used.

If the manufacturer's specification requires a wiring length of less than or equal to 3 m, then the specified length shall be used. If the length specified is greater than 3 m or is not specified, then the length of cable used shall be chosen according to typical installation practices. If possible, a minimum of 1 m of cable is exposed to the electromagnetic field. Excess length of cables interconnecting units of the EUT shall be bundled low-inductively in the approximate center of the cable to form a bundle 30 cm to 40 cm in length.

If a product committee determines excess cable length needs to be decoupled (for example, for cables leaving the test area), then the decoupling method used shall not impair the operation of the EUT.

7.4 Arrangement of human body-mounted equipment

Human body-mounted equipment (see Definition 3.13) may be tested in the same manner as table top items. However, this may involve over-testing or under-testing because the characteristics of the human body are not taken into account. For this reason, product committees are encouraged to specify the use of a human body simulator with appropriate dielectric characteristics.

8 Test procedure

The test procedure includes:

- the verification of the laboratory reference conditions;
- the preliminary verification of the correct operation of the equipment;
- the execution of the test;
- the evaluation of the test results.

8.1 Laboratory reference conditions

In order to minimize the effect of environmental parameters on test results, the test shall be carried out in climatic and electromagnetic reference conditions as specified in 8.1.1 and 8.1.2.

8.1.1 Climatic conditions

Unless otherwise specified by the committee responsible for the generic or product standard, the climatic conditions in the laboratory shall be within any limits specified for the operation of the EUT and the test equipment by their respective manufacturers.

Tests shall not be performed if the relative humidity is so high as to cause condensation on the EUT or the test equipment.

NOTE Where it is considered that there is sufficient evidence to demonstrate that the effects of the phenomenon covered by this standard are influenced by climatic conditions, this should be brought to the attention of the committee responsible for this standard.

61000-4-3 © IEC:2006

8.1.2 Electromagnetic conditions

The electromagnetic conditions of the laboratory shall be such to guarantee the correct operation of the EUT in order not to influence the test results.

8.2 Execution of the test

The test shall be carried out on the basis of a test plan that shall include the verification of the performances of the EUT as defined in the technical specification.

The EUT shall be tested in normal operating conditions.

The test plan shall specify:

- the size of the EUT;
- representative operating conditions of the EUT;
- whether the EUT shall be tested as table-top or floor-standing, or a combination of the two;
- for floor-standing equipment, the height of the support;
- the type of test facility to be used and the position of the radiating antennas;
- the type of antennas to be used;
- the frequency range, dwell time and frequency steps;
- the size and shape of the uniform field area;
- whether any partial illumination is used;
- the test level to be applied;
- the type(s) and number of interconnecting wires used and the interface port (of the EUT) to which these are to be connected;
- the performance criteria which are acceptable;
- a description of the method used to exercise the EUT.

The test procedures described in this clause are for the use of field generating antennas as defined in Clause 6.

Before testing the intensity of the calibrated field strength should be checked to verify that the test equipment/system is operating properly.

After the calibration has been verified, the test field can be generated using the values obtained from the calibration (see 6.2).

The EUT is initially placed with one face coincident with the calibration plane. The EUT face being illuminated shall be contained within the UFA unless partial illumination is being applied. See Clause 6.2 regarding field calibration and use of partial illumination.

The frequency ranges to be considered are swept with the signal modulated according to 5.1 and 5.2, pausing to adjust the RF signal level or to switch oscillators and antennas as necessary. Where the frequency range is swept incrementally, the step size shall not exceed 1 % of the preceding frequency value.

The dwell time of the amplitude modulated carrier at each frequency shall not be less than the time necessary for the EUT to be exercised and to respond, but shall in no case be less than 0,5 s. The sensitive frequencies (e.g., clock frequencies) shall be analyzed separately according to the requirements in product standards.

The test shall normally be performed with the generating antenna facing each side of the EUT. When equipment can be used in different orientations (i.e. vertical or horizontal) all sides shall be exposed to the field during the test. When technically justified, some EUTs can be tested by exposing fewer faces to the generating antenna. In other cases, as determined for example by the type and size of EUT or the frequencies of test, more than four azimuths may need to be exposed.

NOTE 1 As the electrical size of the EUT increases, the complexity of its antenna pattern also increases. The antenna pattern complexity can affect the number of test orientations necessary to determine minimum immunity.

NOTE 2 If an EUT consists of several components, it is not necessary to modify the position of each component within the EUT while illuminating it from different sides.

The polarization of the field generated by each antenna necessitates testing each selected side twice, once with the antenna positioned vertically and again with the antenna positioned horizontally.

Attempts shall be made to fully exercise the EUT during testing, and to interrogate all the critical exercise modes selected for the immunity test. The use of special exercising programmes is recommended.

9 Evaluation of test results

The test results shall be classified in terms of the loss of function or degradation of performance of the equipment under test, relative to a performance level defined by its manufacturer or the requestor of the test, or agreed between the manufacturer and the purchaser of the product. The recommended classification is as follows:

- a) normal performance within limits specified by the manufacturer, requestor or purchaser;
- b) temporary loss of function or degradation of performance which ceases after the disturbance ceases, and from which the equipment under test recovers its normal performance, without operator intervention;
- c) temporary loss of function or degradation of performance, the correction of which requires operator intervention;
- d) loss of function or degradation of performance which is not recoverable, owing to damage to hardware or software, or loss of data.

The manufacturer's specification may define effects on the EUT which may be considered insignificant, and therefore acceptable.

This classification may be used as a guide in formulating performance criteria, by committees responsible for generic, product and product-family standards, or as a framework for the agreement on performance criteria between the manufacturer and the purchaser, for example where no suitable generic, product or product-family standard exists.

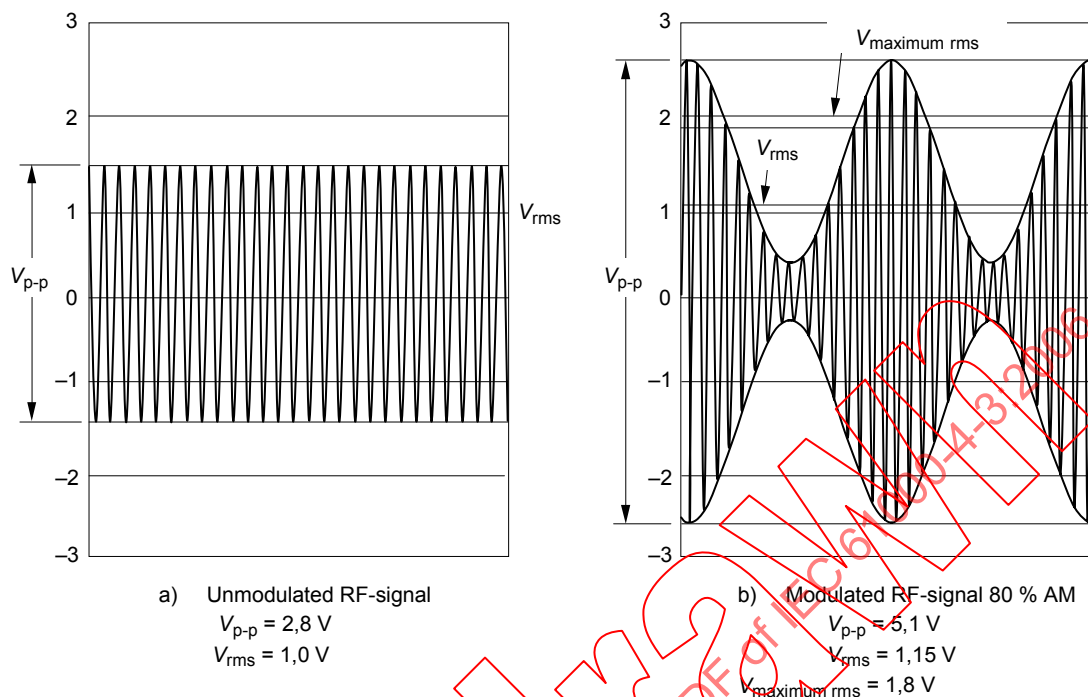
10 Test report

The test report shall contain all the information necessary to reproduce the test. In particular, the following shall be recorded:

- the items specified in the test plan required by Clause 8 of this standard;
- identification of the EUT and any associated equipment, for example, brand name, product type, serial number;

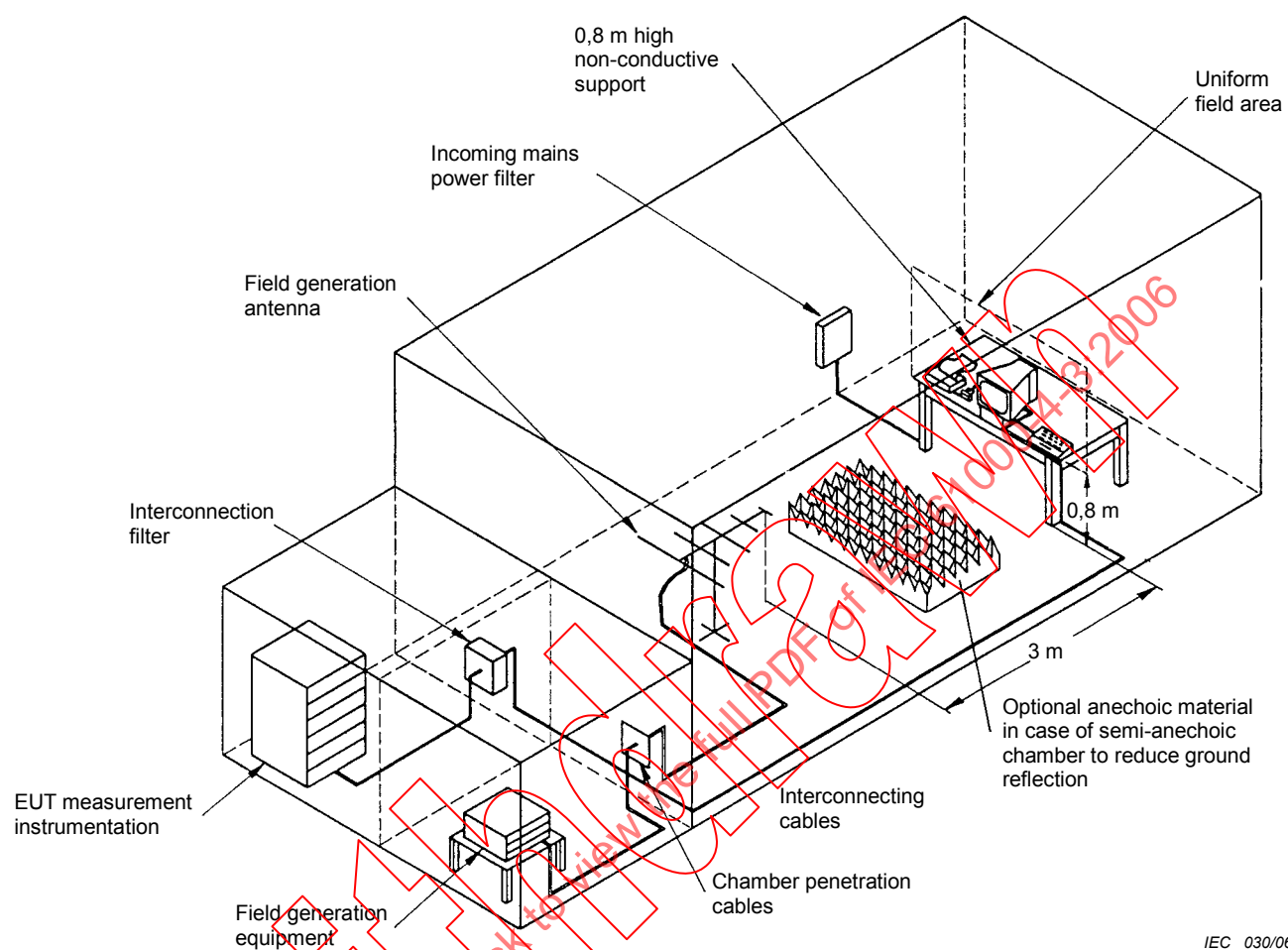
61000-4-3 © IEC:2006

- identification of the test equipment, for example, brand name, product type, serial number;
- any special environmental conditions in which the test was performed;
- any specific conditions necessary to enable the test to be performed;
- performance level defined by the manufacturer, requestor or purchaser;
- performance criterion specified in the generic, product or product-family standard;
- any effects on the EUT observed during or after the application of the test disturbance, and the duration for which these effects persist;
- the rationale for the pass/fail decision (based on the performance criterion specified in the generic, product or product-family standard, or agreed between the manufacturer and the purchaser);
- any specific conditions of use, for example cable length or type, shielding or grounding, or EUT operating conditions, which are required to achieve compliance;
- a complete description of the cabling and equipment position and orientation shall be included in the test report; in some cases a picture may be sufficient for that



IEC 029/06

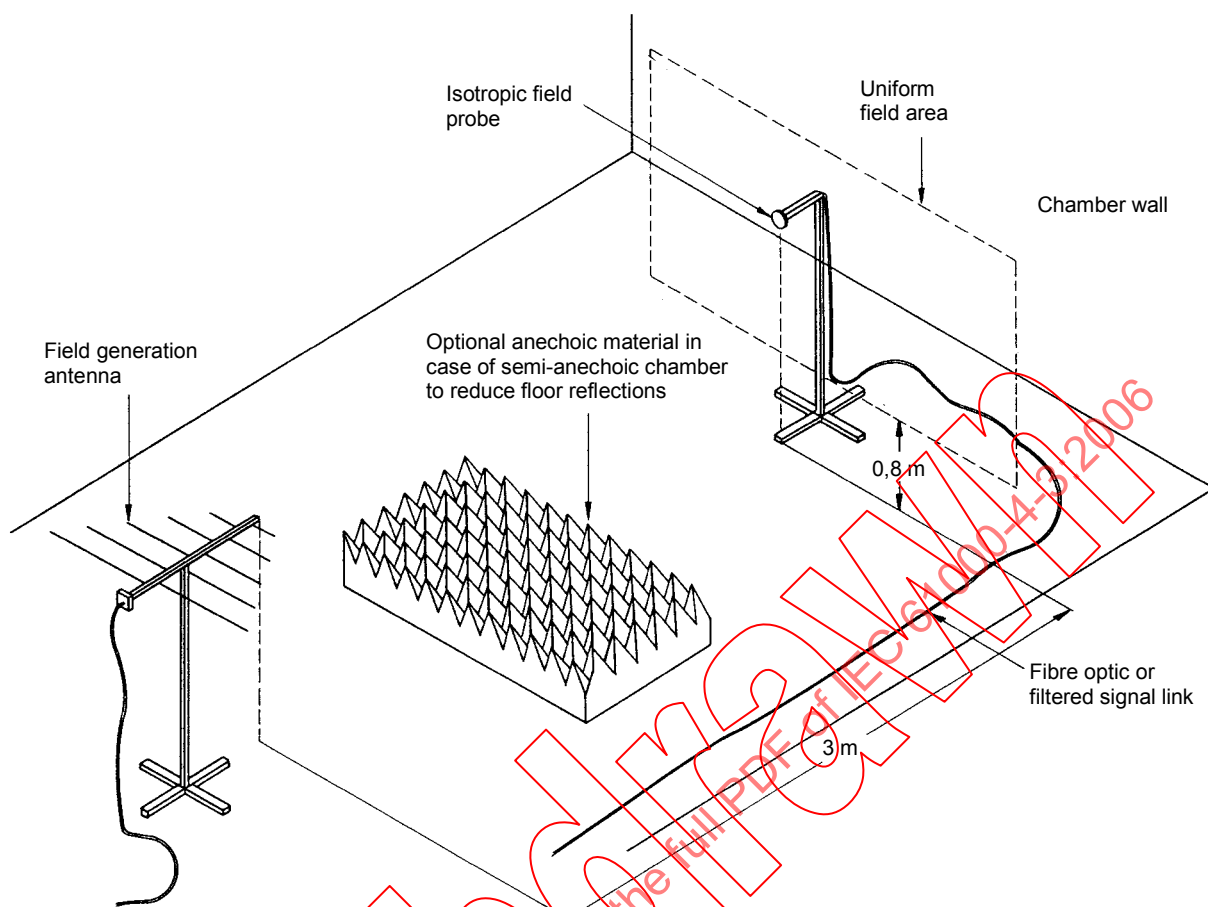
Figure 1 – Definition of the test level and the waveshapes occurring at the output of the signal generator



IEC 030/06

NOTE Anechoic lining material on walls and ceiling has been omitted for clarity.

Figure 2 – Example of suitable test facility



IEC 031/06

Figure 3 – Calibration of field

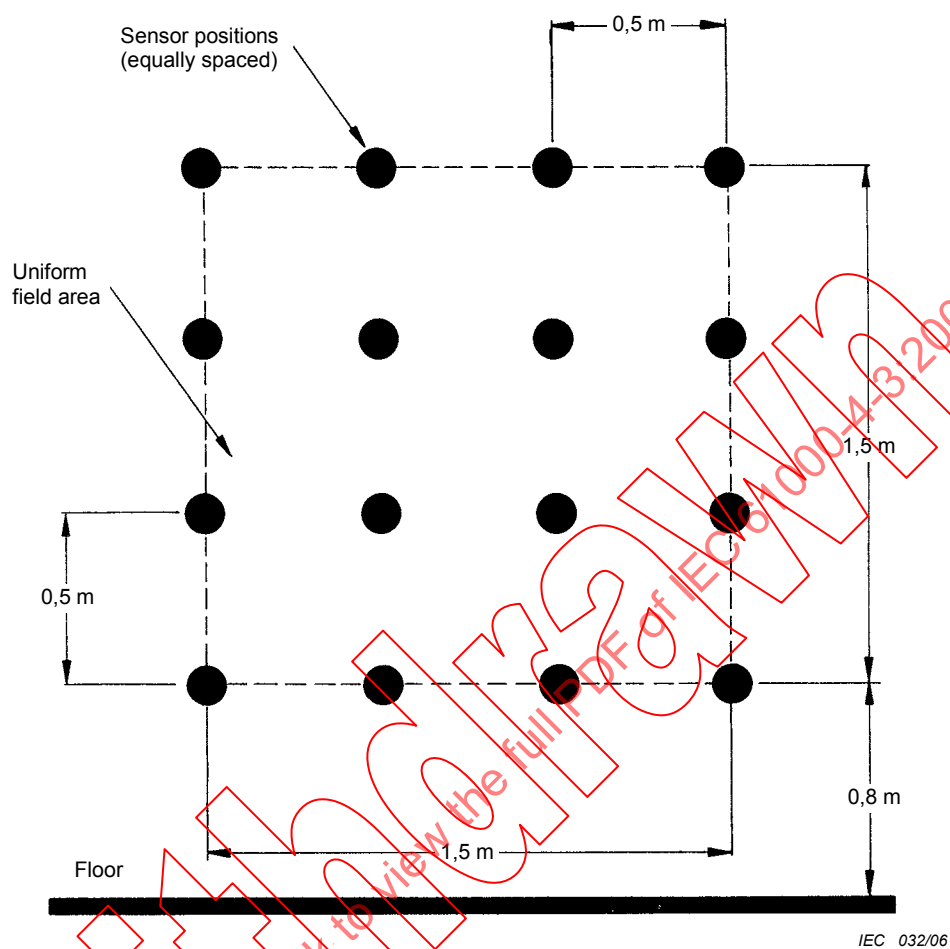


Figure 4 – Calibration of field, dimensions of the uniform field area

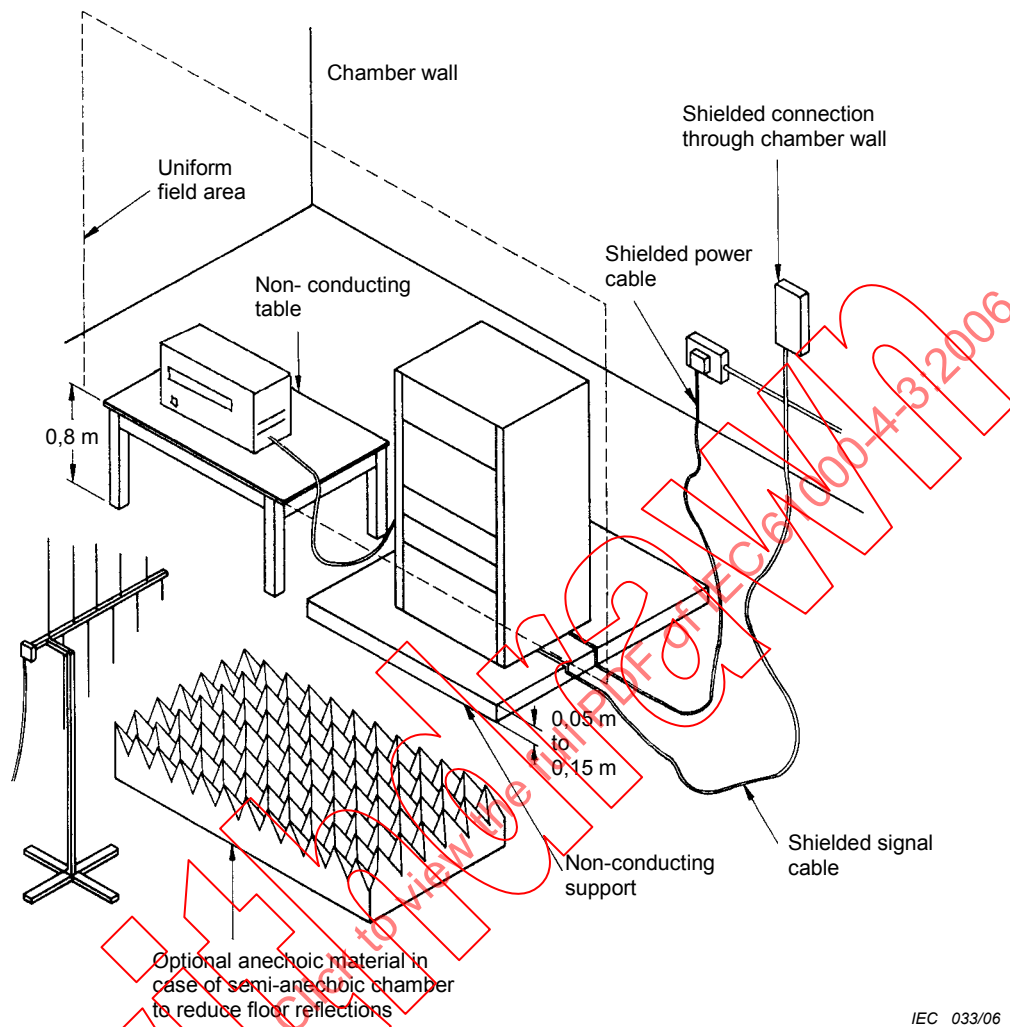
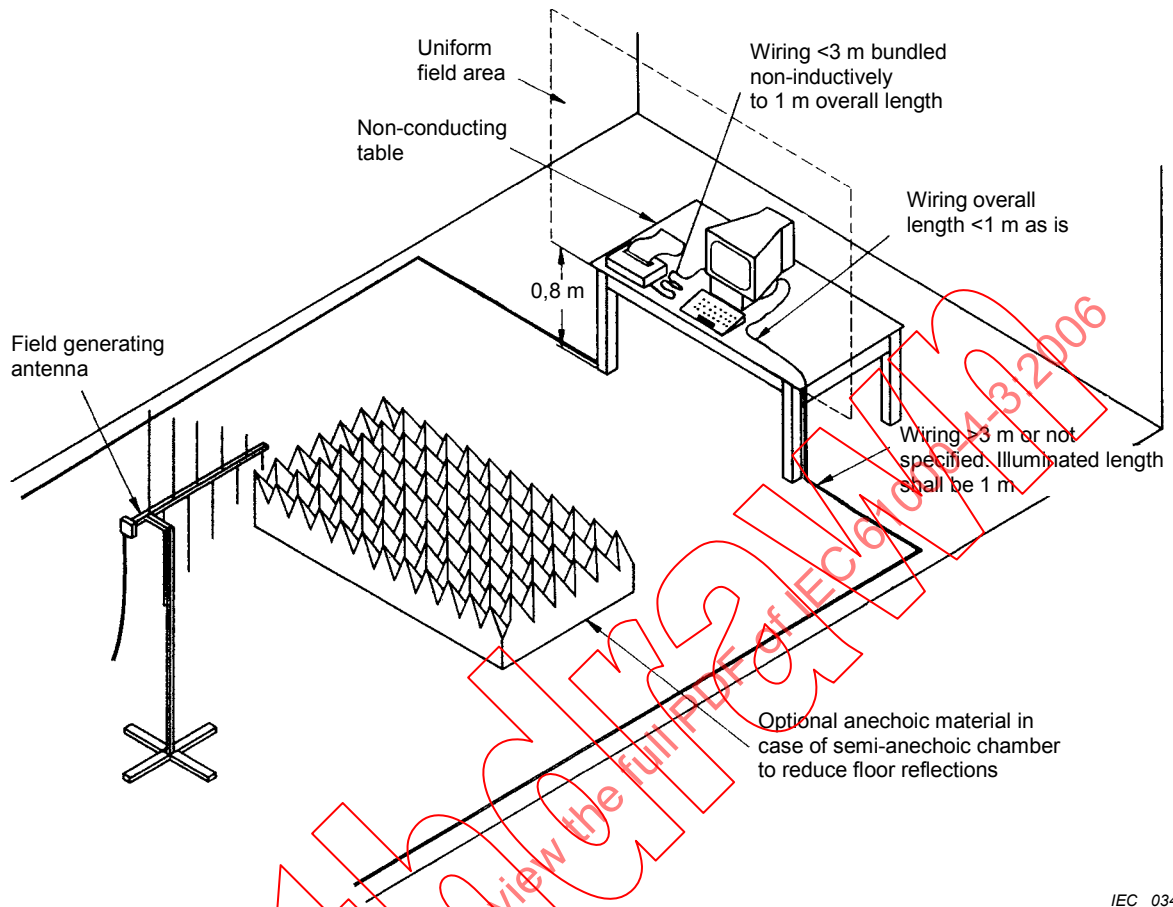
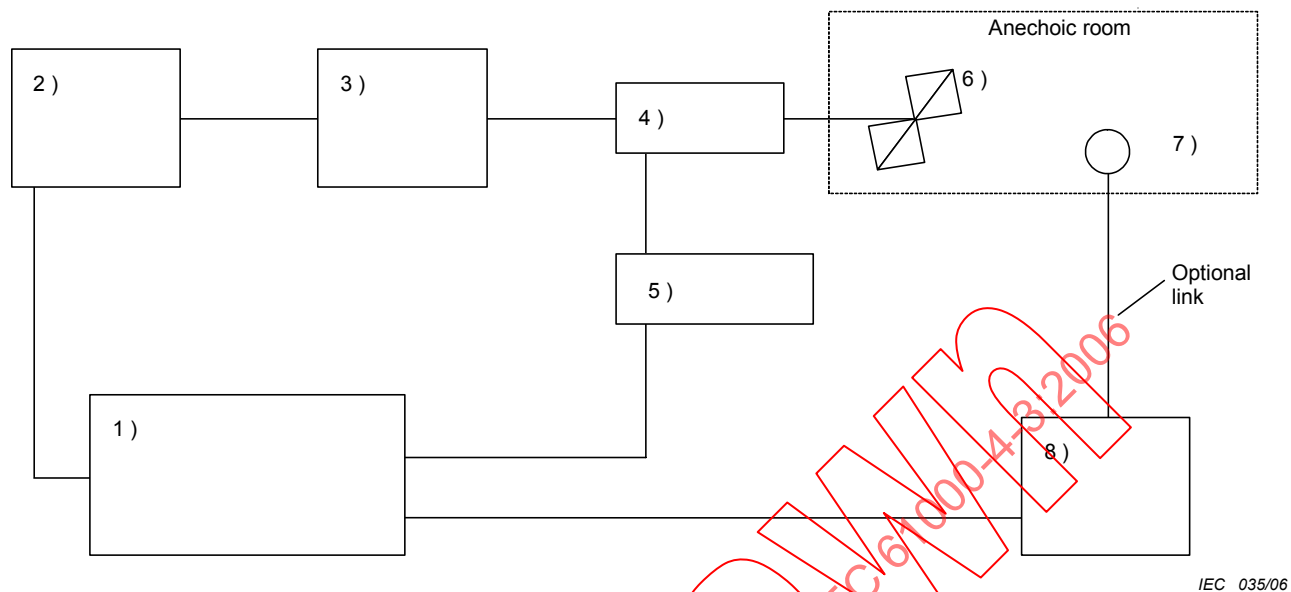


Figure 5 – Example of test setup for floor-standing equipment



IEC 034/06

Figure 6 – Example of test setup for table-top equipment



IEC 035/06

- 1) Controller, for example PC
- 2) Signal generator
- 3) Power amplifier
- 4) Directional coupler ^a
- 5) Measuring instrument ^a
- 6) Transmitting antenna
- 7) Field sensor
- 8) Field meter

^a The directional coupler and power meter may be replaced by a forward power detector or monitor inserted between amplifier 3) and antenna 6).

Figure 7 – Measuring set-up

Annex A (informative)

Rationale for the choice of modulation for tests related to the protection against RF emissions from digital radio telephones

A.1 Summary of available modulation methods

The essential threat above 800 MHz comes from digital radio telephones using non-constant envelope modulation. During the development of this standard, the following modulation methods were considered for the electromagnetic field:

- sine wave amplitude modulation, 80 % AM at 1 kHz rate;
- square wave amplitude modulation, 1:2 duty cycle, 100 % AM at 200 Hz rate;
- pulsed RF signal approximately simulating the characteristics of each system, e.g. 1:8 duty cycle at 200 Hz for GSM, 1:24 duty cycle at 100 Hz for DECT portables, etc. (see Annex G for definitions of GSM and DECT);
- pulsed RF signal simulating exactly the characteristics of each system, e.g. for GSM: 1:8 duty cycle at 200 Hz plus secondary effects such as discontinuous transmission mode (2 Hz modulation frequency) and multi-frame effects (8 Hz frequency component).

The merits of the respective systems are summarised in Table A.1.

Table A.1 – Comparison of modulation methods

(see Annex G for definitions of GSM and DECT)

Modulation method	Advantages	Disadvantages
Sine wave AM	1 Experimentation has shown that good correlation may be established between the interfering effects of different types of non-constant envelope modulation provided the maximum RMS levels remains the same. 2 It is not necessary to specify (and measure) the rise time of the TDMA pulse. 3 Used in this standard and in IEC 61000-4-6. 4 Field generation and monitoring equipment is readily available. 5 For analogue audio equipment, demodulation in the equipment under test produces an audio response which can be measured with a narrow band level meter, thereby reducing background noise. 6 Has already been shown to be effective at simulating the effects of other modulation types (e.g. FM, phase modulation, pulse modulation) at lower frequencies.	1 Does not simulate TDMA. 2 Slight over-test for second law receptors. 3 May miss some failure mechanisms.
Square wave AM	1 Similar to TDMA. 2 Can be applied universally. 3 May reveal "unknown" failure mechanisms (sensitive to the large rate of change of the RF envelope).	1 Does not exactly simulate TDMA. 2 Requires non-standard equipment to generate the signal. 3 Demodulation in EUT produces a broadband audio response which shall be measured with a broadband level meter, thereby raising background noise. 4 Necessary to specify the rise time.
Pulsed RF	1 Good simulation of TDMA. 2 May reveal "unknown" failure mechanisms (sensitive to the large rate of change of the RF envelope).	1 Requires non-standard equipment to generate the signal. 2 The details of the modulation need to be varied to match each of the different systems (e.g. GSM, DECT, etc.). 3 Demodulation in EUT produces a broadband audio response which shall be measured with a broadband level meter, thereby raising background noise. 4 Necessary to specify the rise time.

A.2 Experimental results

A series of experiments has been performed to assess the correlation between the modulation method used for the disturbing signal and the interference produced.

The modulation methods investigated were as follows:

- a) sine wave 80 % AM at 1 kHz;
- b) "GSM-like" pulsed RF, duty cycle 1:8 at 200 Hz;
- c) "DECT-like" pulsed RF, duty cycle 1:2 at 100 Hz (base station);
- d) "DECT-like" pulsed RF, duty cycle 1:24 at 100 Hz (portable).

Only one of the "DECT-like" modulations was used in each case.

The results are summarised in Tables A.2 and A.3.

Table A.2 – Relative interference levels a

Modulation method ^b		Sine wave 80 % AM at 1 kHz	"GSM-like" duty cycle 1:8 at 200 Hz	"DECT-like" duty cycle 1:24 at 100 Hz
↓ Equipment	↓ Audio response	dB	dB	dB
Hearing aid ^c	Unweighted 21 Hz – 21 kHz	0 ^d	0	–3
	A-weighted	0	–4	–7
Analogue telephone set ^e	Unweighted	0 ^d	–3	–7
	A-weighted	–1	–6	–8
Radio set ^f	Unweighted	0 ^d	+1	–2
	A-weighted	–1	–3	–7

^a The audio response to the disturbance is the interference level. A low interference level means a high-immunity level.

^b Important: the carrier amplitude is adjusted so that the maximum RMS value (see Clause 3) of the disturbing signal (exposure) is the same for all modulations.

^c The exposure is produced by an incident electromagnetic field at 900 MHz. The duty cycle for the DECT-like modulation is 1:2 instead of 1:24. The audio response is the acoustical output measured with an artificial ear connected via a 0,5 m PVC tube.

^d This case is chosen as the reference audio response, i.e. 0 dB.

^e The exposure is an RF current injected into the telephone cable at 900 MHz. The audio response is the audio-frequency voltage measured on the telephone line.

^f The exposure is an RF current injected into the mains cable at 900 MHz. The audio response is the audio output from the loudspeaker measured with a microphone.

Table A.3 – Relative immunity levels ^a

Modulation method ^b		Sine wave 80 % AM at 1 kHz	"GSM-like" duty cycle 1:8 at 200 Hz	"DECT-like" duty cycle 1:24 at 100 Hz
↓ Equipment	↓ Response	dB	dB	dB
TV set ^c	Noticeable interference	0 ^d	–2	–2
	Strong interference	+4	+1	+2
	Screen off	~+19	+18	+19
Data terminal with RS232 interface ^e	Interference on the video screen	0 ^d	0	–
	Data errors	> +16	> +16	–
RS232 modem ^f	Data errors (injected on telephone interface)	0 ^d	0	0
	Data errors (injected on RS232 interface)	> +9	> +9	> +9
Regulated laboratory supply ^g	2 % error in DC output current	0 ^d	+3	+7
SDH cross connect ^h	Bit error threshold	0 ^d	0	–

^a The numbers in the table are a relative measure of the maximum RMS level (see Clause 3) of the disturbing signal (exposure) necessary to produce the same degree of interference with all modulations. A high decibel level means high immunity.

^b The disturbing signal is adjusted so that the same response (interference) is produced with all modulations.

^c The exposure is an RF current injected into the mains cable at 900 MHz. The response is the degree of interference produced on the screen. The assessment is rather subjective as the interference patterns are different for the different cases.

^d This case is chosen as the reference immunity level, i.e. 0 dB.

^e The exposure is an RF current injected into the RS232 cable at 900 MHz.

^f The exposure is an RF current injected into either the telephone or the RS232 cable at 900 MHz.

^g The exposure is an RF current at 900 MHz injected into the d.c. output cable.

^h SDH = synchronous digital hierarchy. The exposure is an incident electromagnetic field at 935 MHz.

The following items of digital equipment were tested using both sine wave AM and pulse modulation (duty cycle 1:2) at field strengths of up to 30 V/m:

- hand dryer with microprocessor control;
- 2 Mb modem with 75 Ω coaxial cable;
- 2 Mb modem with 120 Ω twisted pair cable;
- industrial controller with microprocessor, video display and RS485 interface;
- train display system with microprocessor;
- credit card terminal with modem output;
- digital multiplexer 2/34 Mb;
- Ethernet repeater (10 Mb/s).

All failures were associated with the analogue functions of the devices.

61000-4-3 © IEC:2006

A.3 Secondary modulation effects

When trying to simulate exactly the modulation used in a digital radio telephone system, it is important not only to simulate the primary modulation but also to consider the impact of any secondary modulation which may be present.

For example, with GSM and DCS 1800, there are multi-frame effects caused by the suppression of a burst every 120 ms (thereby creating a frequency component at approximately 8 Hz). There may also be additional modulation at 2 Hz from the optional discontinuous transmission (DTX) mode.

A.4 Conclusion

It can be seen from the cases studied that the items tested responded to the disturbances independently of the modulation method used. When comparing the effects of different modulations, it is important to ensure that the same maximum RMS level of interfering signal is used.

Where significant differences existed between the effects of different modulation types, sine wave AM was always the most severe.

Where different responses are observed for sine wave modulation and TDMA, the product specific difference may be corrected by appropriate adjustment of the compliance criteria in the product standard.

In summary, sine wave modulation has the following advantages:

- narrow band detection response in analogue systems reducing background noise problems;
- universal applicability, i.e. no attempt to simulate the behaviour of the disturbing source;
- same modulation at all frequencies;
- always at least as severe as pulse modulation.

For the reasons stated above, the modulation method defined in this standard is 80 % AM sine wave. It is recommended that product committees change the modulation method only if there are specific reasons requiring a different type of modulation.

Annex B (informative)

Field generating antennas

B.1 Biconical antenna

This antenna consists of a coaxial balun and three-dimensional element which provide a broad frequency range and can be used both for transmitting and receiving. The antenna factor curve is a substantially smooth line, typically increasing with frequency.

The compact size of these antenna makes them ideal for use in restricted areas such as anechoic chambers as proximity effects are minimized.

B.2 Log-periodic antenna

A log-periodic antenna is an array of dipoles of different lengths connected to a transmission line.

These broadband antennas have a relatively high gain and low VSWR.

When choosing an antenna for the generation of fields, it should be established that the balun can handle the necessary power.

B.3 Horn antenna and double ridge wave guide antenna

Horn antennas and double ridge wave guide antennas produce linearly polarised electromagnetic fields. They are typically used at frequencies above 1 000 MHz.

Annex C (informative)

Use of anechoic chambers

C.1 General anechoic chamber information

A semi-anechoic chamber is a shielded enclosure having radio absorbing material on the walls and ceiling. Anechoic chambers also have such lining on the floor.

The purpose of this lining is to absorb the RF energy, preventing reflections back into the chamber. Such reflections, by interfering in a complex way with the directly radiated field, can produce maxima and minima in the intensity of the generated field.

The reflection loss of the absorbing material generally depends on the frequency of the incident wave and its angle to the normal. The loss (absorption) is typically greatest at normal incidence and decreases as the angle of incidence increases.

In order to break up reflections and enhance absorption, the absorbing material is often shaped into wedges or cones.

For semi-anechoic chambers, modification by the addition of extra RF absorbing material on the floor helps to achieve the required field uniformity at all frequencies. Experimentation will reveal the materials and positions for such additions.

The additional absorbing material should not be placed in the direct illumination path from the antenna to the EUT, but should be positioned in the identical location and orientation for testing as used during the calibration procedure.

Uniformity can also be improved by placing the field generating antenna off the axis of the chamber, such that any reflections are not symmetrical.

Anechoic chambers are less effective at low frequencies (below 30 MHz), whereas ferrite-lined chambers may also be less effective at frequencies above 1 GHz. Care shall be taken to ensure the uniformity of the generated field at the lowest and highest frequencies, and it may be necessary to rework the chamber.

C.2 Suggested adjustments to adapt for use at frequencies above 1 GHz ferrite-lined chambers designed for use at frequencies up to 1 GHz

Most of the existing small anechoic chambers which use ferrite as an absorber are designed for use at frequencies up to 1 GHz. At frequencies above 1 GHz, it may be difficult or impossible for such chambers to satisfy the field uniformity requirement of 6.2 of this standard.

This paragraph presents information on the procedures to adapt such chambers for testing at frequencies above 1 GHz using the method described in Annex H.

C.2.1 Problems caused by the use of ferrite-lined chambers for radiated field immunity tests at frequencies above 1 GHz

The problem described below may occur, for example, in a small ferrite-lined anechoic chamber, or in a small (typically 7 m (*l*) × 3 m (*w*) × 3 m (*h*)) anechoic chamber lined with a combination of ferrite and carbon-loaded absorbers.

At frequencies above 1 GHz, the ferrite tiles usually behave as reflectors rather than as absorbers. It is very difficult to establish a uniform field over a 1,5 m × 1,5 m area at these frequencies owing to multiple reflections from the inner surfaces of the chamber (see Figure C.1).

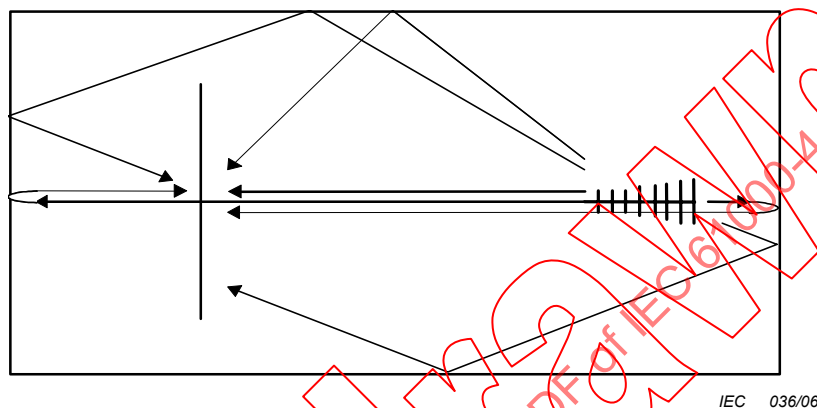


Figure C.1 – Multiple reflections in an existing small anechoic chamber

At the frequencies of the radio telephone bands, the wavelength is shorter than 0,2 m. This means that test results are very sensitive to the positioning of the field-generating antenna and the field sensor or EUT.

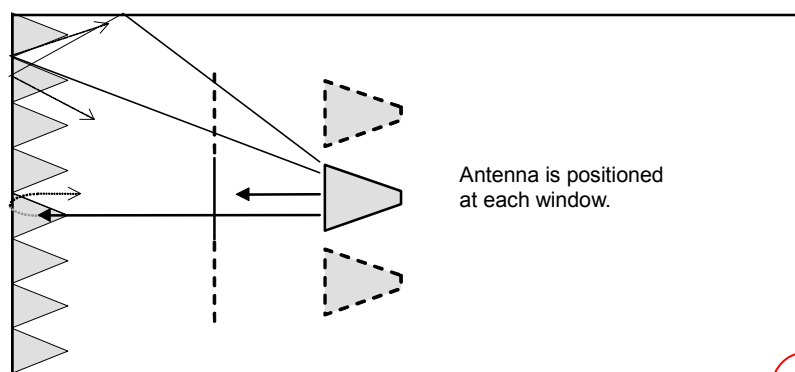
C.2.2 Possible solution

In order to solve existing problems, the following procedures are suggested.

- Use a horn antenna or a double-ridge wave guide antenna to reduce the field radiated backwards. This also decreases reflections from the side walls of the chamber because of the narrow beam width of the antenna.
- Shorten the distance between the transmitting antenna and EUT to minimize reflections from the side walls (the distance between the antenna and EUT can be reduced to 1 m). Use the method of 0,5 m × 0,5 m independent windows (Annex H) to ensure that the EUT is exposed to a uniform field.
- Attach medium-loaded carbon type anechoic material to the rear wall facing the EUT to eliminate direct reflection. This reduces the sensitivity of the test to the positioning of the EUT and antenna. It also may improve field uniformity at frequencies below 1 GHz.

NOTE If a highly-loaded carbon type anechoic material is used, it may be difficult to satisfy the requirement for field uniformity at frequencies below 1 GHz.

Following the above procedures will eliminate most of the reflected waves (see Figure C.2).



IEC 037/06

Figure C.2 – Most of the reflected waves are eliminated

Annex D (informative)

Amplifier non-linearity and example for the calibration procedure according to 6.2

D.1 Objective of limiting amplifier distortion

The goal is to keep amplifier non-linearity at a level low enough such that it does not dominate the uncertainty of the value of the field strength. Consequently, a guideline is given to assist test laboratories in understanding and limiting amplifier saturation effects.

D.2 Possible problems caused by harmonics and saturation

Overloading the amplifier may result in the following scenarios.

- a) The harmonics may contribute significantly to the field.
 - 1) If this occurs during calibration, the field strength at the intended frequency is incorrectly measured, as the broadband field probe will measure the fundamental and its harmonics. For example, assume that the third harmonic is 15 dB below the fundamental frequency at the antenna terminal and all other harmonics can be ignored. Further assume that the effective antenna factor is 5 dB lower at the frequency of the third harmonic than at the fundamental frequency. The field strength of the fundamental frequency will be only 10 dB larger than the field strength of the third harmonic. If a total field strength of 10 V/m is measured, the fundamental frequency will contribute 9.5 V/m. This is an acceptable error, as it is smaller than the field probe amplitude uncertainty.
 - 2) If harmonics are significantly present during a test, they may cause an EUT failure although the EUT is robust at the intended fundamental frequency but not robust at the harmonic frequency.
- b) Harmonics may also affect the test result, even if they are very well suppressed in special situations. For example, if a 900 MHz receiver is tested, even very weak harmonics of a 300 MHz signal may overload the receiver input. A similar scenario may also occur if the signal generator outputs non-harmonically-related signals.
- c) Saturation may be present without measurable harmonics. This occurs if the amplifier has a low pass output filter which suppresses the harmonics. This situation may also lead to incorrect results.
 - 1) If this occurs during calibration, wrong calibration data will be derived as the assumption of linearity is used in the algorithm described in 6.2.
 - 2) During a test, this type of saturation will lead to an incorrect modulation index and harmonics of the modulation frequency (usually 1 000 Hz).

From the examples given above, it is clear that a numerical limit for amplifier distortion can not be given, as the effect of distortion depends heavily on the type of EUT tested.

D.3 Options for controlling amplifier non-linearity

D.3.1 Limiting the harmonic content in the field

The harmonic content of the field can be limited with the use of an adjustable/tracking/tunable low-pass filter at the output of the amplifier.

For all frequencies where harmonics are produced at the output of the amplifier, the rejection of these harmonics in the field by more than 6 dB below the fundamental is adequate, with exception of the scenario discussed in D.2 b).

This would limit the field strength error to 10 %. For example, a 10 V/m signal measured broadband would be caused by 9 V/m from the fundamental and 4,5 V/m from the harmonics. This is a situation which is acceptable for calibration uncertainty.

For amplifiers containing a fixed low-pass filter in their output, the upper fundamental frequency concerned is about 1/3 of the maximum specified frequency of the amplifier.

D.3.2 Measuring the harmonic content of the field

The harmonic content of the field can be either be measured directly using a selective field probe or indirectly by

- determining first the effective antenna factor (the ratio between input power and field strength for a given chamber and antenna position) and then the ratio between the forward powers at the fundamental frequency and the harmonics or
- with a coupler by taking account of the antenna factor at the harmonics as provided by the antenna manufacturer.

For situations in which a low pass filter suppresses harmonics of a saturated amplifier it is suggested under no circumstances (for example worst frequency, maximum field strength with modulation) to exceed the 2 dB compression point of the amplifier. At the 2 dB compression point, the peak amplitude (in voltage) would be reduced by 20 %. This would cause a reduction of the 80 % modulation index down to 64 %, in other words, a 20 % reduction of a voltage rectified within the EUT.

D.4 Examples showing the equivalence of the two calibration methods

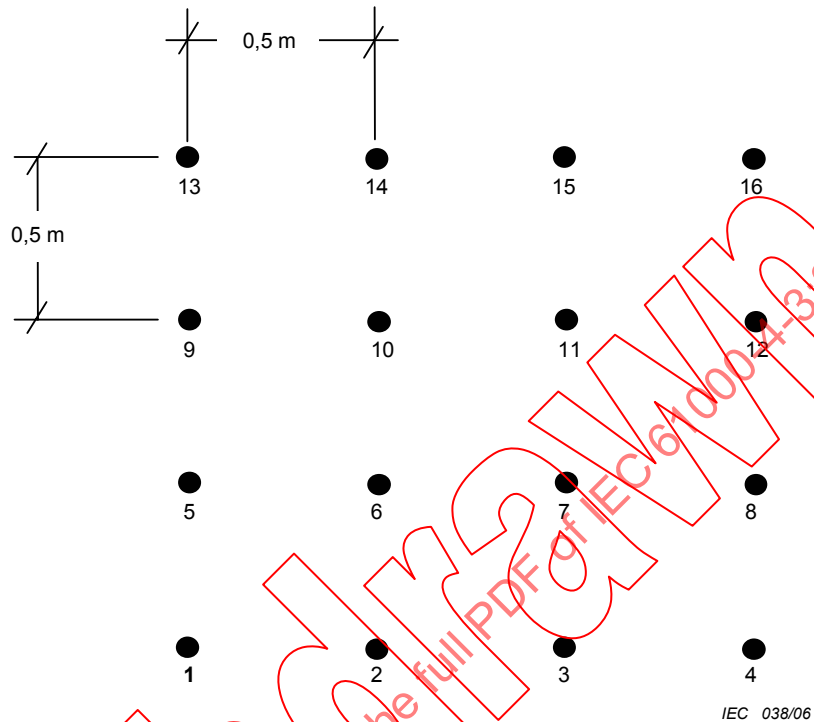


Figure D.1 – Measuring positions of the uniform field area

Figure D.1 shows the 16 positions where the field uniformity has to be measured. The distance between each of the 16 points has been fixed at 0,5 m.

D.4.1 Example for the calibration procedure using the constant field strength calibration method as described in 6.2.1

To create a constant field strength of $E_c = 6 \text{ V/m}$ (as an example) the following forward power values shown in Table D.1 have been measured at one particular frequency using the measuring setup according to Figure 7.

Table D.1 – Forward power values measured according to the constant field strength calibration method

Position	Forward power dBm
1	27
2	22
3	37
4	33
5	31
6	29
7	23
8	27
9	28
10	30
11	30
12	31
13	40
14	30
15	31
16	31

Table D.2 – Forward power values sorted according to rising value and evaluation of the measuring result

Position	Forward power dBm
2	22
7	23
1	27
8	27
9	28
6	29
10	30
11	30
14	30
5	31
12	31
15	31
16	31
4	33
3	37
13	40

NOTE

Position 13 : $40 - 6 = 34$, only 2 positions comply.
 Position 3 : $37 - 6 = 31$, only 6 positions comply.
 Position 4 : $33 - 6 = 27$, 12 positions comply.

In this example the measuring points 2, 3, 7 and 13 lie outside the ${}^{-0}_{+6}$ dB criterion but at least (in this example) 12 out of 16 points are within the criterion. Thus, at this particular frequency, the criterion is fulfilled. In this case, the forward power to be applied is 33 dBm. This ensures that for the 12 points the field strength E_c is at least 6 V/m (position 4) and at most 12 V/m (positions 1 and 8).

D.4.2 Example for the calibration procedure using the constant power calibration method as described in 6.2.2

Point No. 1 has been chosen as a first calibration point, where a target field strength E_c of 6 V/m has been produced. At the same forward power, the following field strengths shown in Table D.3 have been recorded at one particular frequency using the measuring setup according to Figure 7.

Table D.3 – Forward power and field strength values measured according to the constant power calibration method

Position	Forward power dBm	Field strength V/m	Field strength dB relative to position 1
1	27	6,0	0
2	27	10,7	5
3	27	1,9	–10
4	27	3,0	–6
5	27	3,8	–4
6	27	4,8	–2
7	27	9,5	4
8	27	6,0	0
9	27	5,3	–1
10	27	4,2	–1
11	27	4,2	–3
12	27	3,8	–4
13	27	1,3	–13
14	27	4,2	–3
15	27	3,8	–4
16	27	3,8	–4

Table D.4 – Field strength values sorted according to rising value and evaluation of the measuring result

Position	Forward power dBm	Field strength V/m	Field strength dB relative to position 1
13	27	1,3	–13
3	27	1,9	–10
4	27	3,0	–6
5	27	3,8	–4
12	27	3,8	–4
15	27	3,8	–4
16	27	3,8	–4
10	27	4,2	–3
11	27	4,2	–3
14	27	4,2	–3
6	27	4,8	–2
9	27	5,3	–1
1	27	6,0	0
8	27	6,0	0
7	27	9,5	4
2	27	10,7	5

NOTE
Position 13 : $-13 + 6 = -7$, only 2 positions comply.
Position 3 : $-10 + 6 = -4$, only 6 positions comply.
Position 4 : $-6 + 6 = 0$, 12 positions comply.

In this example the measuring points 13, 3, 7 and 2 lie outside the ${}_{+6}^{-0}$ dB criterion but at least (in this example exactly) 12 out of 16 points are within the criterion. Thus at this particular frequency the criterion is fulfilled. In this case the forward power to be applied for the field strength $E_c = 6$ V/m is $27 \text{ dBm} + 20 \log (6 \text{ V/m}/3 \text{ V/m}) = 33 \text{ dBm}$. This ensures that for the 12 points the field strength E_c is at least 6 V/m (position 4) but in maximum 12 V/m (positions 1 and 8).

Annex E (informative)

Guidance for product committees on the selection of test levels

E.1 Introduction

The transmitted power of radio transmitters is often specified in terms of ERP (effective radiated power) referred to a half-wave dipole. Therefore, the generated field strength, for the far field, can be directly obtained by the following dipole formula:

$$E = k \sqrt{P} / d \quad (\text{Equation E.1})$$

where

E is the field strength (RMS value) (V/m);

k is a constant, with a value of 7, for free-space propagation in the far field;

P is the power (ERP) (W);

d is the distance from the antenna (m).

Nearby reflecting and absorbing objects alter the field strength.

If the ERP of the transmitter is not known, the power provided to the antenna may be used in Equation E.1 instead. In this case, a value of $k = 3$ is typically applicable for mobile radio transmitters.

E.2 Test levels related to general purposes

The test levels and the frequency bands are selected in accordance with the electromagnetic radiation environment to which the EUT can be exposed when finally installed. The consequences of failure should be borne in mind in selecting the test level to be applied. A higher level should be considered if the consequences of failure are significant.

If the EUT is to be installed at only a few sites, then an inspection of local RF sources will enable a calculation of field strengths likely to be encountered. If the powers of the sources are not known, it may be possible to measure the actual field strengths at the location(s) concerned.

For equipment intended for operation in a variety of locations, the following guidance may be used in selecting the test level to be applied.

The following classes are related to the levels listed in Clause 5; they are considered as general guidelines for the selection of the corresponding levels.

- *Class 1:* Low-level electromagnetic radiation environment. Levels typical of local radio/television stations located at more than 1 km, and transmitters/receivers of low power.

- *Class 2*: Moderate electromagnetic radiation environment. Low power portable transceivers (typically less than 1 W rating) are in use, but with restrictions on use in close proximity to the equipment. A typical commercial environment.
- *Class 3*: Severe electromagnetic radiation environment. Portable transceivers (2 W rating or more) are in use relatively close to the equipment but not less than 1 m. High power broadcast transmitters are in close proximity to the equipment and ISM equipment may be located close by. A typical industrial environment.
- *Class 4*: Portable transceivers are in use within less than 1 m of the equipment. Other sources of significant interference may be within 1 m of the equipment.
- *Class x*: x is an open level which might be negotiated and specified in the product standard or equipment specification.

E.3 Test levels related to the protection against RF emissions from digital radio telephones

The test levels should be selected in accordance with the expected electromagnetic field, i.e. considering the power of the radio telephone equipment and the likely distance between its transmitting antenna and the equipment to be tested. Usually, mobile stations will give rise to more severe requirements than base stations (because mobiles tend to be located much closer to potentially susceptible devices than base stations).

The cost for establishing the required immunity and the consequences of failure should be borne in mind when selecting the test level to be applied. A higher level should only be considered if the consequences of failure are large.

Higher exposures than the selected test level may occur in practice with a lower rate of occurrence. In order to prevent unacceptable failures in those situations, it may be necessary to perform a second test at a higher level and accept a reduced performance (i.e. defined degradation accepted).

Table E.1 gives examples of test levels, performance criteria and the associated protection distances. The protection distance is the minimum acceptable distance to a digital radio telephone, when testing has been performed at the stated test level. These distances are calculated from Equation E.1, using $k = 7$ and assuming testing is carried out with an 80 % sinusoidal AM.

Table E.1 – Examples of test levels, associated protection distances and suggested performance criteria

Test level	Carrier field strength V/m	Maximum RMS field strength V/m	Protection distance for			Performance criteria ^a	
			2W GSM m	8W GSM m	¼W DECT m	Example 1 ^b	Example 2 ^c
1	1	1,8	5,5	11	1,9	–	–
2	3	5,4	1,8	3,7	0,6	a	–
3	10	18	0,6	1,1	~ 0,2 ^d	b	a
4	30	54	~ 0,2 ^d	0,4	~ 0,1 ^d	–	b

^a According to Clause 9.
^b Equipment for which the consequences of failure are not severe.
^c Equipment for which the consequences of failure are severe.
^d At these and closer distances, the far field Equation E.1 is not accurate.

The following issues were considered when formulating the above table.

- for GSM, most terminals on the market today are of class 4 (maximum ERP 2 W). A substantial number of mobile terminals in operation are classes 3 and 2 (maximum ERP 5 W and 8 W, respectively). The ERP of GSM terminals is often lower than maximum except in areas of poor reception;
- the coverage indoors is worse than outdoors, which implies that the ERP indoors may more often than not adjust to the maximum of the class. This is the worst case situation from an EMC point of view since most of the victim equipment is also concentrated indoors;
- as described in Annex A, the immunity level of an item of equipment is well correlated with the maximum RMS value of the modulated field. For that reason, the maximum RMS field strength has been inserted into Equation E.1 instead of the carrier field strength to calculate the protection distance;
- the estimated minimum distance for safe operation, also called protection distance, has been calculated with $k = 7$ in Equation E.1 and does not take into account the statistical fluctuations of the field strength, due to reflections from walls, floor and ceiling, which are on the order of ± 6 dB;
- the protection distance according to Equation E.1 depends on the effective radiated power of the digital radio telephone and not on its operating frequency.

E.4 Special measures for fixed transmitters

The levels derived from the information in this Annex are typical values which are rarely exceeded in the described locations. At some locations these values will be exceeded e.g. radar installations, the proximity of high-power transmitters or ISM equipment located in the same building. In such cases, it may be preferable to shield the room or building and filter the signal and power wires to the equipment, rather than specify all equipment to be immune to such levels.

Annex F (informative)

Selection of test methods

This standard and IEC 61000-4-6 define two methods for testing the immunity of electrical and electronic equipment against radiated electromagnetic energy.

In general, tests with conducted signals are more useful at lower frequencies, and tests with radiated signals more useful at higher frequencies.

There is a range of frequencies for which the test methods which appear in either standard are useable. It is possible to use the test method defined in IEC 61000-4-6 up to 230 MHz. It is also possible to use the test method defined in this part down to 26 MHz. The purpose of this annex is to provide a guide to product committees and product specification writers in the selection of the most appropriate test method to ensure repeatability, based on the design and type of EUT.

Consideration should be given to:

- the wavelength of the radiated field compared to the mechanical dimensions of the EUT;
- the relative dimensions of the cabinets and wires of the EUT;
- the number of wires and enclosures which constitute the EUT.

Annex G (informative)

Description of the environment

G.1 Digital radio telephones

Tables G.1, G.2 and G.3 list radio system parameters relevant to EMC.

The abbreviations and definitions listed hereafter are used in the aforementioned tables:

- **CDMA (Code Division Multiple Access):** multiplexing where the transmitter encodes the signal using a pseudo-random sequence which the receiver also knows and can use to decode the received signal. Each different random sequence corresponds to a different communication channel;
- **CT-2 (Cordless Telephone, second generation):** cordless telephone system, widely used in some European countries;
- **DCS 1800 (Digital Cellular System):** cellular mobile telecommunication system, low cost, worldwide use;
- **DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications):** cordless cellular telecommunication system, low cost, widely used in Europe;
- **DTX (Discontinuous Transmission):** significantly reduced burst repetition frequency, used for power saving, when no information needs to be transmitted;
- **ERP (Effective Radiated Power):** effective radiated power referred to a half-wave dipole;
- **FDD (Frequency Division Duplex):** multiplexing in which different frequencies are allocated to the transmit and receive channels;
- **FDMA (Frequency Division Multiple Access):** multiplexing in which separate frequency bands are allocated to each channel;
- **GSM (Global System for Mobile Communications):** cellular mobile telecommunication system, worldwide use;
- **HIPERLAN:** High performance radio local area network;
- **IMT-2000 (International Mobile Telecommunication 2000):** 3rd generation cellular phone technology which according to the size and speed of transmissions, allow users to receive high quality colour video images;
- **NADC (North American Digital Cellular):** digital cellular mobile communication system, widely used in North America. A popular term used to describe digital cellular systems that comply with Telecommunications Industry Association Interim Standard – 54; also known as D-AMPS;
- **PDC (Personal Digital Cellular System):** cellular mobile telecommunication system, widely used in Japan;
- **PHS (Personal Handy Phone System):** cordless telephone system, widely used in Japan;
- **RFID (Radio Frequency Identification):** RFID systems include automatic article identification, asset tracking, alarm systems, personnel identification, access control, proximity sensors;

- **RTTT (Road Traffic & Transport Telematics)**: includes road toll systems.
- **TDMA (Time Division Multiple Access)**: see Clause 4;
- **TDD (Time Division Duplex)**: multiplexing in which different time slots are allocated to the transmit and receive channels.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61000-4-3:2006

Withd2Wm

Table G.1 – Mobile and portable units

Parameters	System name									
	GSM	DCS 1800	DECT	CT-2	PDC	PHS	NADC	IMT-2000 TDD	IMT-2000 FDD	
Transmitter frequency range	890 MHz to 915 MHz	1,71 GHz to 1,784 GHz	1,88 GHz to 1,96 GHz	864 MHz to 868 MHz	940 MHz to 956 MHz and 1,429 GHz to 1,453 GHz	1,895 GHz to 1,918 GHz	825 MHz to 845 MHz	1 900 MHz to 1 920 MHz	1 920 MHz to 1 980 MHz	
Access Technique	TDMA	TDMA	TDMA/ TDD	FDMA/ TDD	TDMA	TDMA/ TDD	TDMA	CDMA/ TDMA TDD	CDMA/ FDMA FDD	
Burst repetition frequency	217 Hz	217 Hz	100 Hz	500 Hz	50 Hz	200 Hz	50 Hz	NA	NA	
Duty cycle	1:8	1:8	1:24 (also 1:48 and 1:12)	1:12	1:3	1:8	1:3	Continuous	Continuous	
Maximum ERP	0,8 W; 2 W; 5 W; 8 W; 20 W	0,25 W; 1 W; 4 W	0,25 W	<10 mW	0,8 W, 2 W	10 mW	<6 W	0,25 W	0,25 W	
Secondary modulation	2 Hz (DTX) and 0,16 Hz to 8,3 Hz (multi-frame)	2 Hz (DTX) and 0,16 Hz to 8,3 Hz (multi-frame)	None	None	None	None	None	None	None	
Geographical area	Worldwide	Worldwide	Europe	Europe	Japan	Japan	USA	Europe	Europe	

NOTE CT-3 is considered to be covered by DECT.

NOTE CT-3 is considered to be covered by DECT.

Table G.2 – Base stations

Parameters	System name								
	GSM	DCS 1800	DECT	CT-2	PDC	PHS	NADC	IMT-2000 TDD	IMT-2000 FDD
Transmitter frequency range	935 MHz to 960 MHz	1,805 GHz to 1,88 GHz 1,88 GHz to 1,96 GHz	1,88 GHz to 1,96 GHz	864 MHz to 868 MHz	810 MHz to 826 MHz and 1,477 GHz to 1,501 GHz	1,895 GHz to 1,918 GHz	870 MHz to 890 MHz	1 900 MHz to 1 920 MHz	2 110 MHz to 2 170 MHz
Access Technique	TDMA	TDMA	TDMA/TDD	FDMA/TDD	TDMA	TDMA/TDD	TDMA	CDMA/TDMA TDD	CDMA/FDMA FDD
Burst repetition frequency	217 Hz	217 Hz	100 Hz	500 Hz	50 Hz	200 Hz	50 Hz	NA	NA
Duty cycle	1:8 to 8:8	1:8 to 8:8	1:2	1:2	1:3 to 3:3	1:8	1:3 to 3:3	Continuous	Continuous
Maximum ERP	2,5 W to 320 W	2,5 W to 200 W	0,25 W	0,25 W	1 W to 96 W	10 mW to 500 mW	500 W	20 W	20 W
Secondary modulation	2 Hz (DTX) and 0,16 Hz to 8,3 Hz (multi-frame)	2 Hz (DTX) and 0,16 Hz to 8,3 Hz (multi-frame)	None	None	None	None	None	None	None
Geographical area	Worldwide	Worldwide	Europe	Europe	Japan	Japan	USA	Europe	Europe

NOTE CT-3 is considered to be covered by DECT.

NOTE CT-3 is considered to be covered by DECT.

Table G.3 – Other RF devices

Parameters	System name				
	RFID	RTTT	Wideband data transmission systems and HIPERLANs	Wideband data transmission systems and HIPERLANs	Wideband data transmission systems and HIPERLANs
Transmitter frequency in MHz	2 446 – 2 454	5 795 – 5 815	2 400 – 2 483,5	5 150 – 5 350	2 400 – 2 483,5 5 725 – 5 875
Modulation type	FHSS if more than 500 mW	None	FHSS	None	None
Maximum ERP	a) 500 mW b) 4 W	2 W or 8 W	100 mW and spectrum power density limitation	200 mW mean	10 mW 25 mW
Duty cycle	a) up to 100 % b) <15 % within 200 ms period	No restrictions	No restrictions	No restrictions	No restrictions
Channel spacing	None	5 MHz or 10 MHz within some frequency ranges	None	None	None
Geographical area	Worldwide	Worldwide	Worldwide	Worldwide	Worldwide

Annex H (normative)

Alternative illumination method for frequencies above 1 GHz ("independent windows method")

H.1 Introduction

When testing at frequencies above 1 GHz, the test distance shall be 1 m when using the independent windows method (for example, the radio-telephone bands). Compliance with the field uniformity requirement shall be verified for the selected test distance.

NOTE 1 With a test distance of 3 m, using an antenna with a narrow beam width or a ferrite-lined chamber at frequencies above 1 GHz, it may be difficult to satisfy the field uniformity requirement over the 1,5 m × 1,5 m calibration area.

The alternative method for frequencies above 1 GHz divides the calibration area into a suitable array of 0,5 m × 0,5 m windows such that the whole area to be occupied by the face of the EUT is covered (see Figures H.1a and H.1b). The field uniformity shall be independently calibrated over each window (see Figure H.2), using the procedure given below. The field generating antenna shall be placed 1 m from the calibration area.

NOTE 2 Cable length and geometry are less critical at these high frequencies; therefore, the face area of the EUT is the determining factor for the size of the calibration area.

H.2 Calibration of field

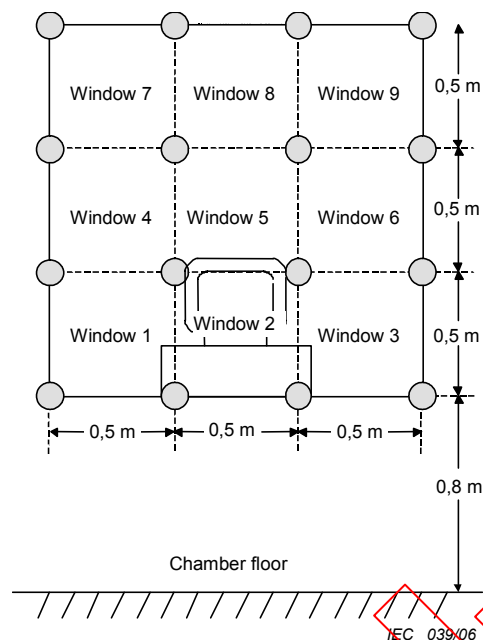
The following steps shall be performed on each window:

- a) position the field sensor at one of the four corners of the window;
- b) apply a forward power to the field generating antenna so that the field strength obtained is in the range 3 V/m to 10 V/m, through the frequency range in steps of 1 % of the starting frequency (and thereafter the preceding frequency) and record both (power and field strength) readings;
- c) with the same forward power, measure and record the field strength at the remaining three corners; all four field strengths shall lie within a range of 0 dB to 6 dB;
- d) take the location with the lowest field strength as reference (this ensures that the $^{-0}_{+6}$ dB requirement is met);
- e) forward power and the field strength being known, the necessary forward power for the required test field strength can be calculated (for example if, at a given point, 80 W gives 9 V/m, then 8,9 W is needed for 3 V/m). The calculation shall be recorded;
- f) repeat steps a) to e) for both horizontal and vertical polarizations.

The antennas and cables used for this uniform field calibration shall be used for testing. Therefore, the cable losses and the antenna factors of the field-generating antennas do not have to be taken into consideration.

The position of the generating antennas and cables shall be recorded as precisely as possible. Since even small displacements will significantly affect the field, the same positions shall be used for testing.

During the test, at each frequency the forward power established in step e) above shall be applied to the field-generating antenna. The test shall be repeated with the field-generating antenna repositioned to illuminate each of the required windows in turn (see Figures H.1 and H.2).

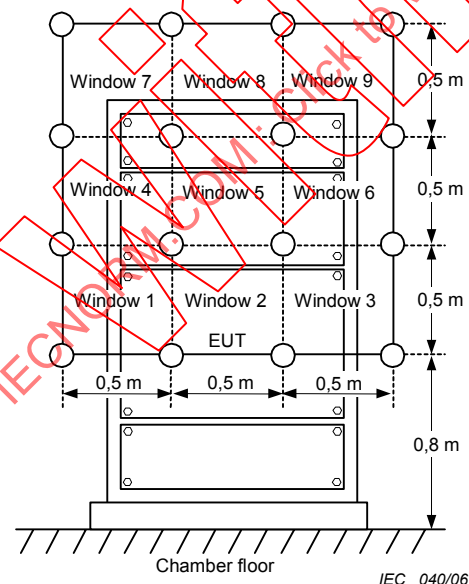


Concept of windows

1. Divide the calibration area into $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ windows.
2. Calibration is required for all windows intended to be occupied by the face of the actual EUT and cables.

(In this example, windows 1 to 3 and 5 are used for calibration and test)

Figure H.1a – Example of division for table-top equipment



Concept of windows

1. Divide the calibration area into $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ windows.
2. Calibration is required for all windows intended to be occupied by the face of the actual EUT and cables.

(In this example, windows 1 to 9 are used for calibration and test)

Figure H.1b – Example of division for floor-standing equipment

Figure H.1 – Examples of division of the calibration area into $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ windows

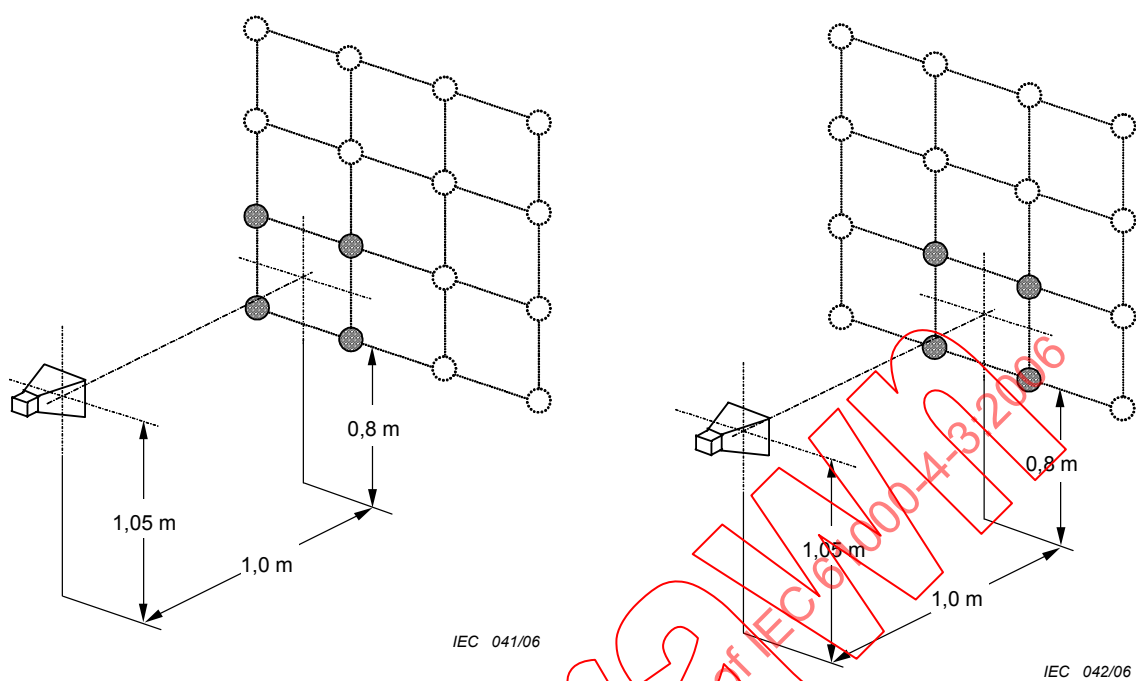


Figure H.2 – Example of illumination of successive windows

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61000-4-3:2006

Withdawn

**Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai
et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques
rayonnés aux fréquences radioélectriques**

FEUILLE D'INTERPRÉTATION 1

La présente feuille d'interprétation a été établie par le SC 77B: Phénomènes hautes fréquences, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Le texte de la présente feuille d'interprétation est issu des documents suivants:

ISH	Rapport de vote
77B/568/ISH	77B/573/RVD

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

La CEI 61000-4-3 contient des vérifications rapides incluses dans le processus d'étalonnage du champ (paragraphe 6.2), dans lequel l'opérateur vérifie si l'amplificateur est en mesure de produire la puissance souhaitée sans saturation.

L'étape j) du processus d'étalonnage selon 6.2.1 décrit cette vérification pour la méthode d'étalonnage à amplitude de champ constante:

- j) *Confirmer que le système d'essai (par exemple l'amplificateur de puissance) n'est pas en état de saturation. En supposant que E_c a été choisi tel qu'il soit égal à 1,8 fois E_t , effectuer la procédure suivante à chaque fréquence d'étalonnage:*
- j-1) *Abaïsser la sortie du générateur de signal de 5,1 dB à partir du niveau nécessaire pour établir une puissance incidente P_c , telle que déterminée au cours des étapes précédentes (- 5,1 dB est la même chose que $E_c / 1,8$);*
- j-2) *Enregistrer la nouvelle puissance incidente fournie à l'antenne;*
- j-3) *Soustraire de P_c la puissance incidente mesurée à l'étape j-2. Si la différence se situe entre 3,1 dB et 5,1 dB, alors l'amplificateur n'est pas saturé et le système de test est suffisant pour les essais. Si la différence est inférieure à 3,1 dB, alors l'amplificateur est saturé et non adapté aux essais.*

La vérification correspondante pour la méthode d'étalonnage à puissance constante selon 6.2.2 est définie à l'étape m) :

- m) *Confirmer que le système d'essai (par exemple l'amplificateur de puissance) n'est pas en état de saturation. En supposant que E_c a été choisi tel qu'il soit égal à 1,8 fois E_t , effectuer la procédure suivante à chaque fréquence d'étalonnage:*

m-1) Abaisser la sortie du générateur de signal de 5,1 dB à partir du niveau nécessaire pour établir une puissance incidente P_c , telle que déterminée au cours des étapes précédentes (- 5,1 dB est la même chose que $E_c/1,8$);

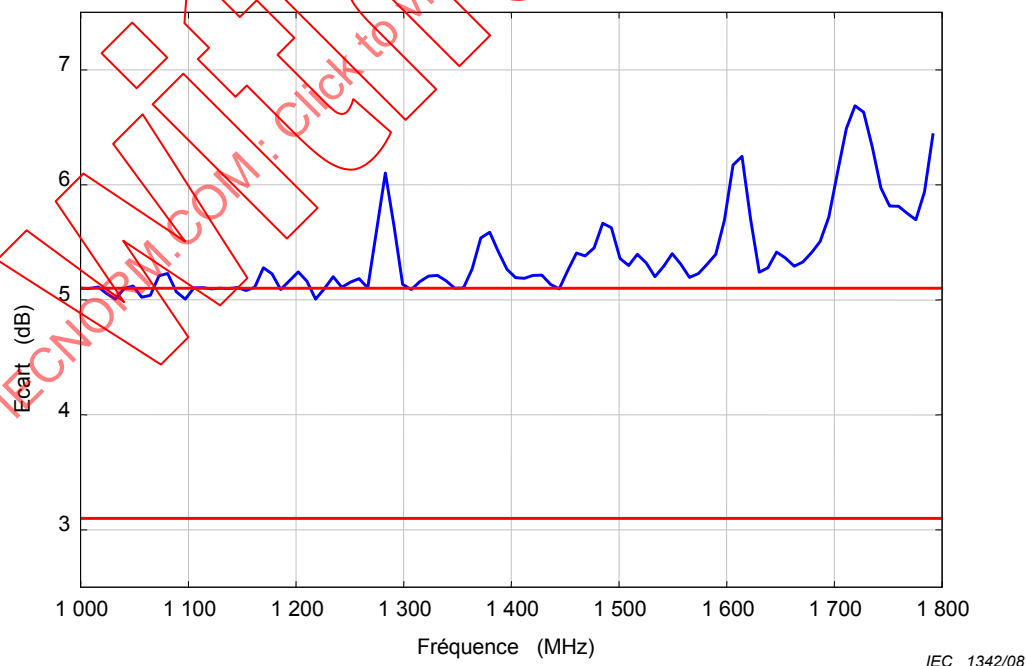
m-2) Enregistrer la nouvelle puissance incidente fournie à l'antenne;

m-3) Soustraire de P_c la puissance incidente mesurée à l'étape m-2. Si la différence se situe entre 3,1 et 5,1 dB, alors l'amplificateur n'est pas saturé et le système de test est suffisant pour les essais. Si la différence est inférieure à 3,1 dB, alors l'amplificateur est saturé et non adapté aux essais.

Certains amplificateurs présentent des écarts supérieurs à 5,1 dB sans créer de problèmes au cours des essais. Ce comportement est dû à leur principe de fonctionnement particulier (surtout les amplificateurs à tube à ondes progressives). Les Figures 1 et 2 montrent certains résultats de mesure obtenus avec un amplificateur à semi-conducteurs, ainsi qu'avec un amplificateur à TOP.

Le texte de j-3, respectivement de m-3, ne donne malheureusement pas de réponses claires sur l'utilisation de ces amplificateurs.

Après discussion au cours de la 20^{ème} réunion du SC 77B/GT 10 des 22 au 26 Octobre 2007, les experts du GT 10 ont de manière unanime exprimé leur opinion, que j-3 et m-3 doivent être interprétés de manière telle que des amplificateurs, présentant des écarts de plus de 5,1 dB, sont appropriés pour les essais. Par exemple, les amplificateurs présentant une caractéristique comme montrée aux Figures 1 et 2 peuvent être utilisés pour réaliser des essais selon la CEI 61000-4-3.



L'amplitude de champ visée est 30 V/m.

Figure 1 – Ecart tel que défini à l'étape j-3 pour un amplificateur à TOP de 200 W

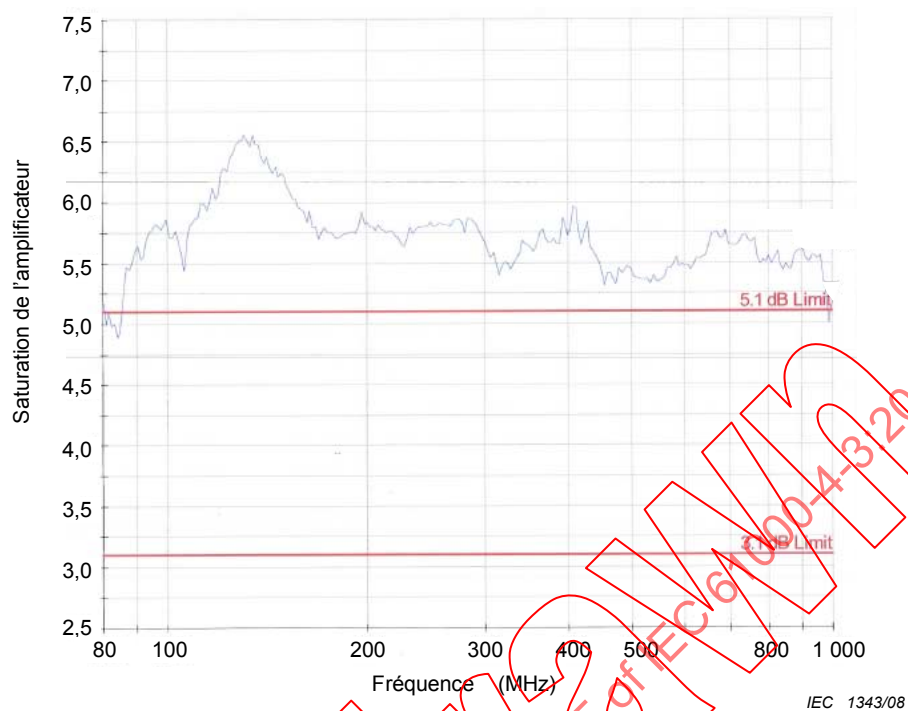


Figure 2 – Ecart tel que défini à l'étape j-3 pour un amplificateur à semi-conducteurs

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	60
INTRODUCTION.....	62
1 Domaine d'application et objet.....	63
2 Références normatives.....	63
3 Termes et définitions.....	64
4 Généralités.....	67
5 Niveaux d'essai.....	67
5.1 Niveaux d'essai relatifs aux cas généraux.....	68
5.2 Niveaux d'essai relatifs à la protection contre les émissions aux fréquences radioélectriques des radiotéléphones numériques et des autres dispositifs émetteurs RF.....	68
6 Matériel d'essai.....	69
6.1 Description des installations d'essai.....	69
6.2 Etalonnage du champ.....	70
7 Montage d'essai.....	75
7.1 Installation d'un matériel de table.....	75
7.2 Installation d'un matériel posé au sol.....	75
7.3 Disposition du câblage.....	76
7.4 Disposition d'un matériel porté par un corps humain.....	76
8 Procédure d'essai.....	76
8.1 Conditions de référence en laboratoire.....	76
8.2 Réalisation de l'essai.....	77
9 Evaluation des résultats d'essai.....	78
10 Rapport d'essai.....	78
Annexe A (informative) Justification du choix de la modulation pour les essais relatifs à la protection contre les émissions aux fréquences radioélectriques des radiotéléphones numériques.....	87
Annexe B (informative) Antennes émettrices.....	92
Annexe C (informative) Utilisation de chambres anéchoïques.....	93
Annexe D (informative) Non-linéarité de l'amplificateur et exemple de procédure d'étalonnage selon 6.2.....	96
Annexe E (informative) Informations destinées aux comités de produits, sur le choix des niveaux d'essai.....	101
Annexe F (informative) Choix des méthodes d'essai.....	104
Annexe G (informative) Description de l'environnement.....	105
Annexe H (normative) Méthode alternative d'illumination pour des fréquences supérieures à 1 GHz ("méthode des fenêtres indépendantes").....	110

Figure 1 – Définition du niveau d'essai et des formes d'onde apparaissant à la sortie du générateur de signaux	80
Figure 2 – Exemple d'installation d'essai.....	81
Figure 3 – Etalonnage du champ	82
Figure 4 – Etalonnage du champ, dimensions de la zone de champ uniforme	83
Figure 5 – Exemple de montage d'essai pour un matériel posé au sol.....	84
Figure 6 – Exemple de montage d'essai pour un matériel de table	85
Figure 7 – Dispositif de mesure	86
Figure C.1 – Réflexions multiples dans une petite chambre anéchoïque existante	94
Figure C.2 – La plupart des ondes réfléchies sont éliminées.....	95
Figure D.1 – Positions de mesure de la surface uniforme.....	98
Figure H.1 – Exemples de division de la surface d'étalonnage en fenêtres de 0,5 m × 0,5 m.....	111
Figure H.2 – Exemple d'illumination de fenêtres successives.....	112
Tableau 1 – Niveaux d'essai relatifs aux cas généraux, radiotéléphones numériques et autres dispositifs émetteurs RF.....	67
Tableau 2 – Exigences pour la zone de champ homogène en vue de l'application de l'illumination totale, l'illumination partielle et la méthode des fenêtres indépendantes	71
Tableau A.1 – Comparaison des méthodes de modulation	88
Tableau A.2 – Niveaux de brouillage relatifs	89
Tableau A.3 – Niveaux d'immunité relatifs	90
Tableau D.1 – Valeurs de puissance incidente mesurées suivant la méthode d'étalonnage à amplitude de champ constante.....	99
Tableau D.2 – Valeurs de puissance incidente classées par ordre croissant et évaluation du résultat de mesure	99
Tableau D.3 – Valeurs de puissance incidente et d'amplitude de champ mesurées selon la méthode d'étalonnage à puissance constante.....	100
Tableau D.4 – Valeurs de l'amplitude de champ classées selon la valeur croissante et évaluation du résultat de mesure	100
Tableau E.1 – Exemples de niveaux d'essai, de distances de protection associées et suggestions de critères d'aptitude à la fonction.....	103
Tableau G.1 – Unités mobiles et portables.....	107
Tableau G.2 – Stations de base.....	108
Tableau G.3 – Autres dispositifs RFs	109

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est 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 61000-4-3 a été établie par le sous-comité 77B: Phénomènes haute fréquence, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Elle constitue la partie 4-3 de la norme CEI 61000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI, *Compatibilité électromagnétique – Guide pour la rédaction des publications sur la compatibilité électromagnétique*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième version publiée en 2002 et son amendement 1 (2002), et constitue une révision technique. La gamme des fréquences d'essai peut être étendue jusqu'à 6 GHz pour tenir compte des nouveaux services. L'étalonnage du champ ainsi que la vérification de la linéarité de la chaîne d'immunité sont précisées.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
77B/485/FDIS	77B/500/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 la publication de base ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

Le contenu de la feuille d'interprétation 1 d'août 2008 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

La CEI 61000 est publiée sous forme de plusieurs parties conformément à la structure suivante:

Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites

Limites d'émission

Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas des comités de produit)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation

Guide d'installation

Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 6: Normes génériques

Partie 9: Divers

Chaque partie est à son tour subdivisée en plusieurs parties, publiées soit comme normes internationales soit comme spécifications techniques ou rapports techniques, dont certaines ont déjà été publiées comme sections. D'autres seront publiées avec le numéro de partie, suivi d'un tiret et complété d'un second numéro identifiant la subdivision (exemple: 61000-6-1).

La présente partie constitue une norme internationale qui traite des prescriptions en matière d'immunité et des procédures d'essai qui s'appliquent aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61000 traite de l'immunité des matériels électriques et électroniques à l'énergie électromagnétique rayonnée. Elle définit les niveaux d'essai et les procédures d'essai nécessaires.

Cette norme a pour objet d'établir une référence commune d'évaluation des performances des matériels électriques et électroniques soumis à des champs électromagnétiques aux fréquences radioélectriques. La méthode d'essai documentée dans cette partie de la CEI 61000 décrit une méthode cohérente afin d'évaluer l'immunité d'un équipement ou d'un système vis-à-vis d'un phénomène défini.

NOTE 1 Comme décrit dans le Guide 107 de la CEI, c'est une publication fondamentale en CEM pour utilisation par les comités de produits de la CEI. Comme indiqué également dans le Guide 107, les comités de produits de la CEI sont responsables de déterminer s'il convient d'appliquer ou non cette norme d'essai d'immunité et, si c'est le cas, ils sont responsables de déterminer les niveaux d'essai et les critères de performance appropriés. Le comité d'études 77 et ses sous-comités sont prêts à coopérer avec les comités de produits à l'évaluation de la valeur des essais d'immunité particuliers pour leurs produits.

La présente partie traite des essais d'immunité relatifs à la protection contre les champs électromagnétiques RF de quelque source qu'ils soient.

Des considérations particulières sont consacrées à la protection contre les émissions aux fréquences radioélectriques des radiotéléphones numériques et d'autres dispositifs d'émission RF.

NOTE 2 Cette partie définit des méthodes d'essai pour évaluer l'incidence des rayonnements électromagnétiques sur le matériel concerné. La simulation et les mesures des rayonnements électromagnétiques ne sont pas suffisamment exactes pour déterminer quantitativement les effets. Les méthodes d'essai définies ont été principalement mises au point pour obtenir une bonne reproductibilité des résultats sur différentes installations d'essai en vue d'une analyse qualitative des effets.

La présente norme constitue une méthode d'essai indépendante. D'autres méthodes d'essai ne peuvent pas être utilisées comme substituts, pour revendiquer la conformité avec cette norme.

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).

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

CEI 61000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs électromagnétiques aux fréquences radioélectriques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61000, les définitions suivantes et celles de la CEI 60050(161) s'appliquent.

3.1

modulation d'amplitude

opération par laquelle on fait varier l'amplitude d'une onde porteuse suivant une loi spécifiée

3.2

chambre anéchoïque

enceinte blindée revêtue d'un matériau absorbant les ondes radioélectriques afin de réduire les réflexions provenant des surfaces internes

3.2.1

chambre totalement anéchoïque

enceinte blindée dont les surfaces internes sont totalement revêtues d'un matériau absorbant

3.2.2

chambre semi-anéchoïque

enceinte blindée dont toutes les surfaces internes sont revêtues d'un matériau absorbant à l'exception du sol, qui doit être réfléchissant (plan de sol)

3.2.3

chambre semi-anéchoïque modifiée

chambre semi-anéchoïque dans laquelle des absorbants supplémentaires sont disposés sur le plan de sol

3.3

antenne

transducteur servant soit à l'émission de puissance aux fréquences radioélectriques dans l'espace à partir d'une source de signaux, soit à intercepter l'arrivée d'un champ électromagnétique en le convertissant en un signal électrique

3.4

symétriseur

dispositif transformant une tension symétrique par rapport à la masse en une tension asymétrique ou inversement

[VEI 161-04-34]

3.5

ondes entretenues

ondes électromagnétiques dont les oscillations successives sont identiques en régime établi et qui peuvent être interrompues ou modulées pour transmettre des informations

3.6

onde électromagnétique

énergie rayonnante créée par l'oscillation d'une charge électrique caractérisée par l'oscillation des champs électrique et magnétique

3.7

champ lointain

région dans laquelle la puissance surfacique émise par une antenne obéit approximativement à la loi de l'inverse du carré de la distance

Pour un dipôle, cela correspond à des distances supérieures à $\lambda/2\pi$ où λ désigne la longueur d'onde du rayonnement.

3.8

valeur du champ

le terme «valeur du champ» n'est utilisé que pour les mesures effectuées en champ lointain. Ces mesures peuvent concerner soit la composante électrique, soit la composante magnétique du champ et peuvent être exprimées en V/m, A/m ou W/m², chacune de ces unités pouvant être convertie dans les autres unités

NOTE Pour les mesures effectuées en champ proche, on utilisera le terme de «champ électrique» ou de «champ magnétique» suivant que le champ résultant, électrique ou magnétique, est mesuré. Dans cette région du champ, la relation entre les valeurs des champs électrique et magnétique et la distance est complexe et difficile à prévoir puisqu'elle dépend des configurations spécifiques. Dans la mesure où il n'est généralement pas possible de déterminer la relation de phase spatio-temporelle des différentes composantes du champ complexe, la puissance surfacique est, de la même manière, indéterminée.

3.9

bande de fréquences

gamme continue de fréquences située entre deux limites

3.10

E_c

amplitude du champ appliquée pour l'étalonnage

3.11

E_t

amplitude du champ de la porteuse utilisée pour l'essai

3.12

illumination globale

méthode d'essai dans laquelle la face en cours d'essai de l'EST s'adapte complètement dans la zone de champ uniforme (UFA).

Cette méthode d'essai peut être appliquée pour toutes les fréquences d'essai.

3.13

matériel porté par un corps humain

matériel prévu pour être utilisé lorsqu'il est porté par un corps humain.

Ce terme inclut les dispositifs portatifs qui sont tenus par les personnes pendant le fonctionnement (par exemple les dispositifs de poche) ainsi que les prothèses électroniques et les implants

3.14

méthode des fenêtres indépendantes

méthode d'essai (qui utilise une UFA de 0,5 m × 0,5 m) dans laquelle la face en cours d'essai de l'EST ne s'adapte pas complètement dans l'UFA.

Cette méthode d'essai peut être appliquée pour les fréquences d'essai supérieures à 1 GHz.

3.15

champ d'induction

champ électrique et/ou magnétique prédominant à une distance $d < \lambda/2\pi$, où λ désigne la longueur d'onde, et où les dimensions physiques de la source sont nettement plus petites que la distance d

3.16

dispositif d'émission RF intentionnelle

dispositif qui rayonne (transmet) de façon intentionnelle un champ électromagnétique. Les exemples comprennent les téléphones numériques mobiles et d'autres services radio.

3.17

isotrope

ayant des propriétés d'égale valeur dans toutes les directions

3.18

valeur efficace maximale

valeur efficace de courte durée la plus élevée d'un signal à fréquence radioélectrique modulé, pendant une durée d'observation d'une période de modulation.

La valeur efficace de courte durée est évaluée sur une seule période de la porteuse. Par exemple, à la Figure 1b), la tension efficace maximale est la suivante:

$$V_{\text{eff. maximale}} = V_{\text{C-C}} / (2 \times \sqrt{2}) = 1,8 \text{ V}$$

3.19

modulation à enveloppe non constante

type de modulation où l'amplitude de l'onde porteuse varie lentement dans le temps en comparaison avec la période de la porteuse elle-même. Des exemples sont, notamment, la modulation d'amplitude conventionnelle et l'AMRT

3.20

P_c

puissance incidente dont on a besoin pour établir l'amplitude du champ d'étalonnage

3.21

illumination partielle

méthode d'essai (qui utilise une UFA de 1,5 m × 1,5 m au minimum) dans laquelle la face en cours d'essai de l'EST ne s'adapte pas complètement dans l'UFA.

Cette méthode d'essai peut être appliquée pour toutes les fréquences d'essai.

3.22

polarisation

orientation du vecteur de champ électrique d'un champ rayonné

3.23

enceinte blindée

structure métallique étanche ou à écran, expressément conçue dans le but d'isoler l'intérieur de l'environnement électromagnétique extérieur. Le but est d'empêcher les champs électromagnétiques ambiants extérieurs de provoquer une dégradation des performances et d'empêcher l'émission interne de provoquer des perturbations pour les activités extérieures

3.24

balayage

vobulation continue ou incrémentale sur une gamme de fréquences

3.25

AMRT (accès multiple réparti dans le temps)

type de modulation à multiplexage temporel qui place plusieurs canaux de communication sur la même onde porteuse à une fréquence allouée. A chaque canal est attribué un créneau de temps durant lequel, si le canal est actif, l'information est transmise comme une impulsion de puissance à fréquence radioélectrique. Si le canal n'est pas actif, aucune impulsion n'est transmise, et donc l'enveloppe de la porteuse n'est pas constante. Pendant l'impulsion, l'amplitude est constante et la porteuse à fréquence radioélectrique est modulée en fréquence ou en phase

3.26**émetteur/récepteur**

association dans un boîtier commun de matériel d'émission et de réception radio

3.27**zone de champ uniforme UFA**

plan vertical hypothétique du champ d'étalonnage dans lequel des variations sont faibles de manière acceptable.

L'étalonnage du champ a pour objet d'assurer la validité du résultat d'essai. Voir 6.2.

4 Généralités

La plupart des matériels électroniques sont, dans une certaine mesure, perturbés par les rayonnements électromagnétiques. Ces rayonnements proviennent souvent de sources tous usages comme les petits émetteurs/récepteurs radio portatifs utilisés par le personnel d'exploitation, de maintenance et de sécurité, les émetteurs fixes de radio et télévision, les émetteurs radio utilisés à bord des véhicules et les diverses sources électromagnétiques industrielles.

Ces dernières années, il a été constaté une augmentation significative de l'utilisation de radiotéléphones et autres dispositifs d'émission RF fonctionnant à des fréquences comprises entre 0,8 GHz et 6 GHz. Beaucoup de ces services utilisent des méthodes de modulation avec une enveloppe non constante (par exemple AMRT). Voir 5.2.

En dehors de cette énergie électromagnétique rayonnée de façon délibérée, il existe également des rayonnements provoqués par des appareils de soudure, des thyristors, des éclairages fluorescents, des commutateurs de charges inductives, etc. Pour la plus grande part, ces perturbations se manifestent sous forme de perturbations électriques conduites et, en tant que telles, sont traitées dans d'autres parties de la série des normes CEI 61000-4. Les méthodes utilisées pour prévenir les effets des champs électromagnétiques réduisent aussi normalement les effets provoqués par ces sources.

L'environnement électromagnétique est déterminé par la valeur du champ électromagnétique. Les structures environnantes ou la proximité d'autres matériels déformant et/ou réfléchissant les ondes électromagnétiques rendent la mesure du champ difficile sans l'utilisation d'instruments sophistiqués et son calcul n'est pas aisé avec les équations et les formules classiques.

5 Niveaux d'essai

Les niveaux d'essai sont indiqués dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Niveaux d'essai relatifs aux radiotéléphones numériques et autres dispositifs émetteurs RF destinés à un usage général

Niveau	Valeur du champ d'essai V/m
1	1
2	3
3	10
4	30
x	Spécial
NOTE x est un niveau à déterminer et l'amplitude du champ associée peut être quelconque. Ce niveau peut être donné dans la norme de produit.	

Cette norme ne suggère pas qu'un seul niveau d'essai est applicable sur toute la gamme des fréquences. Les comités de produits doivent sélectionner le niveau d'essai approprié pour chaque gamme de fréquences à tester, ainsi que les gammes de fréquences. A titre d'indication pour les comités de produits quant à la sélection des niveaux d'essai, voir l'Annexe E.

La colonne "Valeur du champ d'essai" indique la valeur de champ du signal non modulé. Pour l'essai du matériel, ce signal est modulé en amplitude à 80 % avec une onde sinusoïdale de 1 kHz pour simuler les menaces réelles (voir Figure 1). Pour la description de l'essai, se reporter à l'Article 8.

5.1 Niveaux d'essai relatifs aux cas généraux

Les essais sont normalement réalisés sans trous dans la gamme de fréquences 80 MHz à 1 000 MHz.

NOTE 1 Les comités de produit peuvent décider de choisir une fréquence frontière plus basse ou plus élevée que 80 MHz entre la présente norme et la CEI 61000-4-6 (voir Annexe G).

NOTE 2 Les comités de produit peuvent adopter un autre type de modulation.

NOTE 3 La CEI 61000-4-6 définit également des méthodes d'essai d'immunité des matériels électriques et électroniques aux rayonnements électromagnétiques. Elle couvre les fréquences en dessous de 80 MHz.

5.2 Niveaux d'essai relatifs à la protection contre les émissions aux fréquences radioélectriques des radiotéléphones numériques et des autres dispositifs émetteurs RF

Les essais sont normalement réalisés dans les gammes de fréquences de 800 MHz à 960 MHz et de 1,4 GHz à 6 GHz.

Les fréquences ou bandes de fréquences à sélectionner pour l'essai sont limitées à celles pour lesquelles les radiotéléphones mobiles et les autres dispositifs émetteurs RF intentionnels fonctionnent réellement. Il n'est pas prévu que l'essai ait besoin d'être appliqué en continu sur la totalité de la gamme de fréquences de 1,4 GHz à 6 GHz. Pour les bandes de fréquence utilisées par les radiotéléphones mobiles et les autres dispositifs émetteurs RF, des niveaux d'essai spécifiques peuvent être appliqués dans la gamme de fréquences de fonctionnement correspondante.

Aussi, si le produit est prévu pour être conforme uniquement à des exigences de pays particuliers, la gamme de mesures de 1,4 GHz à 6 GHz peut être réduite pour couvrir uniquement les bandes de fréquences spécifiques allouées aux radiotéléphones numériques et autres dispositifs émetteurs RF dans ces pays. Dans ce cas, la décision d'effectuer les essais dans des bandes de fréquences réduites doit être consignée dans le rapport d'essai.

NOTE 1 L'Annexe A contient une explication du choix de la modulation sinusoïdale pour les essais relatifs à la protection contre les émissions aux fréquences radioélectriques des radiotéléphones numériques et autres dispositifs émetteurs RF intentionnels.

NOTE 2 L'Annexe E contient des informations pour le choix des niveaux d'essai.

NOTE 3 Les gammes de mesures du Tableau 2 sont les bandes de fréquences généralement allouées aux radiotéléphones numériques (l'Annexe G contient la liste des fréquences allouées aux radiotéléphones numériques spécifiques connues au moment de la publication).

NOTE 4 La principale menace au-dessus de 800 MHz vient des systèmes de radiotéléphone et des autres dispositifs émetteurs RF intentionnels. D'autres systèmes fonctionnant dans cette gamme de fréquences, par exemple les LAN fonctionnant à 2,4 GHz ou à des fréquences supérieures, sont généralement de faible puissance (typiquement inférieure à 100 mW) et il est donc peu probable qu'ils présentent des problèmes importants.

6 Matériel d'essai

Les types de matériel d'essai suivants sont recommandés:

- *Chambre anéchoïque*: d'une taille adéquate pour permettre de maintenir un champ uniforme de dimensions suffisantes par rapport au matériel à essayer (EST). Des absorbants supplémentaires peuvent être utilisés pour atténuer les réflexions dans les chambres qui ne sont pas entièrement revêtues de matériau absorbant.
- *Filtres de réjection des perturbations électromagnétiques*: des précautions doivent être prises pour que ces filtres n'introduisent aucun effet de résonance sur les lignes.
- *Générateurs de signaux à fréquences radioélectriques (r.f.)* capables de couvrir la bande de fréquences concernée et d'être modulés en amplitude par une onde sinusoïdale de 1 kHz avec un taux de modulation de 80 %. Ils doivent pouvoir être réglés manuellement (par exemple fréquence, amplitude, indice de modulation) ou bien, dans le cas de synthétiseurs RF, pouvoir être programmés par pas de fréquence et temps de maintien.

L'utilisation de filtres passe-bas ou passe-bande peut être nécessaire pour éviter des problèmes dus aux harmoniques.

- *Amplificateurs de puissance*: pour amplifier le signal (non modulé et modulé) et fournir à l'antenne émettrice la puissance nécessaire pour obtenir le niveau de champ souhaité. Les harmoniques générés par les amplificateurs de puissance doivent être tels que toute amplitude de champ mesurée dans l'UFA à chaque fréquence harmonique soit au moins 6 dB en dessous de celle de la fréquence fondamentale (voir Annexe D).
- *Antennes émettrices (voir Annexe B)*: biconique, log-périodique, cornet ou toute autre antenne à polarisation linéaire répondant aux exigences de fréquence.
- Une *sonde de champ isotropique* dont les amplificateurs de tête et l'optoélectronique présentent une immunité correcte aux champs à mesurer, et une liaison à fibre optique avec l'indicateur situé à l'extérieur de la chambre. Il est également possible d'utiliser une liaison correctement filtrée.
- *Matériels associés pour enregistrer les niveaux de puissance* nécessaires à la valeur du champ requis et pour contrôler la génération de ce signal pour les essais.

Des précautions doivent être prises pour que les matériels auxiliaires présentent une immunité suffisante.

6.1 Description des installations d'essai

Étant donné l'amplitude des champs produits, et afin de ne pas enfreindre les réglementations nationales et internationales interdisant de brouiller les systèmes de radiocommunication, les essais doivent être réalisés dans une chambre blindée. De plus, étant donné que la plupart des matériels d'essai utilisés pour recueillir des données sont sensibles au champ électromagnétique ambiant local généré pendant l'exécution de l'essai d'immunité, la chambre blindée fournit la «barrière» indispensable entre le matériel à essayer (EST) et les instruments d'essai nécessaires. Des précautions doivent être prises pour s'assurer que le câblage d'interconnexion pénétrant dans la chambre blindée atténue convenablement l'émission conduite et rayonnée et préserve l'intégrité du signal et de la puissance de l'EST.

L'installation d'essai consiste typiquement en une chambre blindée, revêtue d'un matériau absorbant, suffisamment grande en regard de l'EST tout en permettant le contrôle correct du champ. Cette installation d'essai comprend des chambres anéchoïques ou des chambres semi-anéchoïques modifiées, dont un exemple est illustré par la Figure 2. Il convient que des chambres blindées associées logent les matériels générateurs et contrôleurs de champ, ainsi que le matériel mettant l'EST à l'épreuve.

Les chambres anéchoïques sont moins efficaces aux basses fréquences. Des précautions particulières doivent être prises pour assurer l'uniformité du champ généré aux basses fréquences. Pour plus d'informations, se reporter à l'Annexe C.

6.2 Etalonnage du champ

Le but de l'étalonnage du champ est de s'assurer que l'uniformité du champ sur l'ensemble de l'échantillon à l'essai est suffisante pour obtenir des résultats d'essai corrects. La présente norme utilise la notion de zone de champ uniforme (UFA, voir Figure 3), qui représente un plan vertical hypothétique du champ dans lequel les variations sont assez faibles pour être considérées comme acceptables. Dans une procédure commune (étalonnage du champ), la capacité de l'installation d'essai et du matériel d'essai à générer un tel champ est démontrée. Au même moment une base de données, permettant d'établir l'amplitude du champ nécessaire pour l'essai d'immunité, est obtenue. L'étalonnage du champ est valide pour tous les EST dont chaque face (incluant tout câblage) peut être totalement couverte par l'UFA.

L'étalonnage du champ est réalisé sans EST installé (voir Figure 3). Dans cette procédure, la relation entre l'amplitude du champ à l'intérieur de l'UFA et la puissance incidente appliquée à l'antenne est déterminée. Au cours de l'essai, la puissance incidente nécessaire est calculée à partir de cette relation et de l'amplitude cible du champ. L'étalonnage reste valable tant que l'installation d'essai qu'il utilise est inchangée pour l'essai, par conséquent l'installation d'étalonnage (antenne, absorbant additionnel, câbles, etc.) doit être relevée. Il est important que la position exacte, autant que cela soit raisonnablement possible, des antennes émettrices et des câbles soit documentée. Etant donné que même de petits déplacements peuvent affecter le champ de manière significative, les mêmes positions doivent être utilisées aussi pour l'essai d'immunité.

Il est admis qu'un étalonnage complet soit réalisé au moins une fois par an et quand des changements ont été effectués dans la configuration de la chambre (absorbants remplacés, zone modifiée, matériel changé, etc.). Avant chaque campagne d'essai (voir Article 8), la validité de l'étalonnage doit être contrôlée.

L'antenne d'émission doit être placée à une distance suffisante pour permettre à l'UFA de tomber à l'intérieur de la largeur du faisceau du champ transmis. La sonde de champ doit être à une distance minimale de 1 m de l'antenne émettrice. Une distance de 3 m entre l'antenne et l'UFA est préférée (voir Figure 3). Cette distance est mesurée à partir du centre d'une antenne biconique, de l'extrémité d'une antenne log-périodique ou d'une antenne combinée, ou du bord avant d'une antenne en guide d'onde de type cornet ou à double moulure. Le rapport d'étalonnage et le rapport d'essai doivent indiquer la distance utilisée.

A moins que l'EST et ses câbles puissent être totalement illuminés à l'intérieur d'une surface plus petite, la taille de l'UFA est au moins 1,5 m × 1,5 m, avec son bord inférieur établi à une hauteur de 0,8 m au-dessus du sol. La taille de l'UFA ne doit pas être inférieure à 0,5 m × 0,5 m. Au cours de l'essai d'immunité, la face de l'EST à illuminer doit être en coïncidence avec cette UFA (voir Figures 5 et 6).

Afin d'établir la sévérité de l'essai pour les EST et leurs câblages qui doivent être testés près du sol (plan de référence), l'amplitude du champ est aussi enregistrée à une hauteur de 0,4 m. Les données obtenues sont documentées dans le rapport d'étalonnage, mais ne sont pas prises en considération pour la convenance de l'installation d'essai ni pour la base de données d'étalonnage.

Du fait des réflexions sur le sol dans une salle semi-anéchoïque, il est difficile d'établir une UFA proche d'un plan de référence. Des matériaux absorbants supplémentaires disposés sur le plan de référence peuvent résoudre ce problème (voir Figure 2).

L'UFA est subdivisée en une grille dont l'espacement de quadrillage est de 0,5 m (voir Figure 4 comme exemple d'UFA de 1,5 m × 1,5 m). A chaque fréquence, un champ est considéré comme uniforme si son amplitude, mesurée aux points du quadrillage, se trouve entre -0 dB et +6 dB de la valeur nominale, pour au moins 75 % de tous les points du quadrillage (par exemple si sur les 16 points mesurés d'une UFA de 1,5 m × 1,5 m, au moins 12 points sont à l'intérieur de la tolérance). Pour l'UFA minimale de 0,5 m × 0,5 m, les quatre points de la grille doivent se trouver à l'intérieur de cette tolérance.

NOTE 1 Pour des fréquences différentes, des points de mesure différents peuvent se trouver à l'intérieur de la tolérance.

La tolérance de ${}^{-0}_{+6}$ dB a été choisie pour être sûr que la valeur du champ ne devienne pas inférieure à la valeur nominale avec une probabilité acceptable. La tolérance de 6 dB est considérée, dans la pratique, comme étant le minimum réalisable pour les installations d'essai.

Jusqu'à 1 GHz, une tolérance supérieure à +6 dB pouvant atteindre +10 dB, mais pas inférieure à -0 dB, est autorisée pour 3 % des fréquences d'essai au maximum, étant entendu que la tolérance réelle est indiquée dans le rapport d'essai. En cas de litige, la tolérance de ${}^{-0}_{+6}$ dB a préséance.

Si la surface prévue pour être occupée par la face de l'EST considéré est supérieure à 1,5 m × 1,5 m et si l'on ne peut obtenir une UFA de dimensions suffisantes (méthode préférentielle), alors cette surface peut être illuminée en une série d'essais («illumination partielle»). Soit:

- un étalonnage doit être effectué à différentes positions de l'antenne rayonnante, de telle façon que les UFA combinées couvrent la surface qui sera occupée par la face de l'EST; l'EST doit alors être soumis à l'essai avec l'antenne placée successivement dans chacune de ces positions;
- soit l'EST doit être déplacé à différentes positions, de telle sorte que chacune de ses parties tombe à l'intérieur de l'UFA au cours d'au moins un de ces essais.

NOTE 2 Chacune des positions d'antenne nécessite un étalonnage complet du champ.

Le Tableau 2 ci-dessous démontre les concepts d'illumination totale et d'illumination partielle ainsi que où et comment ils peuvent être appliqués.

Tableau 2 – Exigences pour la zone de champ homogène en vue de l'application de l'illumination totale, de l'illumination partielle et de la méthode des fenêtres indépendantes

Gamme de fréquences	Exigences pour la taille de l'UFA et l'étalonnage quand l'EST s'adapte complètement dans l'UFA (illumination totale: méthode préférentielle)	Exigences pour la taille de l'UFA et l'étalonnage quand l'EST ne s'adapte pas complètement dans l'UFA (illumination partielle et fenêtres indépendantes: méthodes alternatives)
Inférieure à 1 GHz	Taille minimale d'UFA 0,5 m × 0,5 m Taille de l'UFA par pas de quadrillage de 0,5 m (par exemple, 0,5 m × 0,5 m; 0,5 m × 1,0 m; 1,0 m × 1,0 m, etc.) Etalonnage par pas de quadrillage de 0,5 m × 0,5 m 75% des points de l'étalonnage à l'intérieur des spécifications si l'UFA est supérieure à 0,5 m × 0,5 m. 100 % (les 4 points sans exception) doivent être dans la spécification pour des UFA de 0,5 m × 0,5 m.	ILLUMINATION PARTIELLE Taille minimale d'UFA 1,5 m × 1,5 m Taille de l'UFA par pas de quadrillage de 0,5 m (par exemple, 1,5 m × 1,5 m; 1,5 m × 2,0 m; 2,0 m × 2,0 m, etc.) Etalonnage par pas de quadrillage de 0,5 m × 0,5 m 75% des points de l'étalonnage à l'intérieur des spécifications

Tableau 2 (suite)

Gamme de fréquences	Exigences pour la taille de l'UFA et l'étalonnage quand l'EST s'adapte complètement dans l'UFA (illumination totale: méthode préférentielle)	Exigences pour la taille de l'UFA et l'étalonnage quand l'EST ne s'adapte pas complètement dans l'UFA (illumination partielle et fenêtres indépendantes: méthodes alternatives)
Supérieure à 1 GHz	Taille minimale d'UFA 0,5 m × 0,5 m Taille de l'UFA par pas de quadrillage de 0,5 m (par exemple, 0,5 m × 0,5 m; 0,5 m × 1,0 m; 1,0 m × 1,0 m, etc.) Etalonnage par pas de quadrillage de 0,5 m × 0,5 m 75% des points de l'étalonnage à l'intérieur des spécifications si l'UFA est supérieure à 0,5 m × 0,5 m. 100 % (les 4 points sans exception) doivent être dans la spécification pour des UFA de 0,5 m × 0,5 m.	METHODE DES FENÊTRES INDEPENDANTES Fenêtre de 0,5 m × 0,5 m (Voir Annexe H) ILLUMINATION PARTEILLE Fenêtres de 1,5 m × 1,5 m et plus grandes par incréments de 0,5 m (par exemple, 1,5 m × 2,0 m; 2,0 m × 2,0 m, etc.) Etalonnage par pas de quadrillage de 0,5 m × 0,5 m 75% des points de l'étalonnage à l'intérieur des spécifications si l'UFA est supérieure à 0,5 m × 0,5 m. 100 % (les 4 points sans exception) doivent être dans la spécification pour des UFA de 0,5 m × 0,5 m.

Si les exigences de ce paragraphe peuvent être satisfaites seulement jusqu'à une certaine fréquence (supérieure à 1 GHz), par exemple parce que la largeur du faisceau de l'antenne est insuffisante pour illuminer tout l'EST, alors pour des fréquences qui lui sont supérieures, une seconde méthode alternative (connue comme "la méthode des fenêtres indépendantes"), décrite en Annexe H, peut être utilisée.

Généralement, il faut réaliser l'étalonnage du champ dans des chambres anéchoïques et semi-anéchoïques en utilisant le montage d'essai représenté à la Figure 7. L'étalonnage doit toujours être réalisé avec une porteuse non modulée, aussi bien pour la polarisation horizontale que pour la polarisation verticale, en suivant les étapes données ci-dessous. Il faut s'assurer que les amplificateurs peuvent supporter la modulation et ne sont pas saturés au cours des essais. La méthode préférentielle pour assurer que les amplificateurs ne sont pas saturés au cours des essais est d'effectuer l'étalonnage avec une amplitude de champ au moins 1,8 fois supérieure à celle de l'amplitude du champ à appliquer à l'EST. Dénommons cette amplitude du champ d'étalonnage E_c . E_c est la valeur applicable seulement au champ d'étalonnage. L'amplitude du champ d'essai E_t ne doit pas dépasser $E_c/1,8$.

NOTE 3 D'autres méthodes assurant que la saturation est évitée peuvent être utilisées.

Deux méthodes d'étalonnage différentes sont décrites ci-dessous utilisant une UFA de 1,5 m × 1,5 m (16 points de quadrillage) comme exemple. On considère que ces méthodes donnent la même uniformité du champ.

6.2.1 Méthode d'étalonnage à amplitude de champ constante

L'amplitude constante du champ uniforme doit être établie et mesurée, via une sonde de champ étalonnée à chaque fréquence particulière, et en chacun des 16 points l'un après l'autre (voir Figure 4), en utilisant la dimension de pas donnée à l'Article 8, et en ajustant la puissance incidente en conséquence.

La puissance incidente nécessaire pour établir l'amplitude de champ choisie doit être mesurée selon la Figure 7, et doit être enregistrée en dBm pour les 16 points.

Procédure à suivre pour la polarisation horizontale et pour la polarisation verticale

- a) Positionner la sonde de champ à l'un des 16 points de la grille (voir Figure 4), et fixer la fréquence de sortie du générateur de signal à la fréquence la plus basse de la gamme de l'essai (par exemple 80 MHz).
- b) Régler la puissance incidente à l'antenne émettrice de manière à ce que l'amplitude de champ obtenue soit égale à l'amplitude de champ E_c requise. Enregistrer le relevé de la puissance incidente.
- c) Augmenter de 1 % au maximum la fréquence actuelle.
- d) Répéter les étapes b) et c) jusqu'à ce que dans la séquence, la fréquence suivante soit telle qu'elle excéderait la fréquence la plus haute de la gamme de l'essai. Finalement, répéter l'étape b) à cette fréquence la plus haute (par exemple 1 GHz).
- e) Répéter les étapes a) à d) pour chaque point de la grille.

A chaque fréquence:

- f) Classer les 16 relevés de puissance incidente par ordre croissant.
- g) Commencer par la valeur la plus grande, et vérifier si au moins les 11 relevés inférieurs à cette valeur respectent une tolérance de -6 dB à +0 dB par rapport à cette valeur.
- h) S'ils ne respectent pas cette tolérance -6 dB à +0 dB, revenir à la même procédure en partant du relevé immédiatement inférieur, et ainsi de suite (il convient de noter qu'il y a seulement cinq possibilités à chaque fréquence).
- i) Arrêter la procédure quand 12 valeurs au moins se trouvent dans la plage de tolérance de 6 dB, et enregistrer à partir de celles-ci la puissance incidente maximale. Appeler cette puissance incidente P_c .
- j) Confirmer que le système d'essai (par exemple l'amplificateur de puissance) n'est pas en état de saturation. En supposant que E_c a été choisi tel qu'il soit égal à 1,8 fois E_t , effectuer la procédure suivante à chaque fréquence d'étalonnage:
 - j-1) Abaisser la sortie du générateur de signal de 5,1 dB à partir du niveau nécessaire pour établir une puissance incidente P_c , telle que déterminée au cours des étapes précédentes (- 5,1 dB est la même chose que $E_c/1,8$);
 - j-2) Enregistrer la nouvelle puissance incidente fournie à l'antenne;
 - j-3) Soustraire de P_c la puissance incidente mesurée à l'étape j-2. Si la différence se situe entre 3,1 dB et 5,1 dB, alors l'amplificateur n'est pas saturé et le système d'essai est suffisant pour les essais. Si la différence est inférieure à 3,1 dB, alors l'amplificateur est saturé et non adapté aux essais.

NOTE 1 Si à une certaine fréquence, le rapport entre E_c et E_t est $R(\text{dB})$, où $R = 20 \log(E_c/E_t)$, alors la puissance d'essai $P_t = P_c - R(\text{dB})$. Les indices c et t se rapportent respectivement à l'étalonnage et à l'essai. Le champ est modulé conformément à l'Article 8.

La description d'un exemple d'étalonnage est donnée en D.4.1.

NOTE 2 A chaque fréquence, il faut s'assurer que l'amplificateur utilisé n'est pas saturé. La meilleure façon de le faire est de contrôler le point de compression à 1 dB du système. Cependant, le point de compression à 1 dB est assuré par la terminaison 50 Ω , alors que l'impédance à utiliser pour une antenne est différente de 50 Ω . La saturation du système d'essai est assurée en confirmant le point de compression à 2 dB décrit à l'étape j). Pour plus d'information, de référer à l'Annexe D.

6.2.2 Méthode d'étalonnage à puissance constante

L'amplitude du champ uniforme doit être établie et mesurée, via une sonde de champ étalonnée à chaque fréquence particulière, et en chacun des 16 points, l'un après l'autre (voir Figure 4), en utilisant la dimension de pas donnée à l'Article 8, et en ajustant la puissance incidente en conséquence.

La puissance incidente nécessaire pour établir l'amplitude de champ choisie à la position de départ doit être mesurée selon la Figure 7 et notée. La même puissance incidente doit être appliquée pour chacun des 16 points. L'amplitude de champ créée par cette puissance incidente est à enregistrer en chacun des 16 points.

Procédure à suivre à la polarisation horizontale et à la polarisation verticale

- a) Positionner la sonde de champ à l'un des 16 points de la grille (voir Figure 4), et fixer la fréquence de sortie du générateur de signal à la fréquence la plus basse de la gamme de l'essai (par exemple 80 MHz).
- b) Appliquer une puissance incidente à l'antenne émettrice de manière à ce que l'amplitude de champ obtenue soit égale à E_c (en prenant en compte le fait que le champ d'essai sera modulé). Enregistrer les relevés de puissance incidente et d'amplitude du champ.
- c) Augmenter de 1 % au maximum la fréquence actuelle.
- d) Répéter les étapes b) et c) jusqu'à ce que dans la séquence, la fréquence suivante soit telle qu'elle excéderait la fréquence la plus haute de la gamme de l'essai. Finalement, répéter l'étape b) à cette fréquence la plus haute (par exemple 1 GHz).
- e) Déplacer la sonde à une autre position de la grille. A chacune des fréquences utilisées aux étapes a) à d), appliquer la puissance incidente enregistrée à l'étape b) pour cette fréquence, et enregistrer le relevé d'amplitude du champ.
- f) Répéter l'étape e) pour chaque point de la grille.

A chaque fréquence:

- g) Classer les 16 relevés d'amplitude de champ par ordre croissant.
- h) Sélectionner une valeur de champ comme la référence, et calculer l'écart par rapport à cette référence pour toutes les autres positions, en décibels.
- i) Commencer par la valeur de champ la plus petite, et vérifier si au moins les 11 relevés supérieurs se trouvent dans une plage de tolérance de ${}^{-0}_{+6}$ dB par rapport à cette valeur.
- j) S'ils ne se trouvent pas dans la plage de tolérance de ${}^{-0}_{+6}$ dB, revenir à la même procédure en partant du relevé immédiatement supérieur, et ainsi de suite (il convient de noter qu'il y a seulement cinq possibilités à chaque fréquence).
- k) Arrêter la procédure si 12 valeurs au moins se trouvent dans la plage de tolérance de 6 dB, et prendre pour référence la position à partir de laquelle l'amplitude de champ minimale a été obtenue.
- l) Calculer la puissance incidente nécessaire pour créer l'amplitude de champ requise à la position de référence. Appeler cette puissance incidente P_c .
- m) Confirmer que le système d'essai (par exemple l'amplificateur de puissance) n'est pas en état de saturation. En supposant que E_c a été choisi tel qu'il soit égal à 1,8 fois E_t , effectuer la procédure suivante à chaque fréquence d'étalonnage:
 - m-1) Abaisser la sortie du générateur de signal de 5,1 dB à partir du niveau nécessaire pour établir une puissance incidente P_c , telle que déterminée au cours des étapes précédentes (–5,1 dB est la même chose que $E_c/1,8$);
 - m-2) Enregistrer la nouvelle puissance incidente fournie à l'antenne;
 - m-3) Soustraire de P_c la puissance incidente mesurée à l'étape m-2. Si la différence se situe entre 3,1 dB et 5,1 dB, alors l'amplificateur n'est pas saturé et le système d'essai est suffisant pour les essais. Si la différence est inférieure à 3,1 dB, alors l'amplificateur est saturé et non adapté aux essais.

NOTE 1 Si à une certaine fréquence, le rapport entre E_c et E_t est $R(\text{dB})$, où $R = 20 \log(E_c/E_t)$, alors la puissance d'essai $P_t = P_c - R(\text{dB})$. Les indices c et t se rapportent respectivement à l'étalonnage et à l'essai. Le champ est modulé conformément à l'Article 8.

La description d'un exemple d'étalonnage est donnée en D.4.2.

NOTE 2 A chaque fréquence, il faut s'assurer que l'amplificateur utilisé n'est pas saturé. Ceci est fait en contrôlant le point de compression à 1 dB du système. Cependant, le point de compression à 1 dB est assuré par la terminaison 50 Ω , alors que l'impédance à utiliser pour une antenne est différente de 50 Ω . La saturation du système d'essai est assurée en confirmant le point de compression à 2 dB décrit à l'étape m). Pour plus d'information, de référer à l'Annexe D.

7 Montage d'essai

Le matériel doit être essayé dans une configuration aussi proche que possible des conditions d'installation réelles. Le câblage doit être conforme aux recommandations du fabricant et le matériel doit être dans son enveloppe, équipé de tous ses capots et panneaux d'accès, sauf spécification contraire.

Si le matériel est destiné à être monté sur panneau, baie ou armoire, il doit être essayé dans cette configuration.

Il n'est pas nécessaire de disposer d'un plan de sol métallique. Si le matériel à essayer doit être installé sur un support, ce dernier doit être non métallique et non conducteur. Il convient de prendre en considération des matériaux à faible constante diélectrique (faible permittivité), tel que le polystyrène rigide. Toutefois, la mise à la terre de l'enveloppe ou du boîtier du matériel doit être conforme aux recommandations d'installation du fabricant.

Lorsqu'un EST comprend à la fois des éléments posés au sol et sur une table, les positions relatives de ces éléments doivent être conservées.

Les Figures 5 et 6 illustrent des montages typiques d'EST.

NOTE 1 Des supports non conducteurs sont utilisés pour empêcher la mise à la terre accidentelle de l'EST et la distorsion du champ. Pour assurer cette dernière, il convient que le support soit entièrement non conducteur, plutôt que d'être une couche isolante sur une structure métallique.

NOTE 2 Aux fréquences supérieures (par exemple au-delà de 1 GHz), les tables ou supports faits en bois ou en plastique renforcé par du verre peuvent être réfléchissants. Aussi, il convient d'utiliser un matériau à faible constante diélectrique (faible permittivité), tel que du polystyrène rigide, pour éviter les perturbations du champ et réduire la dégradation de l'uniformité du champ.

7.1 Installation d'un matériel de table

Le matériel à essayer est placé sur une table en matériau non conducteur de 0,8 m de hauteur.

Le matériel est ensuite connecté aux câbles d'alimentation et de signaux conformément aux instructions d'installation applicables.

7.2 Installation d'un matériel posé au sol

Il convient que le matériel à essayer soit placé sur un support non conducteur de 0,05 m à 0,15 m au-dessus du plan de sol. L'utilisation de supports non conducteurs évite la mise à la masse accidentelle de l'EST et la distorsion du champ. En ce qui concerne ce dernier point, le support doit être entièrement constitué d'un matériau non conducteur plutôt que d'un revêtement isolant sur une structure métallique. Il est éventuellement possible d'installer, sur une plate-forme non conductrice de 0,8 m de hauteur, un matériel destiné à être posé au sol dans la mesure où celui-ci n'est pas trop encombrant ou trop lourd, ou si sa hauteur n'est pas susceptible de nuire à la sécurité. Cette variante de la méthode d'essai normalisée doit être consignée dans le compte rendu d'essai.

NOTE Des roulettes non conductrices peuvent être utilisées comme support de 0,05 m à 0,15 m.

Le matériel est ensuite connecté aux câbles d'alimentation et de signaux conformément aux instructions d'installation applicables.

7.3 Disposition du câblage

Les câbles doivent être raccordés à l'EST et disposés sur le site d'essai conformément aux instructions d'installation du fabricant, et doivent reproduire le mieux possible une installation et un mode d'utilisation typiques.

Les types de câbles et de connecteur spécifiés par le fabricant doivent être utilisés. Si le type de câblage d'entrée et de sortie de l'EST n'est pas spécifié, des conducteurs parallèles non blindés doivent être utilisés.

Si la spécification du fabricant exige un câblage d'une longueur égale ou inférieure à 3 m, la longueur spécifiée doit alors être utilisée. Si la longueur de câble est spécifiée et supérieure à 3 m, ou si elle n'est pas spécifiée, la longueur de câble utilisée doit être choisie conformément aux pratiques typiques d'installations. Si possible, une longueur de câble minimale de 1 m doit être exposée au champ électromagnétique. Les longueurs de câbles excédentaires reliant les unités de l'EST doivent être mises en faisceau faiblement inductif, à peu près en leur centre afin de former un faisceau d'une longueur de 30 cm à 40 cm.

Si un comité de produit détermine que la longueur de câble en excès a besoin d'être découplée (par exemple pour les câbles qui quittent la zone d'essai), alors la méthode de découplage ne doit pas altérer le fonctionnement de l'EST.

7.4 Disposition d'un matériel porté par un corps humain

Un matériel porté par un corps humain (voir Définition 3.13) peut être essayé de la même manière qu'un matériel de table. Toutefois, cela peut entraîner une sévérité d'essai trop forte ou trop faible du fait que les caractéristiques du corps humain ne sont pas prises en compte. Pour cette raison, les comités de produits sont encouragés à spécifier l'utilisation d'un simulateur de corps humain comportant des caractéristiques diélectriques appropriées.

8 Procédure d'essai

La procédure d'essai comprend:

- la vérification des conditions de référence en laboratoire;
- la vérification préliminaire de bon fonctionnement du matériel;
- l'exécution de l'essai;
- l'évaluation des résultats d'essai.

8.1 Conditions de référence en laboratoire

Afin de réduire au minimum l'effet des conditions d'environnement sur les résultats de l'essai, celui-ci doit être réalisé dans les conditions de référence climatiques et électromagnétiques spécifiées en 8.1.1 et 8.1.2.

8.1.1 Conditions climatiques

Sauf spécification contraire du comité responsable d'une norme générique ou d'une norme de produit, les conditions climatiques dans le laboratoire doivent être dans les limites spécifiées, pour le fonctionnement de l'EST et pour les matériels d'essai, par leurs constructeurs respectifs.

Les essais ne doivent pas être réalisés si l'humidité relative est telle qu'elle cause une condensation sur l'EST ou sur les matériels d'essai.

NOTE Quand on considère qu'il y a suffisamment de preuve pour démontrer que les effets du phénomène couvert par cette norme sont influencés par les conditions climatiques, il convient que ceci soit porté à l'attention du comité responsable de cette norme.

8.1.2 Conditions électromagnétiques

Les conditions électromagnétiques du laboratoire doivent être telles qu'elles garantissent le fonctionnement correct de l'EST, afin de ne pas exercer d'influence sur les résultats de l'essai.

8.2 Réalisation de l'essai

L'essai doit être effectué conformément à un plan d'essai qui doit inclure la vérification des performances de l'EST telles qu'elles sont définies dans la spécification technique.

L'EST doit être soumis aux essais dans des conditions normales de fonctionnement.

Le plan d'essai doit spécifier :

- les dimensions de l'EST;
- les conditions de fonctionnement représentatives de l'EST;
- si l'EST doit être essayé comme un matériel de table ou comme un matériel posé au sol, ou une combinaison des deux;
- pour un matériel posé au sol, la hauteur du support;
- le type d'installation d'essai à utiliser et la position des antennes émettrices;
- le type d'antennes à utiliser;
- la gamme des fréquences, le temps de palier et les pas de fréquence;
- les taille et forme de la zone de champ homogène;
- si toute illumination partielle est utilisée;
- le niveau d'essai à appliquer;
- le ou les types et le nombre de câbles d'interconnexion utilisés et les accès (de l'EST) auxquels ils doivent être connectés;
- les critères de performance acceptables;
- une description de la méthode de mise à l'épreuve de l'EST.

Les procédures d'essai décrites dans cet article sont destinées à l'utilisation d'antennes émettrices telles que définies à l'Article 6.

Avant l'essai, il convient de contrôler l'intensité de la valeur du champ pour vérifier que le matériel/système d'essai fonctionne correctement. Après que l'étalonnage a été vérifié, le champ d'essai peut être généré en utilisant les valeurs obtenues lors de l'étalonnage (voir 6.2).

L'EST est initialement disposé avec une face en coïncidence avec le plan d'étalonnage. La face de l'EST devant être illuminée doit être contenue à l'intérieur de l'UFA à moins que l'illumination partielle ne soit appliquée. Voir 6.2 par rapport à l'étalonnage du champ et à l'utilisation de l'illumination partielle.

Les gammes de fréquences à considérer sont balayées avec le signal modulé en amplitude conformément à 5.1 et 5.2, en s'arrêtant pour ajuster le niveau de signal RF, ou pour commuter les oscillateurs et les antennes comme cela est nécessaire. Quand la gamme de fréquences est balayée par incréments, la dimension du pas ne doit pas dépasser 1 % de la valeur de la fréquence précédente.

Le temps de palier à chaque fréquence de la porteuse modulée en amplitude ne doit pas être inférieur au temps nécessaire pour soumettre l'EST à l'essai et le laisser réagir, et ne doit en aucun cas être inférieur à 0,5 s. Les fréquences sensibles (par exemple les fréquences d'horloge) doivent être analysées séparément selon les exigences figurant dans les normes de produits.

L'essai doit être normalement réalisé avec l'antenne émettrice en regard de chaque côté de l'EST. Lorsqu'un matériel peut être utilisé dans des orientations différentes (c'est-à-dire verticale ou horizontale), l'essai doit être effectué sur tous les cotés. Quand cela est techniquement justifié, certains EST peuvent être soumis aux essais en exposant moins de côtés à l'antenne émettrice. Dans d'autres cas, comme cela peut par exemple être déterminé par le type et les dimensions de l'EST, ou par les fréquences d'essai, il peut s'avérer nécessaire d'exposer selon plus de quatre azimuts.

NOTE 1 Dès que les dimensions électriques de l'EST augmentent, la complexité de son diagramme de champ d'antenne augmente aussi. La complexité du diagramme d'antenne peut affecter le nombre d'orientations nécessaires lors de l'essai pour déterminer l'immunité minimale.

NOTE 2 Lorsque l'EST est constitué de plusieurs éléments, il n'est pas nécessaire de modifier la position relative de chacun des éléments lors de l'illumination de ses différents côtés.

La polarisation du champ généré par chaque antenne nécessite d'essayer chaque côté sélectionné deux fois, une fois avec l'antenne positionnée verticalement, et une seconde fois avec l'antenne positionnée horizontalement.

Tous les efforts doivent être faits pour mettre totalement l'EST à l'épreuve afin de vérifier son immunité dans tous les modes de fonctionnement critiques sélectionnés. Il est recommandé d'utiliser des programmes d'essai spéciaux.

9 Evaluation des résultats d'essai

Les résultats d'essai doivent être classés en tenant compte de la perte de fonction ou de la dégradation du fonctionnement du matériel soumis à l'essai, par rapport à un niveau de fonctionnement défini par son constructeur ou par le demandeur de l'essai, ou en accord entre le constructeur et l'acheteur du produit. La classification recommandée se présente de la manière suivante:

- a) fonctionnement normal dans les limites spécifiées par le constructeur, le demandeur de l'essai ou l'acheteur;
- b) perte temporaire de fonction ou dégradation temporaire du fonctionnement cessant après la disparition de la perturbation, le matériel soumis à l'essai retrouve alors son fonctionnement normal sans l'intervention d'un opérateur;
- c) perte temporaire de fonction ou dégradation temporaire du fonctionnement nécessitant l'intervention d'un opérateur;
- d) perte de fonction ou dégradation du fonctionnement non récupérable, due à une avarie du matériel ou du logiciel, ou à une perte de données.

La spécification du constructeur peut définir des effets sur l'EST qui peuvent être considérés comme non significatifs et donc acceptables.

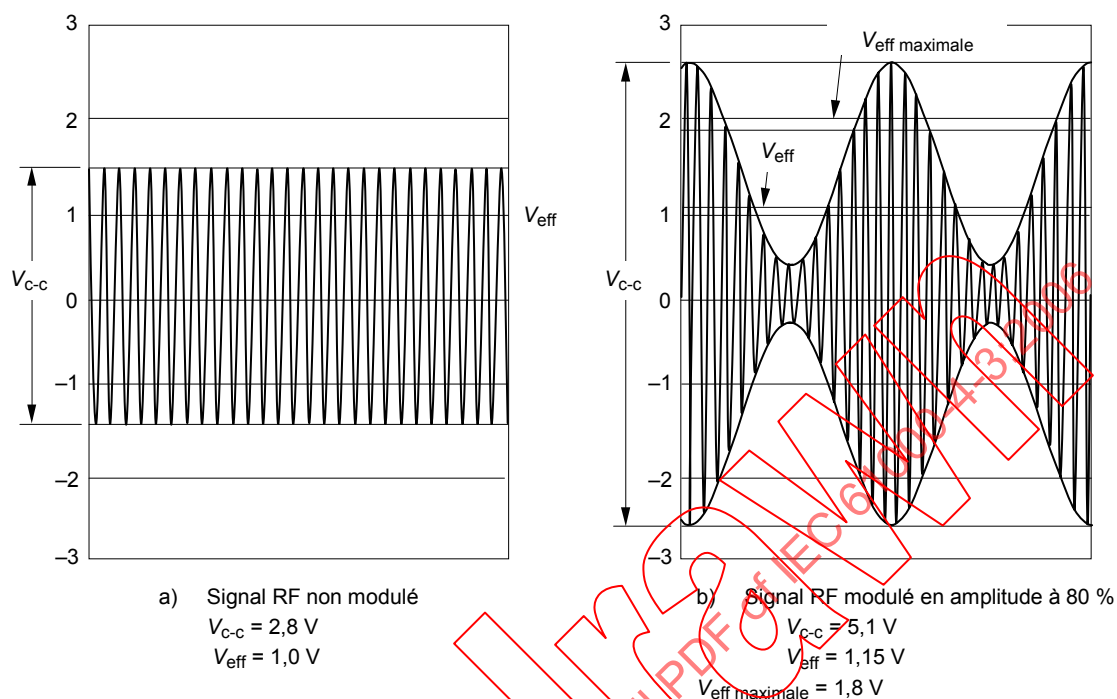
Cette classification peut être utilisée pour guider dans l'élaboration des critères d'aptitude à la fonction, par les comités responsables des normes génériques, de produit ou de famille de produits, ou pour servir de cadre pour l'accord sur les critères d'aptitude à la fonction entre le constructeur et l'acheteur, par exemple lorsque aucune norme générique, de produit ou de famille de produits appropriée n'existe.

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir toutes les informations nécessaires pour reproduire l'essai. En particulier, ce qui suit doit être noté:

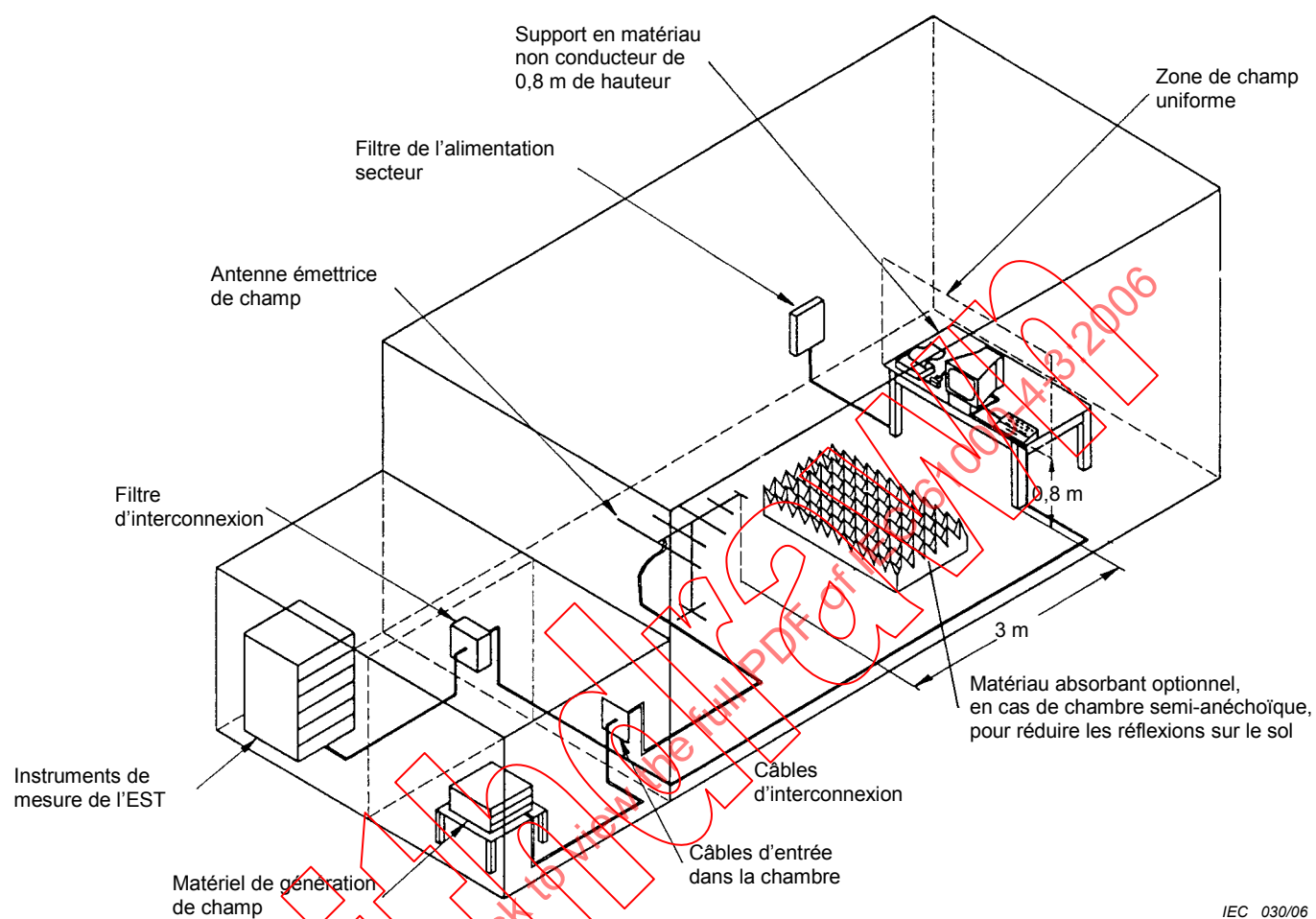
- les points spécifiés dans le plan d'essai requis à l'Article 8 de la présente norme;
- l'identification de l'EST et de tous les matériels associés, par exemple marque, type, numéro de série;

- l'identification des matériels d'essai, par exemple marque, type, numéro de série;
- toutes les conditions d'environnement spéciales dans lesquelles l'essai a été réalisé;
- toutes les conditions spécifiques nécessaires pour permettre la réalisation de l'essai;
- le niveau de fonctionnement défini par le constructeur, le demandeur de l'essai ou l'acheteur;
- le critère d'aptitude à la fonction spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits;
- tous les effets observés sur l'EST pendant ou après l'application de la perturbation, et la durée pendant laquelle ces effets ont persisté;
- la justification de la décision succès/échec (basée sur le critère d'aptitude à la fonction spécifié dans la norme générique, de produit ou de famille de produits, ou résultant de l'accord entre le constructeur et l'acheteur);
- toutes les conditions spécifiques d'utilisation, par exemple longueur ou type de câble, blindage ou raccordement à la terre, ou les conditions de fonctionnement de l'EST, qui sont requises pour assurer la conformité;
- une description complète du câblage et des position et orientation du matériel doivent figurer dans le rapport d'essai; dans certains cas, une photo suffit pour cela.



IEC 029/06

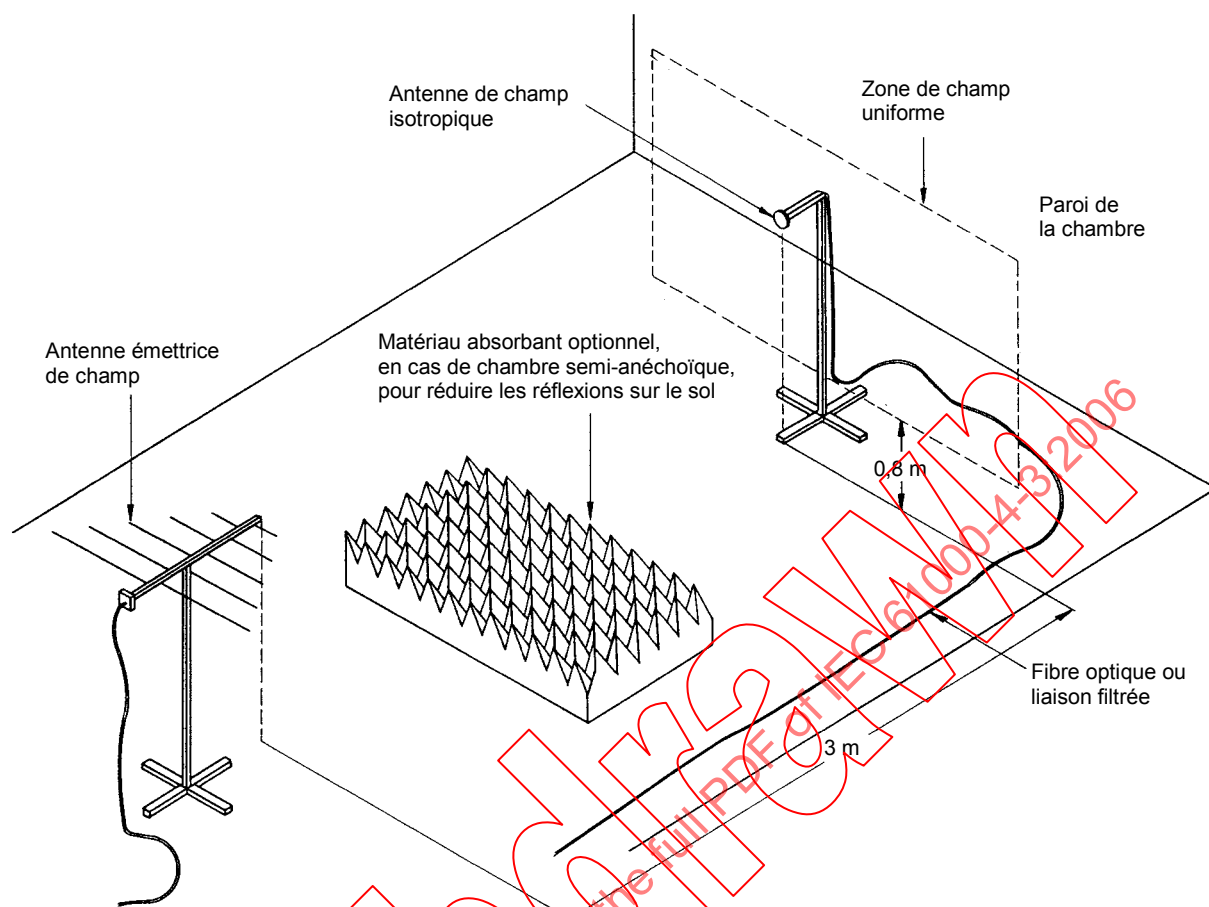
Figure 1 – Définition du niveau d'essai et des formes d'onde apparaissant à la sortie du générateur de signaux



IEC 030/06

NOTE Pour plus de clarté, le revêtement anéchoïque des parois et du plafond a été omis.

Figure 2 – Exemple d'installation d'essai



IEC 031/06

Figure 3 – Etalonnage du champ

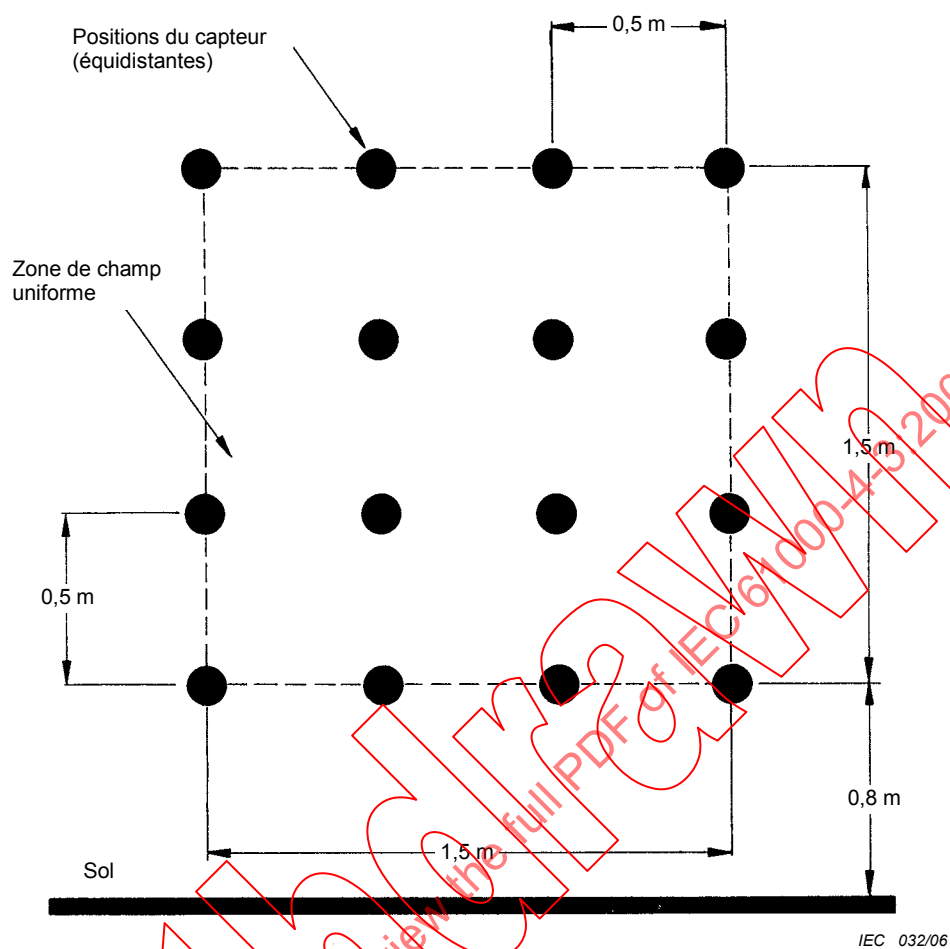
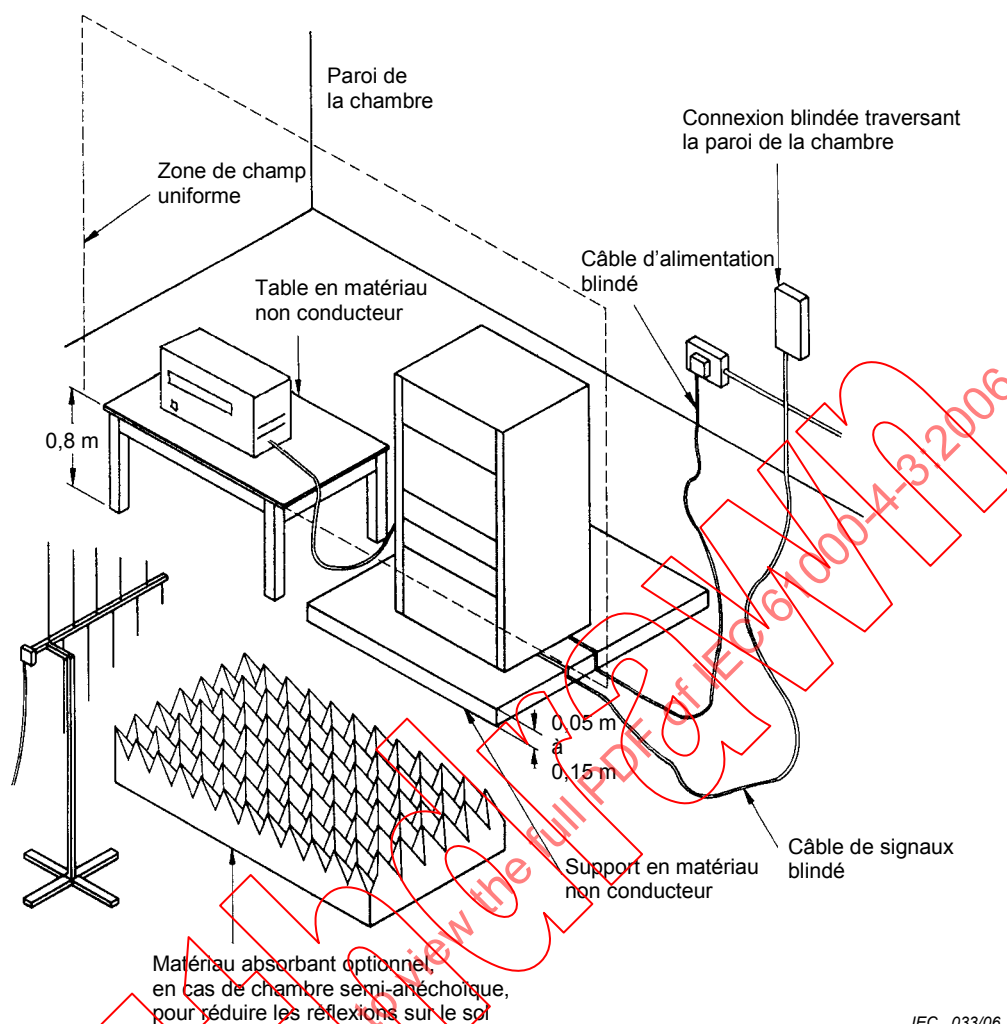


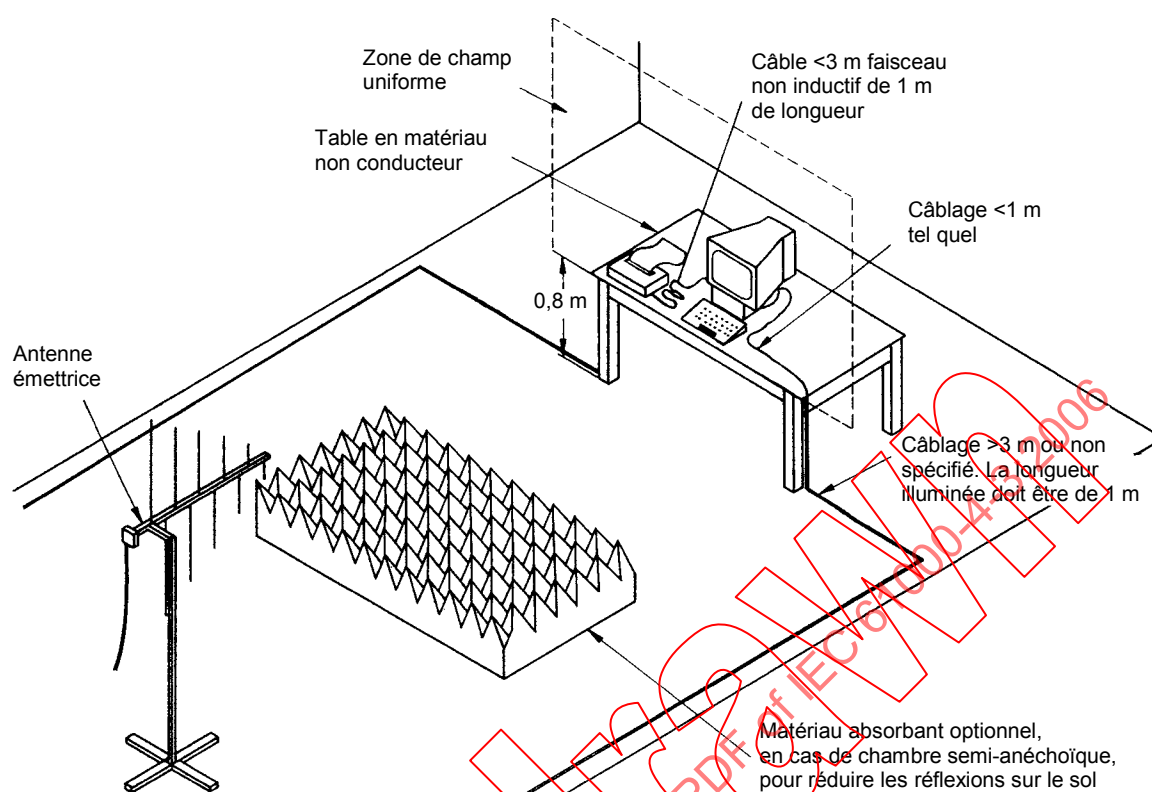
Figure 4 – Etalonnage du champ, dimensions de la zone de champ uniforme



IEC 033/06

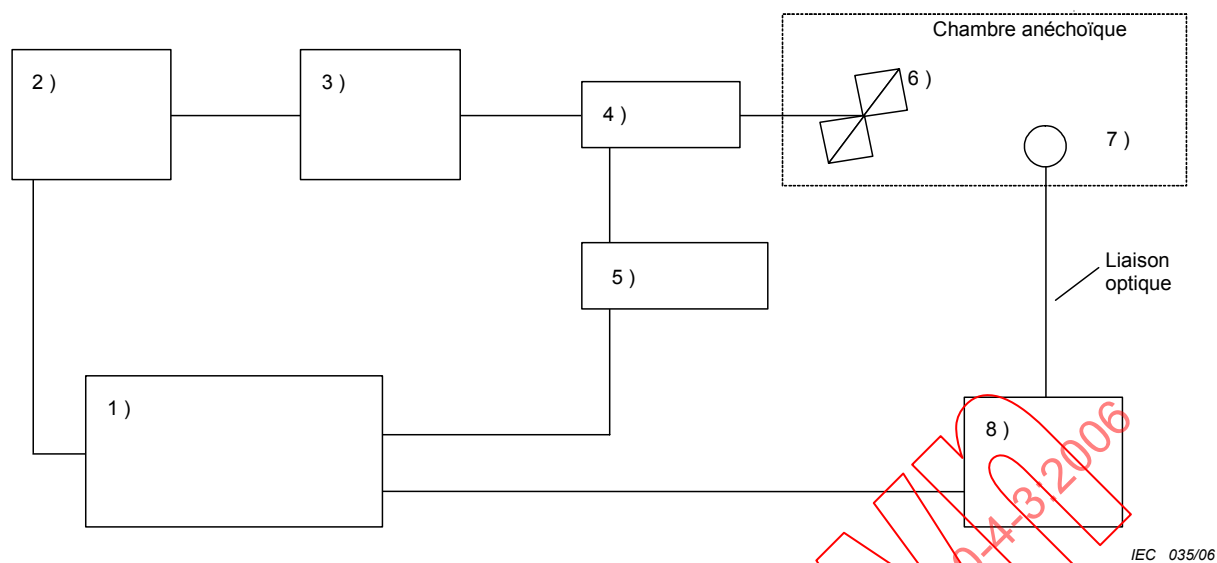
NOTE Pour plus de clarté, le revêtement anéchoïque des parois a été omis.

Figure 5 – Exemple de montage d'essai pour un matériel posé au sol



IEC 034/06

Figure 6 – Exemple de montage d'essai pour un matériel de table



Légende

- 1) Contrôleur, par exemple PC
- 2) Générateur de signal
- 3) Amplificateur de puissance
- 4) Coupleur directif ^a
- 5) Instrument de mesure ^a
- 6) Antenne émettrice
- 7) Sonde de champ
- 8) Mesureur de champ

^a Le coupleur directif et le mesureur de puissance peuvent être remplacés par un détecteur de la puissance incidente ou un dispositif de surveillance disposé entre l'amplificateur (3) et l'antenne (6).

Figure 7 – Dispositif de mesure

Annexe A (informative)

Justification du choix de la modulation pour les essais relatifs à la protection contre les émissions aux fréquences radioélectriques des radiotéléphones numériques

A.1 Résumé des méthodes de modulation disponibles

La menace essentielle au-dessus de 800 MHz est constituée par les radiotéléphones numériques qui utilisent une modulation à enveloppe non constante. Durant l'élaboration de la présente norme, les méthodes de modulation du champ électromagnétique suivantes ont été considérées:

- modulation d'amplitude sinusoïdale à 80 % à la fréquence de 1 kHz;
- modulation d'amplitude carrée, rapport cyclique de 1:2, modulation à 100 % à la fréquence de 200 Hz;
- signal à fréquence radioélectrique modulé en impulsion représentant approximativement les caractéristiques de chaque système, par exemple rapport cyclique de 1:8 à 200 Hz pour le GSM, rapport cyclique de 1:24 à 100 Hz pour les portables DECT, etc. (voir l'Annexe G pour les définitions du GSM et du DECT);
- signal à fréquence radioélectrique modulé en impulsion représentant exactement les caractéristiques de chaque système, par exemple pour le GSM: rapport cyclique de 1:8 à 200 Hz ainsi que des caractéristiques secondaires telles que le mode de transmission discontinue (fréquence de modulation de 2 Hz) et l'effet de la présence de plusieurs trames (composante à la fréquence de 8 Hz).

L'intérêt des systèmes respectifs est résumé au Tableau A.1.

Tableau A.1 – Comparaison des méthodes de modulation

(voir Annexe G pour les définitions du GSM et du DECT)

Méthode de modulation	Avantages	Inconvénients
Modulation d'amplitude sinusoïdale	1 L'expérimentation a montré qu'une bonne corrélation peut être établie entre les effets perturbateurs de différents types de modulations à enveloppe non constante, tant que les niveaux maximaux en valeur efficace restent les mêmes. 2 Il n'est pas nécessaire de spécifier (ni de mesurer) le temps de montée de l'impulsion AMRT. 3 Utilisée dans la présente norme et dans la CEI 61000-4-6. 4 Les matériels de génération et de contrôle du champ sont déjà disponibles. 5 Pour les matériels audioanalogiques, la démodulation dans le matériel soumis à l'essai produit une réponse audio qui peut être mesurée avec un récepteur à bande étroite, ce qui réduit le bruit de fond. 6 A déjà montré son efficacité pour simuler l'effet d'autres types de modulations (par exemple modulation de fréquence, de phase, impulsionnelle) à des fréquences plus basses.	1 Ne simule pas l'AMRT. 2 Essai légèrement plus pénalisant pour les récepteurs à loi du second ordre. 3 Peut ne pas voir certains mécanismes de défaillance.
Modulation d'amplitude carrée	1 Similaire à l'AMRT. 2 Peut être utilisée universellement. 3 Peut révéler des mécanismes de défaillances «inconnus» (sensibilité à une forte variation de l'enveloppe RF).	1 Ne simule pas exactement l'AMRT. 2 Nécessite un équipement non classique pour générer le signal. 3 La démodulation dans le matériel soumis à l'essai produit une réponse audio large bande qui doit être mesurée avec un récepteur large bande, ce qui augmente le bruit de fond. 4 Nécessité de spécifier le temps de montée.
Modulation en impulsion	1 Bonne simulation de l'AMRT. 2 Peut révéler des mécanismes de défaillances «inconnus» (sensibilité à une forte variation de l'enveloppe RF).	1 Nécessite un équipement non classique pour générer le signal. 2 Les détails de la modulation nécessitent d'être modifiés pour correspondre à chaque système (par exemple GSM, DECT...). 3 La démodulation dans le matériel soumis à l'essai produit une réponse audio large bande qui doit être mesurée avec un récepteur large bande, ce qui augmente le bruit de fond. 4 Nécessité de spécifier le temps de montée.

A.2 Résultats expérimentaux

Une série d'expérimentations a été effectuée pour évaluer la corrélation entre la méthode de modulation du signal perturbateur utilisée et le brouillage produit.

Les méthodes de modulation étudiées étaient les suivantes:

- a) modulation d'amplitude sinusoïdale à 80 % à la fréquence de 1 kHz;
- b) impulsions radioélectriques «GSM», rapport cyclique de 1:8 à 200 Hz;
- c) impulsions radioélectriques «DECT», rapport cyclique de 1:2 à 100 Hz (station de base);
- d) impulsions radioélectriques «DECT», rapport cyclique de 1:24 à 100 Hz (portable).

Une seule des modulations «DECT» a été utilisée dans chaque cas.

Les résultats sont résumés dans les Tableaux A.2 et A.3.

Tableau A.2 – Niveaux de brouillage relatifs ^a

Méthode de modulation ^b		Modulation d'amplitude sinusoïdale à 80 % à 1 kHz	«GSM», rapport cyclique 1:8 à 200 Hz	«DECT», rapport cyclique 1:24 à 100 Hz
↓ Matériel	↓ Réponse audio	dB	dB	dB
Aide auditive ^c	Non pondérée 21 Hz – 21 kHz	0 ^d	0	–3
	Pondérée, loi en A	0	–4	–7
Poste téléphonique analogique ^e	Non pondérée	0 ^d	–3	–7
	Pondérée, loi en A	–1	–6	–8
Récepteur radio ^f	Non pondérée	0 ^d	+1	–2
	Pondérée, loi en A	–1	–3	–7

^a La réponse audio à la perturbation est le niveau de brouillage. Un niveau de brouillage faible représente un niveau d'immunité élevé.

^b Important: l'amplitude de la porteuse est ajustée de telle façon que la valeur efficace maximale (voir Article 3) du signal perturbateur (perturbation) soit la même pour toutes les modulations.

^c La perturbation est produite par un champ électromagnétique incident à 900 MHz. Le rapport cyclique pour la modulation «DECT» est de 1:2 au lieu de 1:24. La réponse audio est la sortie acoustique mesurée avec une oreille artificielle reliée à l'aide d'un tube de 0,5 m en PVC.

^d Ce cas est pris comme étant la réponse audio de référence, c'est-à-dire 0 dB.

^e La perturbation est un courant à fréquence radioélectrique injecté dans le câble téléphonique à 900 MHz. La réponse audio est la tension à la fréquence audio mesurée sur la ligne téléphonique.

^f La perturbation est un courant à fréquence radioélectrique injecté dans le câble d'alimentation à 900 MHz. La réponse audio est la sortie audio du haut-parleur mesurée avec un microphone.