

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**61000-4-9**

**Edition 1.1  
2001-03**

Edition 1:1993 consolidée par l'amendement 1:2000  
Edition 1:1993 consolidated with amendment 1:2000

---

---

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM  
BASIC EMC PUBLICATION

---

---

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –**

**Partie 4-9:  
Techniques d'essai et de mesure –  
Essai d'immunité au champ  
magnétique impulsionnel**

**Electromagnetic compatibility (EMC) –**

**Part 4-9:  
Testing and measurement techniques –  
Pulse magnetic field immunity test**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61000-4-9:1993+A1:2000

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))**
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/catlg-f.htm](http://www.iec.ch/catlg-f.htm)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.
- **IEC Just Published**  
Ce résumé des dernières publications parues ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.
- **Service clients**  
Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:  
Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))**
- **Catalogue of IEC publications**  
The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/catlg-e.htm](http://www.iec.ch/catlg-e.htm)) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.
- **IEC Just Published**  
This summary of recently issued publications ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.
- **Customer Service Centre**  
If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:  
Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**61000-4-9**

**Edition 1.1  
2001-03**

Edition 1:1993 consolidée par l'amendement 1:2000  
Edition 1:1993 consolidated with amendment 1:2000

---

---

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM  
BASIC EMC PUBLICATION

---

---

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –**

**Partie 4-9:  
Techniques d'essai et de mesure –  
Essai d'immunité au champ  
magnétique impulsionnel**

**Electromagnetic compatibility (EMC) –**

**Part 4-9:  
Testing and measurement techniques –  
Pulse magnetic field immunity test**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

---

---

CODE PRIX  
PRICE CODE

**U**

*Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue*

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	6
INTRODUCTION.....	10
Articles	
1 Domaine d'application .....	12
2 Références normatives.....	12
3 Généralités.....	14
4 Définitions .....	14
5 Niveaux d'essais .....	16
6 Matériel d'essai .....	16
6.1 Générateur d'essai .....	18
6.2 Bobine d'induction.....	20
6.3 Instrumentation d'essai et instrumentation auxiliaire.....	24
7 Installation d'essai.....	24
7.1 Plan de sol .....	26
7.2 Equipement en essai.....	26
7.3 Générateur d'essai .....	26
7.4 Bobine d'induction.....	26
8 Procédure d'essai.....	28
8.1 Conditions de référence du laboratoire .....	28
8.2 Exécution de l'essai.....	28
9 Evaluation des résultats d'essai .....	30
10 Rapport d'essai .....	32
Annexe A (normative) Méthode d'étalonnage des bobines d'induction.....	40
Annexe B (normative) Caractéristiques des bobines d'induction.....	42
Annexe C (informative) Sélection des niveaux d'essais.....	54
Annexe D (informative) Informations sur l'intensité des champs magnétiques .....	58
Figure 1 – Exemple d'application du champ par la méthode par immersion .....	34
Figure 2 – Forme d'onde de courant produite par le générateur d'essai pour le champ magnétique impulsionnel (6,4/16 $\mu$ s).....	34
Figure 3 – Schéma du générateur d'essai produisant le champ magnétique impulsionnel (6,4/16 $\mu$ s).....	34
Figure 4 – Exemple d'installation d'essai pour matériel de table.....	36
Figure 5 – Exemple d'installation d'essai pour matériel posé au sol .....	36
Figure 6 – Exemple de recherche de susceptibilité aux champs magnétiques par la méthode de proximité.....	38
Figure 7 – Représentation des bobines de Helmholtz.....	38

## CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
Clause	
1 Scope.....	13
2 Normative references .....	13
3 General .....	15
4 Definitions .....	15
5 Test levels.....	17
6 Test equipment.....	17
6.1 Test generator.....	19
6.2 Induction coil.....	21
6.3 Test and auxiliary instrumentation .....	25
7 Test set-up .....	25
7.1 Ground (reference) plane .....	27
7.2 Equipment under test .....	27
7.3 Test generator.....	27
7.4 Induction coil.....	27
8 Test procedure .....	29
8.1 Laboratory reference conditions .....	29
8.2 Carrying out the test.....	29
9 Evaluation of test results .....	31
10 Test report.....	33
Annex A (normative) Induction coil calibration method .....	41
Annex B (normative) Characteristics of the induction coils .....	43
Annex C (informative) Selection of the test levels .....	55
Annex D (informative) Information on magnetic field strength.....	59
Figure 1 – Example of application of the test field by the immersion method .....	35
Figure 2 – Current waveform of the test generator for pulse magnetic field (6,4/16 $\mu$ s).....	35
Figure 3 – Schematic circuit of the test generator for pulse magnetic field (6,4/16 $\mu$ s).....	35
Figure 4 – Example of test set-up for table-top equipment.....	37
Figure 5 – Example of test set-up for floor-standing equipment .....	37
Figure 6 – Example of investigation of susceptibility to magnetic field by the proximity method.....	39
Figure 7 – Illustration of Helmholtz coils .....	39

Figure B.1 – Caractéristiques du champ engendré dans son plan par une spire d'induction carrée (1 m de côté).....	46
Figure B.2 – Zones des 3 dB pour le champ engendré dans son plan par une spire d'induction carrée (1 m de côté).....	46
Figure B.3 – Zones des 3 dB pour le champ engendré dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan de la spire) par une spire d'induction carrée (1 m de côté) .....	48
Figure B.4 – Zones des 3 dB pour le champ engendré dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan des spires) par deux spires d'induction carrées (1 m de côté) espacées de 0,6 m .....	48
Figure B.5 – Zones des 3 dB pour le champ engendré dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan des spires) par deux spires d'induction carrées (1 m de côté) espacées de 0,8 m .....	50
Figure B.6 – Zone des 3 dB pour le champ engendré dans son plan par une spire d'induction rectangulaire (1 m × 2,6 m) .....	50
Figure B.7 – Zone des 3 dB pour le champ engendré dans son plan par une spire d'induction rectangulaire (1 m × 2,6 m), le plan de sol étant considéré comme un côté de la bobine.....	52
Figure B.8 – Zones des 3 dB pour le champ engendré dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan de la spire) par une spire d'induction rectangulaire (1 m × 2,6 m) .....	52
Tableau 1 – Niveaux d'essais .....	16

	Page
Figure B.1 – Characteristics of the field generated by a square induction coil (1 m side) in its plane .....	47
Figure B.2 – 3 dB area of the field generated by a square induction coil (1 m side) in its plane .....	47
Figure B.3 – 3 dB area of the field generated by a square induction coil (1 m side) in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coil).....	49
Figure B.4 – 3 dB area of the field generated by two square induction coils (1 m side) 0,6 m spaced, in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coils).....	49
Figure B.5 – 3 dB area of the field generated by two square induction coils (1 m side) 0,8 m spaced, in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coils).....	51
Figure B.6 – 3 dB area of the field generated by a rectangular induction coil (1 m × 2,6 m) in its plane .....	51
Figure B.7 – 3 dB area of the field generated by a rectangular induction coil (1 m × 2,6 m) in its plane (ground plane as a side of the induction coil).....	53
Figure B.8 – 3 dB area of the field generated by a rectangular induction coil (1 m × 2,6 m) with ground plane, in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coil).....	53
Table 1 – Test levels.....	17

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### **COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –**

#### **Partie 4-9: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique impulsionnel**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 61000-4-9 a été établie par le sous-comité 77B: Phénomènes haute fréquence, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Elle constitue la section 9 de la partie 4 de la norme CEI 61000. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI.

La présente version consolidée de la CEI 61000-4-9 est issue de la première édition (1993) [documents 77B(BC)8 et 77B(BC)14] et de son amendement 1 (2000) [documents 77B/291+293/FDIS et 77B/298+300/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

Les annexes A et B font partie intégrante de cette norme.

Les annexes C et D sont données uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –****Part 4-9: Testing and measurement techniques –  
Pulse magnetic field immunity test**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61000-4-9 has been prepared by subcommittee 77B: High frequency phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It forms section 9 of part 4 of IEC 61000. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

This consolidated version of IEC 61000-4-9 is based on the first edition (1993) [documents 77B(CO)8 and 77B(CO)14] and its amendment 1 (2000) [documents 77B/291+293/FDIS and 77B/298+300/RVD].

It bears the edition number 1.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

Annexes A and B form an integral part of this standard.

Annexes C and D are for information only.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant 2002. A cette date, la publication sera

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until 2002. At this date, the publication will be

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

## INTRODUCTION

La présente norme fait partie de la série des normes 61000 de la CEI, selon la répartition 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 9: Divers

Chaque partie est à son tour subdivisée en sections qui seront publiées soit comme normes internationales soit comme rapports techniques.

Ces normes et rapports seront publiés dans un ordre chronologique et numérotés en conséquence.

La présente partie constitue une norme internationale qui traite des prescriptions en matière d'immunité et des procédures d'essai qui s'appliquent au «Champ magnétique impulsionnel».

## 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 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into sections which are to be published either as international standards or as technical reports.

These standards and reports will be published in chronological order and numbered accordingly.

This part is an international standard which gives immunity requirements and test procedures related to "pulse magnetic field".

## COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

### Partie 4-9: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique impulsionnel

#### 1 Domaine d'application

La présente norme internationale traite des exigences en matière d'immunité des matériels uniquement dans les conditions d'utilisation, contre les perturbations magnétiques impulsionnelles principalement dans les:

- installations industrielles et les centrales électriques;
- postes moyenne et haute tension.

Les conditions d'application de la présente norme aux matériels installés dans les différents secteurs sont déterminées par la présence du phénomène dans les conditions spécifiées dans l'article 3.

La présente norme ne traite pas des perturbations engendrées par le couplage capacitif ou inductif sur les câbles ou autres parties de l'installation.

D'autres normes CEI traitant des perturbations conduites couvrent ces aspects.

La présente norme a pour objet d'établir une base commune et reproductible pour évaluer la performance des matériels électriques et électroniques à vocation domestique, commerciale ou industrielle lorsqu'ils sont soumis à des champs magnétiques impulsionnels.

La présente norme a pour objet de définir les éléments suivants:

- les niveaux recommandés d'essai;
- le matériel d'essai;
- l'installation d'essai;
- la procédure d'essai.

#### 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 61000-4. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 61000-4 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes Internationales en vigueur.

CEI 60060-2:1973, *Techniques des essais à haute tension – Deuxième partie: Modalités d'essais*

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

CEI 60469-1:1987, *Techniques des impulsions et appareils – Première partie: Termes et définitions concernant les impulsions*

## **ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) – Part 4-9: Testing and measurement techniques – Pulse magnetic field immunity test**

### **1 Scope**

This international standard relates to the immunity requirements of equipment, only under operational conditions, to pulse magnetic disturbances mainly related to:

- industrial installations and power plants;
- medium voltage and high voltage sub-stations.

The applicability of this standard to equipment installed in different locations is determined by the presence of the phenomenon, as specified in clause 3.

This standard does not consider disturbances due to capacitive or inductive coupling in cables or other parts of the field installation.

Other IEC standards dealing with conducted disturbances cover these aspects.

The object of this standard is to establish a common and reproducible basis for evaluating the performance of electrical and electronic equipment for household, commercial and industrial applications when subjected to pulse magnetic fields.

The standard defines:

- recommended test levels;
- test equipment;
- test set-up;
- test procedure.

### **2 Normative references**

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 61000-4. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 61000-4 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60060-2:1973, *High-voltage test techniques – Part 2: Test procedures*

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60469-1:1987, *Pulse techniques and apparatus – Part 1: Pulse terms and definitions*

### 3 Généralités

Le champ magnétique auquel est soumis le matériel peut influencer le bon fonctionnement de celui-ci et des ensembles qui y sont reliés.

Les essais dont il est fait état dans ce document ont pour objet de démontrer l'immunité du matériel lorsqu'il est soumis au champ magnétique impulsionnel qui s'applique à l'emplacement spécifique et aux conditions d'installation de l'équipement (par exemple, matériel situé à proximité de la source de perturbation).

Les champs magnétiques impulsionnels sont engendrés par la chute de la foudre sur des bâtiments ou toute structure métallique telle qu'un mât aérien, des câbles de terre ou des réseaux de terre, ainsi que par la production de courants transitoires engendrés par des défauts dans un système basse, moyenne ou haute tension.

Dans les postes haute tension, le champ magnétique impulsionnel peut également être produit par la commutation de barres HT, ou de lignes par des disjoncteurs.

Cet essai s'applique principalement aux équipements électroniques destinés aux centrales électriques et aux centres de télécontrôle. Il n'est pas applicable pour les équipements du réseau de distribution.

Les comités de produit peuvent définir d'autres applications.

La forme d'onde du champ est celle de l'impulsion normale de courant 6,4/16  $\mu$ s.

NOTE L'onde 6,4/16  $\mu$ s selon la CEI 60469-1 correspond à l'onde 8/20  $\mu$ s de la CEI 60060-2.

### 4 Définitions

Les définitions et termes suivants sont utilisés dans la présente norme; ils concernent uniquement le domaine des perturbations magnétiques et ne sont pas tous répertoriés dans la CEI 60050(161) [VEI].

#### 4.1

##### **EST**

équipement en essai

#### 4.2

##### **bobine d'induction**

boucle d'induction de forme et de dimensions définies dans laquelle un courant circule, en engendrant un champ magnétique d'un niveau constant défini dans son plan et dans le volume contenu

#### 4.3

##### **facteur de bobine d'induction**

rapport entre l'intensité du champ magnétique engendré par une spire d'induction de dimensions données et la valeur du courant correspondant; le champ est mesuré au centre du plan de la spire, sans tenir compte de l'EST

#### 4.4

##### **méthode par immersion**

méthode d'application du champ magnétique à l'EST, placé au centre de la spire d'induction (figure 1)

#### 4.5

##### **méthode de proximité**

méthode d'application du champ magnétique à l'EST, là où une bobine de faible induction est déplacée le long du côté de l'EST de manière à détecter des zones particulièrement sensibles

### 3 General

The magnetic fields to which equipment is subjected may influence the reliable operation of equipment and systems.

The following tests are intended to demonstrate the immunity of equipment when subjected to impulse magnetic fields related to the specific location and installation condition of the equipment (e.g. proximity of equipment to the disturbance source).

Pulse magnetic fields are generated by lightning strokes on buildings and other metal structures including aerial masts, earth conductors and earth networks and by initial faults transients in L.V., M.V. and H.V. electrical systems.

In H.V. sub-stations, a pulse magnetic field may also be generated by the switching of H.V. bus-bars and lines by circuit breakers.

The test is mainly applicable to electronic equipment to be installed in electrical plants as well as in telecontrol centres. It is not relevant for distribution network equipment.

Possible other applications may be considered by the product committees.

The test field waveform is that of the standard current pulse, waveform 6,4/16  $\mu$ s.

NOTE The waveform 6,4/16  $\mu$ s according to IEC 60469-1 corresponds to the 8/20  $\mu$ s of IEC 60060-2.

### 4 Definitions

The following definitions and terms are used in this standard and apply to the restricted field of magnetic disturbances; not all of them are included in IEC 60050(161) [IEV].

#### 4.1

##### **EUT**

equipment under test

#### 4.2

##### **induction coil**

conductor loop of defined shape and dimensions, in which flows a current, generating a magnetic field of defined constancy in its plane and in the enclosed volume

#### 4.3

##### **induction coil factor**

ratio between the magnetic field strength generated by an induction coil of given dimensions and the corresponding current value; the field is that measured at the centre of the coil plane, without the EUT

#### 4.4

##### **immersion method**

method of application of the magnetic field to the EUT, which is placed in the centre of an induction coil (figure 1)

#### 4.5

##### **proximity method**

method of application of the magnetic field to the EUT, where a small induction coil is moved along the side of the EUT in order to detect particularly sensitive areas

**4.6**

**plan de sol (PS)**

surface conductrice plane dont le potentiel est pris comme référence pour le générateur de champ magnétique et le matériel auxiliaire. (Le plan de sol peut être utilisé pour fermer la boucle de la spire d'induction, voir la figure 5)

[VEI 161-04-36, modifié]

**4.7**

**réseau de découplage, filtre anti-retour**

réseau électrique destiné à éviter toute interaction avec un autre matériel non soumis aux essais de champ magnétique

**4.8**

**transitoire**

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

[VEI 161-02-01]

**5 Niveaux d'essais**

La gamme préférentielle des niveaux d'essais est indiquée dans le tableau 1.

L'intensité du champ magnétique est exprimée en A/m; 1 A/m correspond à une induction en espace libre de 1,26 µT.

**Tableau 1 – Niveaux d'essais**

Niveau	Intensité des champs magnétiques
	A/m (crête)
1	n.a. <sup>2)</sup>
2	n.a. <sup>2)</sup>
3	100
4	300
5	1000
X <sup>1)</sup>	spécial
NOTE 1 Le niveau «X» n'est pas défini. Ce niveau peut être donné dans la spécification produit.	
NOTE 2 «n.a.» = non applicable	

Les informations concernant la sélection des niveaux d'essais sont données dans l'annexe C.

Les informations concernant l'intensité des champs magnétiques réels sont données dans l'annexe D.

**6 Matériel d'essai**

Le champ magnétique est obtenu par la circulation d'un courant dans une bobine d'induction. Le champ est appliqué à l'EST par la *méthode par immersion*.

Un exemple d'application de la méthode par immersion est donné à la figure 1.

Le matériel d'essai comprend la source de courant (générateur d'essai), la bobine d'induction et l'instrumentation d'essai auxiliaire.

**4.6****ground (reference) plane (GRP)**

a flat conductive surface whose potential is used as a common reference for the magnetic field generator and the auxiliary equipment (the ground plane can be used to close the loop of the induction coil, as in figure 5)

[IEV 161-04-36, modified]

**4.7****decoupling network, back filter**

electrical circuit intended to avoid reciprocal influence with other equipment not submitted to the magnetic field test

**4.8****transient**

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

[IEV 161-02-01]

**5 Test levels**

The preferential range of test levels is given in table 1.

The magnetic field strength is expressed in A/m; 1 A/m corresponds to a free space induction of 1,26  $\mu\text{T}$ .

**Table 1 – Test levels**

Level	Pulse magnetic field strength
	A/m (peak)
1	n.a. <sup>2)</sup>
2	n.a. <sup>2)</sup>
3	100
4	300
5	1000
X <sup>1)</sup>	special

NOTE 1 "x" is an open level. This level can be given in the product specification.  
NOTE 2 "n.a." = not applicable

Information on the selection of the test levels is given in annex C.

Information on actual levels is given in annex D.

**6 Test equipment**

The test magnetic field is obtained by a current flowing in an induction coil; the application of the test field to the EUT is by the *immersion method*.

An example of application of the immersion method is given in figure 1.

The test equipment includes the current source (test generator), the induction coil and auxiliary test instrumentation.

## 6.1 Générateur d'essai

Le générateur dont la forme d'onde de sortie correspond au champ magnétique d'essai doit être capable d'appliquer le courant requis aux bobines d'induction spécifiées en 6.2.

C'est pourquoi la puissance du générateur doit être dimensionnée en tenant compte de l'impédance des bobines; la gamme d'inductances peut varier de 2,5  $\mu\text{H}$  pour une bobine normalisée de 1 m, à plusieurs  $\mu\text{H}$  (par exemple 6  $\mu\text{H}$ ) pour une bobine d'induction rectangulaire (1 m  $\times$  2,6 m, 6.2).

Les spécifications du générateur sont les suivantes:

- intensité déterminée par le niveau d'essai maximal choisi et le facteur de bobine d'induction maximal choisi (6.2.2 et annexe A), qui varie de 0,87  $\text{m}^{-1}$  (bobine normalisée de 1 m pour tester les matériels de table ou les petits équipements) à 0,66  $\text{m}^{-1}$  (bobine d'induction rectangulaire de 1 m  $\times$  2,6 m pour tester les équipements posés au sol ou les grands équipements);
- aptitude au fonctionnement en présence de courts-circuits;
- point froid connecté à la borne de terre (pour la liaison au câble de terre de sécurité du laboratoire);
- précautions nécessaires pour éviter la production de perturbations importantes pouvant être injectées sur le réseau d'alimentation ou susceptibles d'influencer les résultats des essais.

Les caractéristiques et les performances des sources de courant ou du générateur d'essai pour le champ étudié dans la présente norme sont indiquées en 6.1.1.

### 6.1.1 Caractéristiques et performances du générateur d'essai

Le générateur d'essai est un générateur d'impulsion non répétitives (simple coup); ses caractéristiques sont les suivantes:

#### *Caractéristiques*

Temps de montée:	6,4 $\mu\text{s} \pm 30 \%$
Durée:	16 $\mu\text{s} \pm 30 \%$
Gamme d'intensité de sortie:	100 A à 1 000 A, divisés par le facteur de bobine
Polarité:	positive ou négative
Relation de phase avec la fréquence secteur:	synchronisation de 0° à 360° par incrément de 10°
Synchronisation:	commandée par un signal extérieur

On peut utiliser un générateur d'impulsions de courant normalisé, par exemple le «générateur hybride» (forme d'onde de 1,2/50 et 6,4/16  $\mu\text{s}$ ).

NOTE La gamme d'intensité de sortie pour la bobine normalisée varie de 120 A à 1 200 A en crête.

La forme de l'onde d'intensité de sortie est donnée à la figure 2.

Le schéma du générateur est donné à la figure 3.

### 6.1.2 Vérification des caractéristiques du générateur d'essai

Pour comparer les résultats obtenus avec les différents générateurs d'essai, il faut vérifier les caractéristiques essentielles des paramètres du courant de sortie.

Le courant de sortie doit être vérifié avec le générateur connecté à la bobine d'induction normalisée spécifiée en 6.2.1 a); la connexion doit être réalisée avec des fils torsadés d'une longueur maximale de 3 m et de section appropriée.

## 6.1 Test generator

The generator, with the output waveform corresponding to the test magnetic field, shall be able to deliver the required current in the induction coils specified in 6.2.

The generator power capability shall therefore be dimensioned by taking into account the coil impedance; the inductance may range from 2,5  $\mu\text{H}$  for the 1 m standard coil, to several  $\mu\text{H}$  (e.g. 6  $\mu\text{H}$ ) for a rectangular induction coil (1 m  $\times$  2,6 m, see 6.2).

The specifications of the generator are:

- current capability, determined by the maximum selected test level and induction coil factor (see 6.2.2 and annex A), ranging from 0,87  $\text{m}^{-1}$  (1 m standard coil for testing table-top or small equipment) to 0,66  $\text{m}^{-1}$  (rectangular induction coil, 1 m  $\times$  2,6 m, for testing floor-standing or large equipment);
- operability in short-circuit condition;
- low output terminal connected to the earth terminal (for connection to the safety earth of the laboratory);
- precautions to prevent the emission of large disturbances that may be injected in the power supply network or may influence the test results.

The characteristics and performances of the current source or test generator for the field considered in this standard are given in 6.1.1.

### 6.1.1 Characteristics and performances of the test generator

The test generator is a non-repetitive (single shot) pulse current generator with characteristics as follows:

#### *Specifications*

Rise time:	6,4 $\mu\text{s} \pm 30\%$
Duration:	16 $\mu\text{s} \pm 30\%$
Output current range:	100 A to 1 000 A, divided by the coil factor
Polarity:	positive and negative
Phase relationship with the power frequency:	synchronizable from 0° to 360° with 10° steps
Synchronization:	triggerable by external signal

A standard current pulse generator, e.g. the surge hybrid generator (waveform 1,2/50 – 6,4/16  $\mu\text{s}$ ), may be used.

NOTE The output current range for the standard coil is from 120 A to 1 200 A peak.

The waveform of the output current is given in figure 2.

The schematic circuit of the generator is given in figure 3.

### 6.1.2 Verification of the characteristics of the test generator

In order to compare the results for different test generators, the essential characteristics of the output current parameters shall be verified.

The output current shall be verified with the generator connected to the standard induction coil specified in 6.2.1 a); the connection shall be realized by twisted conductors or coaxial cable of up to 3 m length and suitable cross-section.

Il faut vérifier l'émission de perturbations par le générateur (voir 6.1).

Les caractéristiques à vérifier sont les suivantes:

- valeur de crête du courant de sortie;
- temps de montée;
- durée.

Il est recommandé d'utiliser pour la boucle d'induction du fil de 1,8 mm de diamètre (2,5 mm<sup>2</sup>); cependant, il convient de tenir compte des problèmes de construction (rigidité mécanique).

Les vérifications doivent être effectuées avec une pince ampèremétrique et un oscilloscope ou autre instrumentation de mesure équivalente d'une largeur de bande minimale de 10 MHz.

La précision des mesures doit être de  $\pm 10\%$ .

## 6.2 Bobine d'induction

### 6.2.1 Caractéristiques de la bobine d'induction

La bobine d'induction connectée au générateur d'essai défini plus haut (6.1.1) doit produire un champ dont l'intensité correspond au niveau d'essai choisi et à la précision demandée.

Cette bobine doit être faite de cuivre, d'aluminium ou de tout autre matériau conducteur non magnétique; sa section et sa conception doivent permettre de lui donner une position stable pendant les essais.

Il est souhaitable de pouvoir produire les champs magnétiques considérés dans cette norme avec la même bobine; dans ce cas, elle peut être de type «*monospire*» et doit pouvoir supporter l'intensité qui peut être nécessaire pour le niveau d'essai choisi.

On peut utiliser une bobine multispire de manière à obtenir une intensité de courant d'essai plus basse.

Les dimensions de la bobine d'induction doivent lui permettre d'envelopper l'EST (trois positions orthogonales).

Des bobines d'induction de différentes dimensions peuvent être utilisées en fonction de la taille de l'EST.

Les dimensions conseillées ci-dessous permettent de produire des champs magnétiques d'essai dans tout le volume des EST (*matériel de table ou équipement posé au sol*) avec une variation acceptable de  $\pm 3$  dB.

Les caractéristiques des bobines d'induction en fonction de la distribution du champ magnétique sont données dans l'annexe B.

#### a) Bobine d'induction pour matériel de table

La bobine d'induction de dimensions normalisées destinée aux essais des petits matériels (terminaux, watt-heuremètres, transmetteurs pour commande de processus, etc.) est de forme carrée (ou circulaire), de 1 m de côté (ou de diamètre) et constituée d'un fil d'une section relativement faible.

Le volume d'essai d'une bobine carrée normalisée est de 0,6 m  $\times$  0,6 m  $\times$  0,5 m (hauteur).

On peut utiliser une bobine double de taille normalisée (bobine de Helmholtz) pour obtenir un champ homogène à 3 dB ou pour tester des EST de plus grand volume.

The emission of disturbances by the generator shall be verified (see 6.1).

The characteristics to be verified are:

- output current peak value;
- rise time;
- duration.

A 1,8 mm wire diameter (2,5 mm<sup>2</sup>) should be used for the loop for short-circuit current operation; however, the mechanical rigidity should be taken into account.

The verifications shall be carried out with a current probe and oscilloscope or other equivalent measurement instrumentation with 10 MHz minimum bandwidth.

The accuracy of the measurements shall be  $\pm 10\%$ .

## 6.2 Induction coil

### 6.2.1 Characteristics of the induction coil

The induction coil, connected to the test generator previously defined (see 6.1.1), shall generate a field strength corresponding to the selected test level and the defined homogeneity.

The induction coil shall be made of copper, aluminium or any conductive non-magnetic material, of such cross-section and mechanical arrangement as to facilitate its stable positioning during the tests.

A same coil is suitable for the generation of the magnetic fields considered in this standard; it may be a "single turn" coil and shall have a suitable current capability, as may be necessary for the selected test level.

Multi-turn coils may be used in order to have a lower testing current.

The induction coil shall be adequately dimensioned to surround the EUT (three orthogonal positions).

Depending on the size of the EUT, induction coils of different dimensions may be used.

The dimensions recommended below are suitable for the generation of magnetic fields over the whole volume of the EUT's (*table-top equipment or floor-standing equipment*), with an acceptable variation of  $\pm 3$  dB.

The characteristics of induction coils in respect of the magnetic field distribution are given in annex B.

#### a) *Induction coil for table-top equipment*

The induction coil of standard dimensions for testing small equipment (e.g. computer monitors, watt-hour meters, transmitters for process control, etc.) has a square (or circular) form with 1 m side (or diameter), made of a conductor of relatively small cross-section.

The test volume of the standard square coil is 0,6 m  $\times$  0,6 m  $\times$  0,5 m (height).

A double coil of standard size (Helmholtz coil) could be used in order to obtain a field homogeneity better than 3 dB or for testing larger EUT's.

La bobine double (bobine de Helmholtz) doit être composée de deux ou plusieurs séries de spires, convenablement espacées (voir figure 7, figure B.4, figure B.5).

Le volume d'essai d'une bobine double normalisée à espacement de 0,8 m, pour une homogénéité meilleure que 3 dB, est de 0,6 m × 0,6 m × 1 m (hauteur).

Par exemple, pour une non homogénéité de 0,2 dB, les bobines de Helmholtz ont les dimensions et la distance de séparation indiquées à la figure 7.

b) *Bobine d'induction pour équipement posé au sol*

Il faut réaliser des bobines d'induction compatibles avec les dimensions de l'EST et les différentes polarisations du champ.

Cette bobine doit être capable d'envelopper l'EST; ses dimensions doivent permettre de conserver une distance maximale entre les fils de la bobine et les parois de l'EST égale au 1/3 du côté de l'EST considéré.

La bobine doit être constituée de fils de section relativement faible.

NOTE Les dimensions de l'EST pouvant être grandes, la bobine peut être constituée d'une section en «C» ou en «T» pour assurer une rigidité mécanique suffisante.

Le volume d'essai est déterminé par la zone d'essai de la bobine (60 % × 60 % de chaque côté) multipliée par une profondeur égale à 50 % du plus petit côté.

### **6.2.2 Etalonnage de la bobine d'induction, facteur de la bobine**

Pour permettre la comparaison des résultats obtenus avec différents matériels d'essai, il faut étalonner les bobines d'induction dans leurs conditions de fonctionnement avant de commencer les essais (sans EST, dans un espace vide).

Une bobine d'induction, dont les dimensions doivent être compatibles avec celles de l'EST, doit être disposée à 1 m au moins de la paroi du laboratoire et de tout matériel magnétique; il faut pour cela la placer sur des supports isolants et la relier au générateur d'essai comme indiqué en 6.1.2.

Il faut utiliser des capteurs de champ magnétique dont la dynamique et la fréquence de réponse (B.P. > 10 MHz) correspondent au champ magnétique impulsionnel produit par la bobine d'induction pour vérifier l'intensité de ce dernier.

Le capteur de champ doit être placé au centre de la bobine d'induction (sans EST) et orienté de manière à détecter la valeur maximale du champ.

Le courant dans la bobine d'induction doit être réglé de manière à obtenir un champ conforme au niveau d'essai.

L'étalonnage doit être effectué à la fréquence du réseau: la valeur du courant produisant une intensité de champ donnée doit être utilisée pour les essais impulsionnels de la présente norme.

La procédure d'étalonnage doit être appliquée avec le générateur d'essai et la bobine d'induction.

Le facteur de bobine est déterminé (et vérifié) à l'aide de la procédure ci-dessus.

Ce facteur donne la valeur du courant à injecter dans la bobine pour obtenir le champ magnétique d'essai requis (H/I).

Les informations sur la mesure des champs magnétiques sont données dans l'annexe A.

The double coil (Helmholtz coil) shall comprise of two or more series of turns, properly spaced (see figure 7, figure B.4, figure B.5).

The test volume of a double standard size coil, 0,8 m spaced, for a 3 dB homogeneity is 0,6 m × 0,6 m × 1 m (height).

For example, the Helmholtz coils, for a 0,2 dB inhomogeneity, have dimensions and separation distances as given in figure 7.

b) *Induction coil for floor-standing equipment*

Induction coils shall be made according to the dimensions of the EUT and the different field polarizations.

The coil shall be able to envelop the EUT; the coil dimensions shall be such as to give a minimum distance of coil conductors to EUT equal to 1/3 of the dimension of the EUT considered.

The coils shall be made of conductors of relatively small cross-section.

NOTE Due to the possible large dimensions of EUT's, the coils may be made of "C" or "T" sections in order to have sufficient mechanical rigidity.

The test volume is determined by the testing area of the coil (60 % × 60 % of each side) multiplied by a depth corresponding to 50 % of the shorter side of the coil.

### 6.2.2 Calibration of the induction coil, coil factor

In order to make it possible to compare the test results from different test equipment, the induction coils shall be calibrated in their operating condition, before conducting the test (without the EUT, in free space condition).

An induction coil of the correct dimensions for the EUT dimensions, shall be positioned at 1 m minimum distance from the wall of the laboratory and any magnetic material, by using insulating supports, and shall be connected to the test generator as prescribed in 6.1.2.

Appropriate magnetic field sensors (B.W. > 10 MHz), with dynamics and frequency response corresponding to the pulse field, shall be used to verify the magnetic field strength generated by the induction coil.

The field sensor shall be positioned at the centre of the induction coil (without the EUT) and with suitable orientation to detect the maximum value of the field.

The current in the induction coil shall be adjusted to obtain the field strength specified by the test level.

The calibration shall be carried out at power frequency: the current value that generates a given field strength shall be used for the pulse test of the present standard.

The calibration procedure shall be carried out with the test generator and induction coil.

The coil factor is determined (and verified) by the above procedure.

The coil factor gives the current value to be injected in the coil to obtain the required test magnetic field (H/I).

Information on the measurement of the test magnetic field is given in annex A.

### **6.3 Instrumentation d'essai et instrumentation auxiliaire**

#### **6.3.1 Instrumentation d'essai**

L'instrumentation d'essai comprend:

- le système de mesure de courant (capteurs et instrumentation) pour déterminer et mesurer le courant injecté dans la bobine d'induction;
- les réseaux d'extrémité, filtres anti-retour, etc., pour l'alimentation, les lignes de commande et de signaux.

Un réseau d'extrémité donne une impédance de  $50 \Omega$  définie par rapport à la terre de tous les circuits extérieurs connectés aux bornes de l'EST. Il peut être représenté par un réseau de stabilisation d'impédance de ligne pour les circuits d'alimentation, un réseau de couplage/découplage ou des résistances-condensateurs en série pour les circuits de signaux et de commande et d'entrée/sortie. Ces réseaux doivent être décrits dans le programme d'essais.

Les réseaux d'extrémité, filtres anti-retour, etc., doivent être compatibles avec les signaux de fonctionnement.

Les connexions avec le simulateur doivent être équipées de filtres anti-retour (voir 6.3.2).

Le système de mesure de courant est constitué d'une sonde de courant étalonnée ou d'un shunt; l'instrumentation de mesure de courant transitoire doit avoir une largeur de bande maximale de 10 MHz.

La précision de l'instrumentation de mesure doit être de  $\pm 10 \%$ .

#### **6.3.2 Instrumentation auxiliaire**

L'instrumentation auxiliaire peut être un simulateur et tout instrument nécessaire au fonctionnement et à la vérification des caractéristiques fonctionnelles de l'EST.

## **7 Installation d'essai**

L'installation d'essai comporte les éléments suivants:

- plan de sol (PS);
- équipement à l'essai (EST);
- générateur d'essai;
- bobine d'induction;
- réseau d'extrémité, filtre anti-retour.

Des précautions doivent être prises si le champ magnétique d'essai interfère sur les instruments d'essai ou sur d'autres matériels sensibles situés à proximité de l'installation d'essai.

Des exemples d'installation d'essai sont donnés dans les figures suivantes:

Figure 4: Exemple d'installation d'essai de matériel de table.

Figure 5: Exemple d'installation d'essai de matériel posé au sol.

## **6.3 Test and auxiliary instrumentation**

### **6.3.1 Test instrumentation**

The test instrumentation includes:

- current measuring system (sensors and instrument) for setting and measuring the current injected in the induction coil;
- termination networks, back filters, etc., on power supply, control and signal lines.

The termination network gives a defined impedance of 50  $\Omega$  to earth for all the external circuits connected to the EUT terminals. It may be represented by the line impedance stabilization network for power supply circuits, coupling/decoupling network, or resistor-capacitor series for input/output control and signal circuits. These networks shall be described in the test plan.

The termination networks, back filters, etc. shall be compatible with the operating signals.

Back filters shall be used in the connections to the simulator (see 6.3.2).

The current measuring system is a calibrated current probe or shunt; the transient current measurement instrumentation shall have a bandwidth of 10 MHz.

The accuracy of the measurement instrumentation shall be  $\pm 10$  %.

### **6.3.2 Auxiliary instrumentation**

The auxiliary instrumentation comprises a simulator and any other instrument necessary for the operation and verification of the EUT functional specifications.

## **7 Test set-up**

The test set-up comprises the following components:

- ground (reference) plane (GRP);
- equipment under test (EUT);
- test generator;
- induction coil;
- termination network, back filter.

Precautions shall be taken if the test magnetic field may interfere with the test instrumentation and other sensitive equipment in the vicinity of the test set-up.

Examples of test set-ups are given in the following figures:

Figure 4: Example of test set-up for table-top equipment

Figure 5: Example of test set-up for floor-standing equipment

### 7.1 Plan de sol

Le plan de sol (PS) doit être placé dans le laboratoire; l'EST et l'instrumentation d'essai auxiliaire doivent être placés sur ce plan et connectés à celui-ci.

Le plan de sol doit être une feuille métallique non magnétique (cuivre ou aluminium) de 0,25 mm d'épaisseur; d'autres métaux peuvent être utilisés, mais dans ce cas, la plaque doit avoir une épaisseur d'au moins 0,65 mm.

La taille minimale du plan doit être de 1 m × 1 m.

Sa taille effective dépend des dimensions de l'EST.

Le plan du sol doit être connecté au système de mise à la terre de sécurité du laboratoire.

### 7.2 Equipement en essai

L'équipement est disposé et connecté de manière à répondre à ses exigences fonctionnelles. Il doit être placé sur le plan de sol dont il convient cependant de le séparer par un support isolant de 0,1 m (bois sec, par exemple).

Les armoires contenant chaque équipement doivent être connectées au réseau de terre de sécurité directement sur le plan du sol avec un câble de connexion aussi court que possible relié à la borne de terre de l'équipement.

L'alimentation et les circuits d'entrée et de sortie doivent être connectés au bloc d'alimentation de commande et de signaux par les filtres anti-retour.

Il faut utiliser les câbles fournis ou recommandés par le fabricant. A défaut, on doit utiliser des câbles non blindés d'un type compatible avec les signaux transportés. Ces câbles doivent être soumis au champ magnétique sur 1 m.

Les filtres anti-retour doivent être insérés dans les circuits à 1 m de l'EST et connectés au plan de sol.

Les circuits d'entrée et de sortie raccordés au simulateur doivent être équipés de filtres anti-retour pour éviter les interférences vers cet équipement.

Les lignes de communication (lignes de données) doivent être connectées à l'EST avec les câbles prévus pour cette application dans la spécification technique ou dans la norme appropriée. Chaque ligne passant à proximité de l'EST doit être maintenue à une distance d'environ 0,1 m du plan de sol.

### 7.3 Générateur d'essai

Le générateur d'essai doit être placé à moins de 3 m de la bobine d'induction.

Il faut connecter une borne du générateur au plan de sol.

### 7.4 Bobine d'induction

La bobine d'induction, dont les caractéristiques sont spécifiées en 6.2.1, doit entourer l'EST placé en son centre.

On peut choisir différentes bobines d'induction pour exécuter les essais dans les différentes directions orthogonales, conformément aux critères généraux spécifiés en 6.2.1 a) et b).

### **7.1 Ground (reference) plane**

The ground plane (GRP) shall be placed in the laboratory; the EUT and auxiliary test equipment shall be placed on it and connected to it.

The ground plane shall be a non-magnetic metal sheet (copper or aluminium) of 0,25 mm thickness; other metals may be used but in this case they shall have 0,65 mm minimum thickness.

The minimum size of the ground plane is 1 m × 1 m.

The final size depends on the dimensions of the EUT.

The ground plane shall be connected to the safety earth system of the laboratory.

### **7.2 Equipment under test**

The equipment is configured and connected to satisfy its functional requirements. It shall be placed on the GRP with the interposition of a 0,1 m thickness insulating support (e.g. dry wood).

The equipment cabinets shall be connected to the safety earth directly on the GRP with a connection of minimum length via the earth terminal of the EUT.

The power supply, input and output circuits shall be connected to the sources of power supply, control and signals via the back filters.

The cables supplied or recommended by the equipment manufacturer shall be used. In absence of any recommendation, unshielded cables shall be adopted, of a type appropriate for the signals involved. All cables shall be exposed to the magnetic field for 1 m of their length.

The back filters shall be inserted in the circuits at 1 m cable lengths from the EUT and connected to the ground plane.

The input and output circuits, to the simulator, shall be provided with back filters in order to prevent interference to that equipment.

The communication lines (data lines) shall be connected to the EUT by the cables given in the technical specification or standard for this application. Each line, in the proximity of the EUT, shall be maintained at a distance of about 0,1 m from the GRP.

### **7.3 Test generator**

The test generator shall be placed at less than 3 m distance from the induction coil.

One terminal of the generator shall be connected to the ground plane.

### **7.4 Induction coil**

The induction coil, of the type specified in 6.2.1, shall enclose the EUT placed at its centre.

Different induction coils may be selected for testing in the different orthogonal directions, according to the general criteria specified in 6.2.1 a) and b).

Les bobines d'induction utilisées en position verticale (polarisation horizontale du champ) peuvent être connectées directement au plan de sol qui constitue le côté inférieur de la bobine et est considéré comme en faisant partie intégrante (au pied d'un conducteur vertical). Dans ce cas, une distance minimale de 0,1 m entre l'EST et le plan du sol est suffisante.

La bobine d'induction doit être connectée au générateur d'essai de la même manière que pour la procédure d'étalonnage spécifiée en 6.2.2.

La bobine d'induction retenue pour les essais doit être spécifiée dans le programme d'essai.

## **8 Procédure d'essai**

La procédure d'essai doit comprendre les opérations suivantes:

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

### **8.1 Conditions de référence du laboratoire**

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

#### **8.1.1 Conditions climatiques**

A moins qu'il en soit spécifié autrement par le 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 des 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 Lorsqu'il est estimé qu'il y a une évidence suffisante pour démontrer que les effets du phénomène couverts par la présente norme sont influencés par les conditions climatiques, il convient d'en informer le comité responsable de la présente norme.

#### **8.1.2 Conditions électromagnétiques**

Les conditions électromagnétiques du laboratoire doivent être de nature à garantir le bon fonctionnement de l'EST de manière à ne pas influencer les résultats de l'essai; autrement, les essais doivent être effectués dans une cage de Faraday.

Notamment, la valeur du champ électromagnétique du laboratoire doit être inférieure d'au moins 20 dB à celle du niveau d'essai sélectionné.

### **8.2 Exécution de l'essai**

Chaque essai doit être effectué d'après un programme d'essai comprenant la vérification des performances de l'EST telles qu'elles sont définies dans la spécification technique.

La valeur de la tension d'alimentation, des signaux et des autres quantités électriques fonctionnelles qui sont appliquées doit se trouver dans leur gamme nominale.

Induction coils used in the vertical position (horizontal polarization of the field) can be bonded (at the foot of one vertical conductor) directly to the ground plane, which represents the low side of the coil, as a part of it. In this case, 0,1 m minimum distance from EUT to the ground plane is sufficient.

The induction coil shall be connected to the test generator in the same way as for the calibration procedure specified in 6.2.2.

The induction coil selected for the tests shall be specified in the test plan.

## **8 Test procedure**

The test procedure shall include:

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

### **8.1 Laboratory reference conditions**

In order to minimize the effect of environmental parameters on the 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.

#### **8.1.2 Electromagnetic conditions**

The electromagnetic conditions of the laboratory shall be such as to guarantee the correct operation of the EUT in order not to influence the test results; otherwise, the tests shall be carried out in a Faraday cage.

In particular, the electromagnetic field value of the laboratory shall be at least 20 dB lower than the selected test level.

### **8.2 Carrying out the test**

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

The power supply, signal and other functional electrical quantities shall be applied within their rated range.

Si l'on ne peut pas obtenir les signaux de fonctionnement, on peut les simuler.

Il faut effectuer la vérification préliminaire des performances de l'équipement avant d'appliquer le champ magnétique.

Le champ magnétique doit être appliqué par la méthode d'immersion de l'EST en le préparant préalablement comme spécifié en 7.2.

Le niveau de l'essai ne doit pas excéder la spécification de produit.

NOTE Afin de détecter le côté et les positions les plus sensibles de l'EST, notamment s'il s'agit d'un équipement posé au sol, la méthode de proximité peut être utilisée dans un but d'investigation. Cette méthode ne convient pas aux essais de certification. La figure 6 donne un exemple d'application de champ par la méthode de proximité.

L'essai est réalisé en appliquant 5 impulsions positives et 5 impulsions négatives au minimum.

L'intervalle entre les impulsions ne doit pas être inférieur à 10 s.

a) *Matériel de table*

Le matériel de table doit être soumis au champ magnétique produit par une bobine d'induction de dimensions normalisées (1 m × 1 m) conforme à 6.2.1 a) et décrite à la figure 4.

La bobine d'induction doit être tournée de 90° pour exposer l'EST au champ suivant différentes orientations.

b) *Matériel posé au sol*

Tout matériel posé au sol doit être soumis au champ magnétique produit par des bobines d'induction de dimensions normalisées conformes à 6.2.1 b); l'essai doit être répété en déplaçant la bobine d'induction de manière à exposer tout le volume de l'EST dans toutes les directions orthogonales.

On doit répéter l'essai en déplaçant la bobine le long de l'EST, chaque déplacement devant être équivalent à 50 % du plus petit côté de la bobine.

NOTE Le déplacement de la bobine d'induction par étapes équivalentes à 50 % de son plus petit côté entraîne le recouvrement des parties exposées.

La bobine d'induction doit ensuite être tournée de 90° pour exposer l'EST au champ suivant différentes orientations avec la même procédure.

## 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 est comme suit:

- 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.

If the actual operating signals are not available, they may be simulated.

Preliminary verification of equipment performances shall be carried out prior to applying the test magnetic field.

The test magnetic field shall be applied by the immersion method to the EUT, previously set up as specified in 7.2.

The test level shall not exceed the product specification.

NOTE In order to detect the most susceptible side/positions of the EUT, mainly of a stationary type, the proximity method may be used for investigation purposes. This method is not to be used for certification. An example of application of the test field by proximity method is given in figure 6.

The test is performed by applying at least 5 pulses of positive and 5 pulses of negative polarity.

The time interval between pulses shall be no less than 10 s.

a) *Table-top equipment*

The equipment shall be subjected to the test magnetic field by using the induction coil of standard dimensions (1 m × 1 m) specified in 6.2.1 a) and shown in figure 4.

The induction coil shall then be rotated by 90° in order to expose the EUT to the test field with different orientations.

b) *Floor-standing equipment*

The equipment shall be subjected to the test magnetic field by using induction coils of suitable dimensions as specified in 6.2.1 b); the test shall be repeated by moving and shifting the induction coils, in order to test the whole volume of the EUT for each orthogonal direction.

The test shall be repeated with the coil shifted to different positions along the side of the EUT, in steps corresponding to 50 % of the shortest side of the coil.

NOTE The moving of the induction coil in steps corresponding to 50 % of the shortest side of the coil gives overlapping test fields.

The induction coil shall then be rotated by 90° in order to expose the EUT to the test field with different orientations and the same procedure.

## 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.

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 comme un guide pour l'élaboration des critères d'aptitude à la fonction, par les comités responsables pour les normes génériques, de produit ou de famille de produits, ou comme un 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, par exemple enceinte blindée;
- 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 dans 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.

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;
- identification of the test equipment, for example, brand name, product type, serial number;
- any special environmental conditions in which the test was performed, for example, shielded enclosure;
- 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.

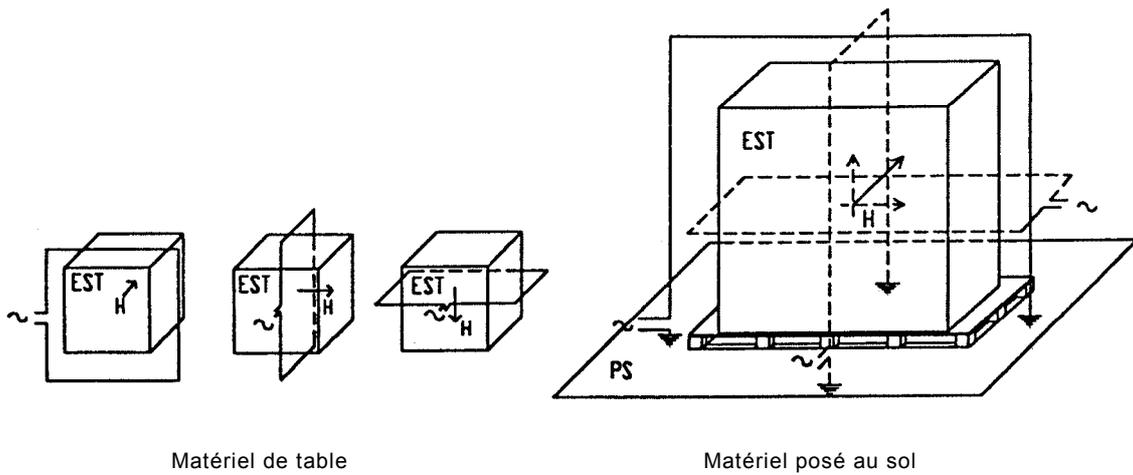


Figure 1 – Exemple d'application du champ par la méthode par immersion

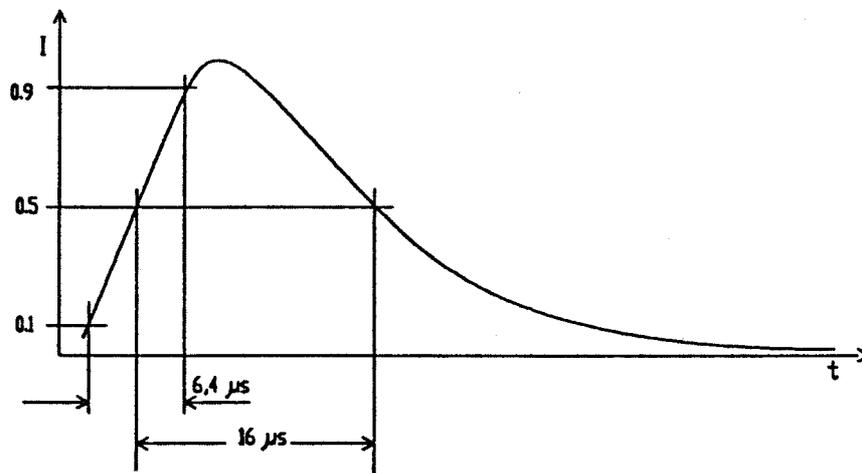
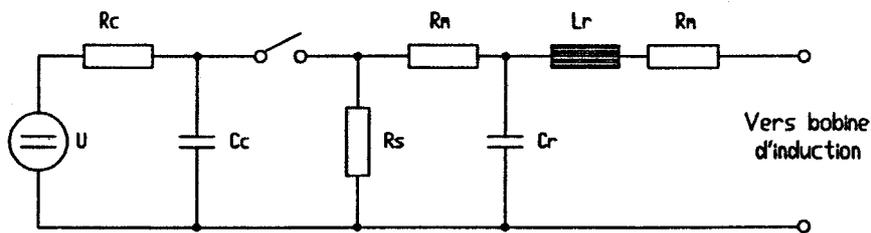


Figure 2 – Forme d'onde de courant produite par le générateur d'essai pour le champ magnétique impulsionnel (6,4/16 μs)



- U: Source haute tension
- Rc: Résistance de charge
- Cc: Condensateur de stockage d'énergie
- Rs1, Rs2: Résistance de mise en forme de la durée d'impulsion
- Rn: Résistance d'adaptation d'impédance
- Lr: Impédance mise en forme du temps de montée

Figure 3 – Schéma du générateur d'essai produisant le champ magnétique impulsionnel (6,4/16 μs)

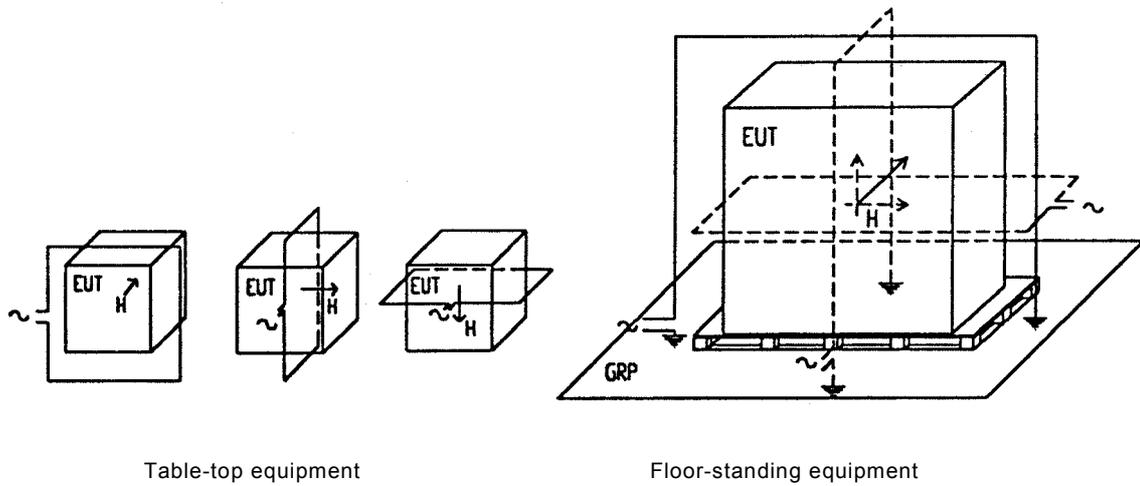


Figure 1 – Example of application of the test field by the immersion method

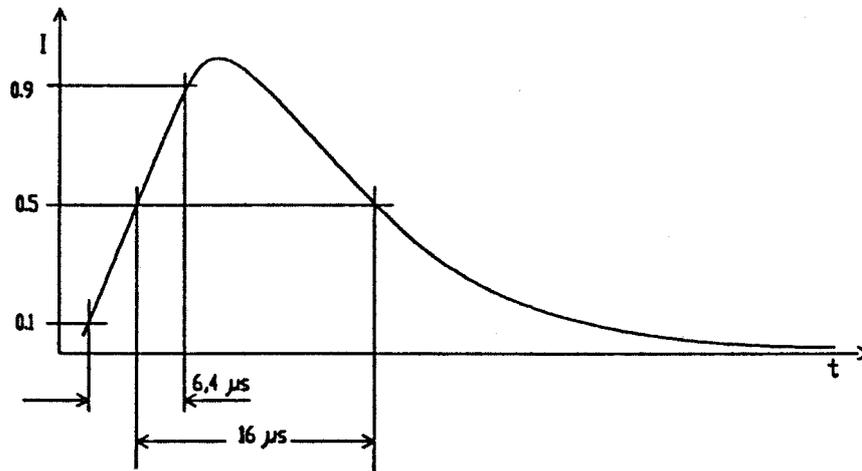
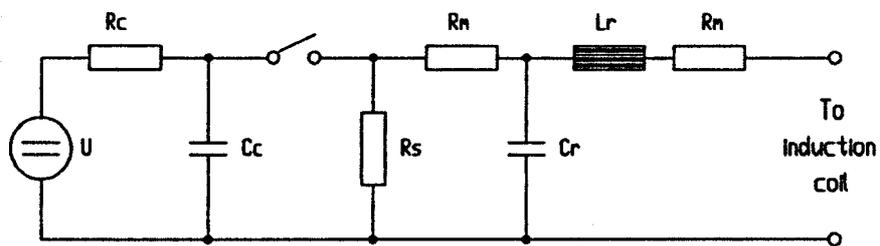


Figure 2 – Current waveform of the test generator for pulse magnetic field (6,4/16 μs)



- U: High voltage source
- Rc: Charging resistor
- Cc: Energy storage capacitor
- Lr: Rise time shaping resistor
- Rm: Impedance matching resistor
- Rs1, Rs2: Pulse duration shaping resistors

Figure 3 – Schematic circuit of the test generator for pulse magnetic field (6,4/16 μs)

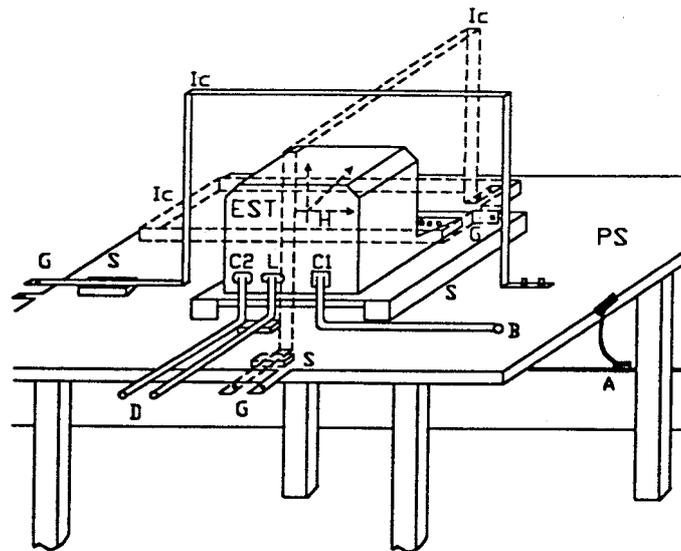


Figure 4 – Exemple d'installation d'essai pour matériel de table

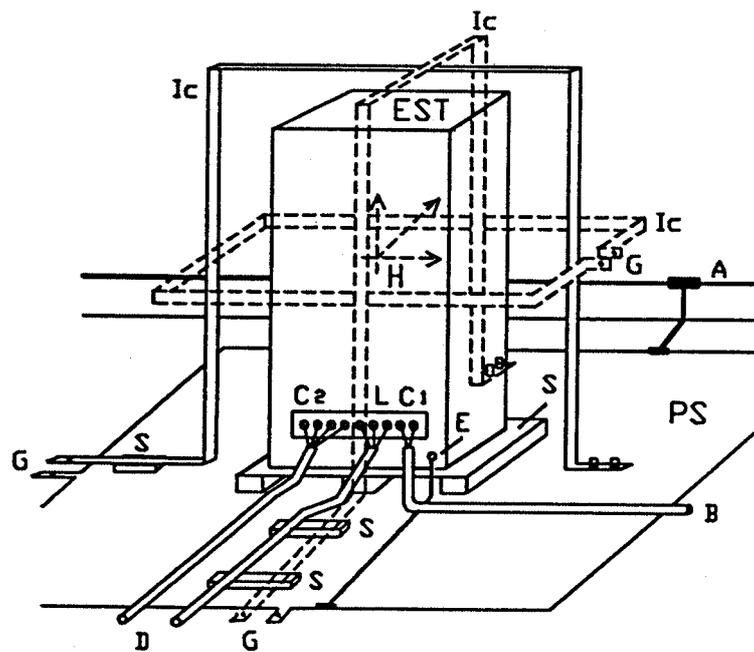


Figure 5 – Exemple d'installation d'essai pour matériel posé au sol

Légendes communes aux figures 4 et 5

- |                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| PS: Plan au sol          | C1: Circuit d'alimentation       |
| A: Terre de sécurité     | C2: Circuit de signaux           |
| S: Support isolant       | L: Ligne de communication        |
| EST: Equipement en essai | B: Vers source d'alimentation    |
| Ic: Bobine d'induction   | S: Source de signaux, simulateur |
| E: Borne de terre        | G: Vers générateur d'essai       |

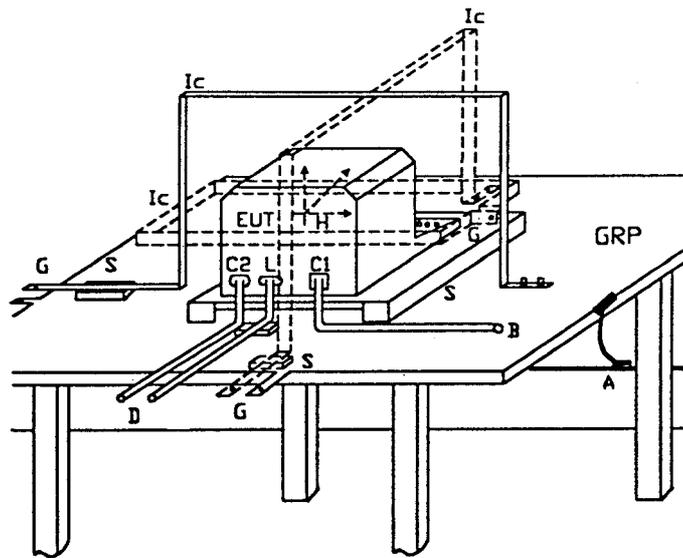


Figure 4 – Example of test set-up for table-top equipment

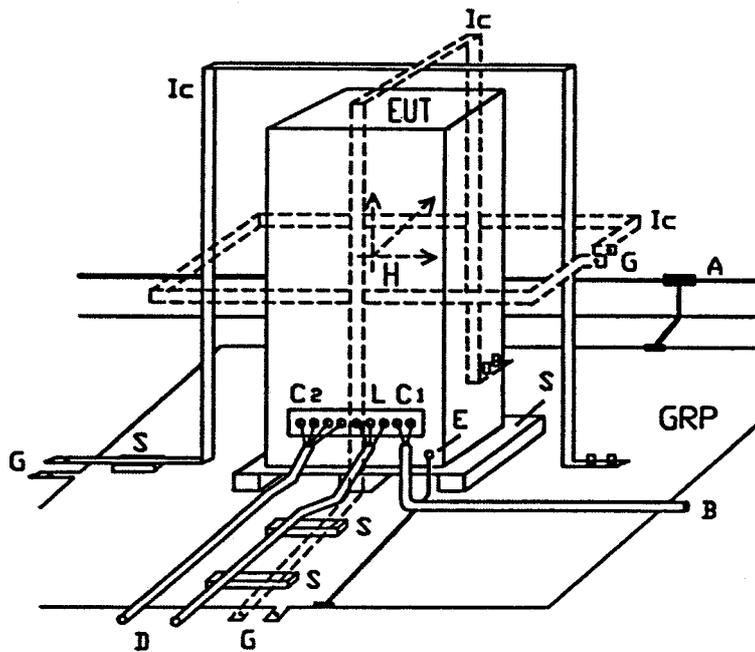


Figure 5 – Example of test set-up for floor-standing equipment

*References common to figure 4 and figure 5*

- |                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| GRP: Ground plane         | C1: Power supply circuit       |
| A: Safety earth           | C2: Signal circuit             |
| S: Insulating support     | L: Communication line          |
| EUT: Equipment under test | B: To power supply source      |
| Ic: Induction coil        | D: To signal source, simulator |
| E: Earth terminal         | G: To the test generator       |

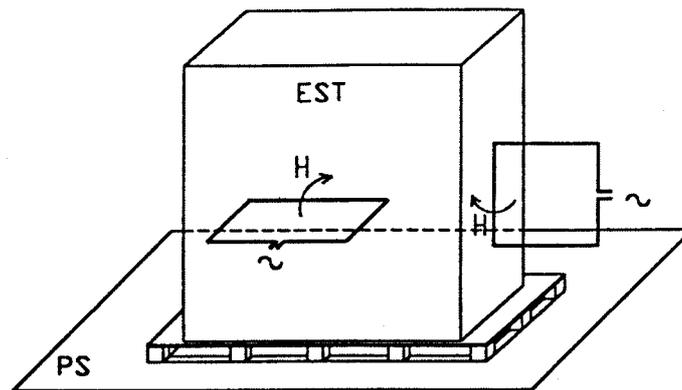
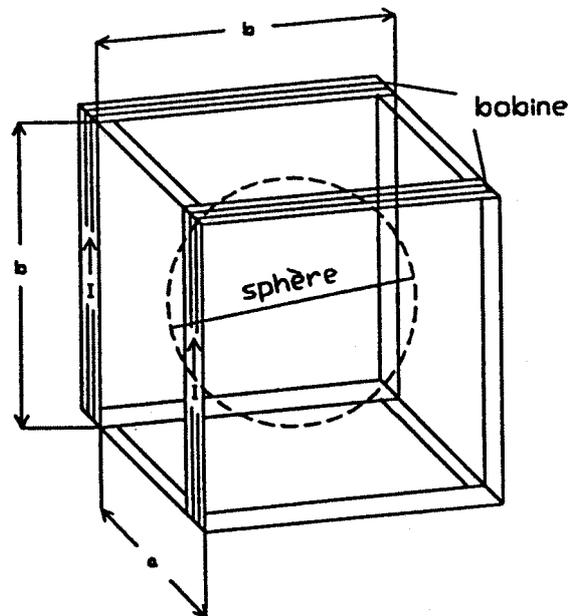


Figure 6 – Exemple de recherche de susceptibilité aux champs magnétiques par la méthode de proximité



- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| n: Nombre de tours dans chaque bobine                                      | a: Séparation des bobines     |
| b: Côté des bobines (m)  | I: Valeur du courant (A)      |
| H: Intensité du champ magnétique (A/m)                                     | H: $1,22 \times n/b \times I$ |
| (avec $a = b/2,5$ la non homogénéité du champ magnétique est $\pm 0,2$ dB) |                               |

Figure 7 – Représentation des bobines de Helmholtz

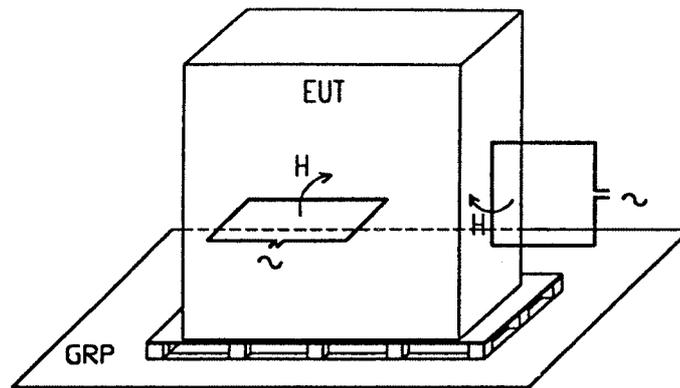
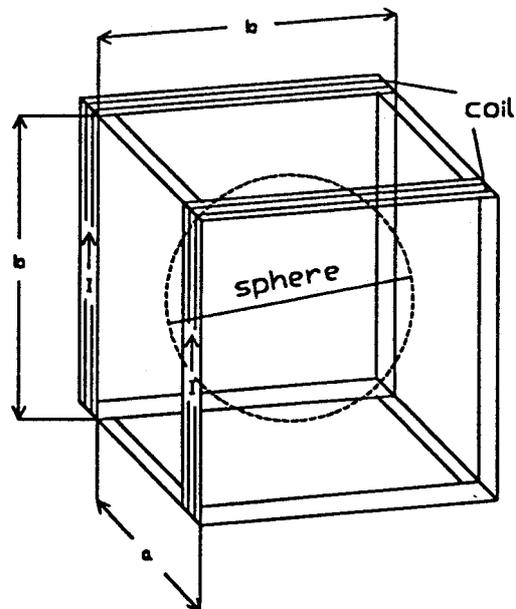


Figure 6 – Example of investigation of susceptibility to magnetic field by the proximity method



- |                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| n: Number of turns in each coil  | a: Separation of the coils    |
| b: Side of the coils (m)         | I: Current value (A)          |
| H: Magnetic field strength (A/m) | H: $1,22 \times n/b \times I$ |
- (with  $a = b/2,5$  the non-homogeneity of the magnetic field strength is  $\pm 0,2$  dB)

Figure 7 – Illustration of Helmholtz coils

## **Annexe A** (normative)

### **Méthode d'étalonnage des bobines d'induction**

#### **A.1 Mesure des champs magnétiques**

L'essai au champ magnétique se fait en espace libre, sans équipement en essai et à une distance minimale de 1 m des parois du laboratoire et de tout matériau magnétique.

Le champ magnétique peut être mesuré par un système composé de capteurs à bande large (10 MHz minimum, disponibles sur le marché) et d'instruments d'enregistrement tels que des enregistreurs de transitoires ou d'un oscilloscope à mémoire.

#### **A.2 Etalonnage de la bobine d'induction**

L'étalonnage doit se faire en injectant un courant d'étalonnage à la fréquence du réseau dans la bobine d'induction et en mesurant le champ magnétique à l'aide de capteurs placés en son centre géométrique.

L'orientation des capteurs doit être déterminée de manière à obtenir la valeur maximale.

Le «*facteur de bobine d'induction*» doit être déterminé pour chaque bobine par le rapport «intensité du champ/courant d'injection» (H/A).

Ce «facteur de bobine» déterminé en courant alternatif n'est pas lié à la forme d'onde du courant, parce que c'est un paramètre caractéristique de la bobine d'induction. On peut donc l'utiliser pour évaluer les champs magnétiques à la fréquence du réseau et d'autres fréquences définies dans la présente norme.

Pour une bobine de dimensions normalisées, le facteur de bobine est déterminé par son fabricant et peut être vérifié au moyen de mesures de laboratoire avant d'effectuer les essais.

## **Annex A** (normative)

### **Induction coil calibration method**

#### **A.1 Magnetic field measurement**

The magnetic field test is related to free space condition, without the EUT and at 1 m minimum distance from the laboratory walls and any magnetic material.

The measurement of the magnetic field may be done with a measurement system comprising wide band sensors (10 MHz minimum bandwidth, available in the market) and recording instruments e.g. transient recorders or storage oscilloscopes.

#### **A.2 Calibration of the induction coil**

The calibration shall be carried out by injecting the calibration current at power frequency in the induction coil and measuring the magnetic field by sensors placed at its geometrical centre.

Proper orientation of the sensor shall be selected in order to obtain the maximum value.

The "*induction coil factor*" shall be determined for each induction coil as the ratio "field strength/current of injection" ( $H/A$ ).

The "coil factor", determined at a.c. current, is not related to the current waveform, because it is a characteristic parameter of the induction coil; it is therefore applicable for the evaluation of magnetic field at power frequency and other frequencies defined in this standard.

For standard dimension coil, the coil factor is determined by the manufacturer of the coil, and can be verified by laboratory measurements before carrying out the tests.

## **Annexe B** (normative)

### **Caractéristiques des bobines d'induction**

#### **B.1 Généralités**

Cette annexe traite des problèmes de production des champs magnétiques.

Dans un premier temps, on a étudié les méthodes par immersion et les méthodes de proximité.

Pour connaître les limites d'application de ces méthodes, il a fallu approfondir certaines questions.

Dans ce qui suit, on donne les explications ayant abouti aux valeurs choisies.

#### **B.2 Exigences relatives aux bobines d'induction**

On accepte une tolérance de «3 dB sur le champ dans le volume de l'EST». Compte tenu des limites pratiques de production de champs constants dans une large plage de volumes, cette marge a été considérée comme un compromis technique raisonnable pour un essai caractérisé par des niveaux de sévérité distants de 10 dB.

La constance du champ n'est exigée que dans une seule direction, orthogonale au plan de la bobine. On peut obtenir un champ orienté dans différentes directions en faisant pivoter la bobine d'induction au cours des différentes phases des essais.

#### **B.3 Caractéristiques des bobines d'induction**

Les diagrammes suivants présentent les caractéristiques de bobines d'induction de différentes dimensions connues pour étudier les *matériels de table* ou les *équipements posés au sol*:

- profil du champ produit dans son plan par une spire d'induction carrée (1 m de côté) (voir la figure B.1);
- zone des 3 dB pour le champ produit dans son plan par une spire d'induction carrée (1 m de côté) (voir la figure B.2);
- zone des 3 dB pour le champ produit dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan de la spire) par une bobine d'induction carrée (1 m de côté) (voir la figure B.3);
- zone des 3 dB pour le champ produit dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan des bobines) par deux spires d'induction carrée (1 m de côté) espacées de 0,6 m (voir la figure B.4);
- zone des 3 dB pour le champ produit dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan des bobines) par deux spires d'induction carrée (1 m de côté) espacées de 0,8 m (voir la figure B.5);
- zone des 3 dB pour le champ produit dans son plan par une spire d'induction rectangulaire (1 m × 2,6 m) (voir la figure B.6);
- zone des 3 dB pour le champ produit dans son plan par une spire d'induction rectangulaire (1 m × 2,6 m), le plan de sol étant considéré comme un côté de la bobine (voir la figure B.7);

## Annex B (normative)

### Characteristics of the induction coils

#### B.1 General

This annex considers the problems of generation of the test magnetic fields.

In the first stage, both the immersion and proximity methods were considered.

In order to know the limits of application of such methods, some questions have been emphasized.

In the following the reasons for the values are explained.

#### B.2 Induction coil requirements

The requirement of the induction coil is "*3 dB tolerance of the test field in the volume of the EUT*"; this tolerance has been considered a reasonable technical compromise in respect of a test characterized by severity levels in 10 dB steps, due to practical limits in the generation of constant field over a wide range of volumes.

The constancy of the field is a requirement limited to a single direction, orthogonal to the coil plane. The field in different directions is obtainable in successive test steps by rotating the induction coil.

#### B.3 Induction coil characteristics

The characteristics of induction coils of different dimensions suitable for testing *table-top equipment* or *floor-standing equipment* are given in diagrams showing:

- profile of the field generated by a square induction coil (1 m side) in its plane (see figure B.1);
- 3 dB area of the field generated by a square induction coil (1 m side) in its plane (see figure B.2);
- 3 dB area of the field generated by a square induction coil (1 m side) in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coil) (see figure B.3);
- 3 dB area of the field generated by two square induction coils (1 m side) 0,6 m spaced, in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coils) (see figure B.4);
- 3 dB area of the field generated by two square induction coils (1 m side) 0,8 m spaced, in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coils) (see figure B.5);
- 3 dB area of the field generated by a rectangular induction coil (1 m × 2,6 m) in its plane (see figure B.6);
- 3 dB area of the field generated by a rectangular induction coil (1 m × 2,6 m) in its plane (ground plane as a side of the induction coil) (see figure B.7);

- zone des 3 dB pour le champ produit dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan de la bobine) par une spire d'induction rectangulaire (1 m × 2,6 m) (voir la figure B.8).

*Les critères suivants ont été pris en compte dans le choix de la forme, de la disposition et des dimensions des bobines d'induction:*

- la zone des 3 dB, à l'intérieur et à l'extérieur de la bobine, est liée à la forme et aux dimensions de celle-ci;
- pour un champ donné, la valeur du courant, la puissance d'alimentation et l'énergie du générateur d'essai sont proportionnels aux dimensions de la bobine d'induction.

#### **B.4 Résumé des caractéristiques des bobines d'induction**

Sur la base des données obtenues sur la distribution du champ engendré par des bobines de différentes tailles et dans l'optique de l'application de la méthode d'essai présentée dans cette norme à différentes classes de matériels, on peut tirer les conclusions suivantes:

- *1 spire carrée de 1 m de côté:* volume d'essai de 0,6 m × 0,6 m × 0,5 m (hauteur) (distance minimale de 0,2 m entre l'EST et la bobine);
- *2 spires carrées de 1 m de côté espacées de 0,6 m:* volume d'essai de 0,6 m × 0,6 m × 1 m (hauteur) (distance minimale de 0,2 m entre l'EST et la bobine), augmentation de la distance séparant les bobines jusqu'à 0,8 m et augmentation de la hauteur d'essai jusqu'à 1,2 m (voir la zone des 3 dB dans le plan orthogonal principal);
- *1 spire rectangulaire de 1 m × 2,6 m:* volume d'essai de 0,6 m × 0,6 m × 2 m (hauteur) (distances minimales de 0,2 m et de 0,3 m entre l'EST et la bobine, respectivement dans le sens horizontal et dans le sens vertical); si la bobine est fixée au plan du sol, une distance de 0,1 m suffit.

- 3 dB area of the field generated by a rectangular induction coil (1 m × 2,6 m), with ground plane, in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coil) (see figure B.8).

*In the selection of the form, arrangement and dimensions of the test coil, the following points have been considered:*

- the 3 dB area, inside and outside the induction coil, is related to the shape and dimensions of the induction coil;
- for a given field strength, driving current value, power and energy of the test generator are proportional to the dimensions of the induction coil.

#### **B.4 Summary of characteristics of induction coils**

On the basis of the data on the field distribution of coils with different sizes and in view of adopting the test method given in this standard to different classes of equipment, the conclusions that can be drawn are as follows:

- *single square coil, 1 m side:* testing volume 0,6 m × 0,6 m × 0,5 m high (0,2 m minimum distance from EUT to the coil);
- *double square coils, 1 m side, 0,6 spaced:* testing volume 0,6 × 0,6 × 1 m high (0,2 m minimum distance from EUT to the coil); increasing of the separation of the coils up to 0,8 m, extends the maximum high of testable EUT (see the 3 dB area, in the mean orthogonal plane) up to 1,2 m.
- *single rectangular coil, 1 m × 2,6 m:* testing volume 0,6 m × 0,6 m × 2 m high (0,2 and 0,3 m minimum distance from EUT to the coil, respectively for the horizontal and vertical dimensions of EUT); if the induction coil is bonded to the GRP, a 0,1 m distance from it is sufficient.

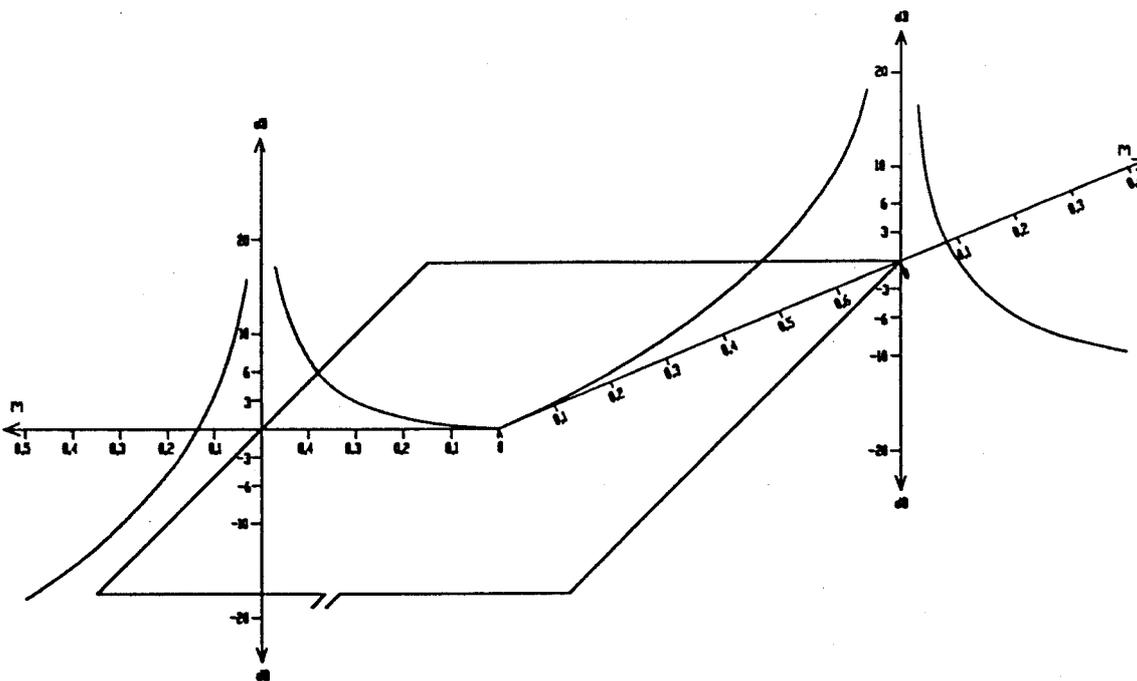


Figure B.1 – Caractéristiques du champ engendré dans son plan par une spire d'induction carrée (1 m de côté)

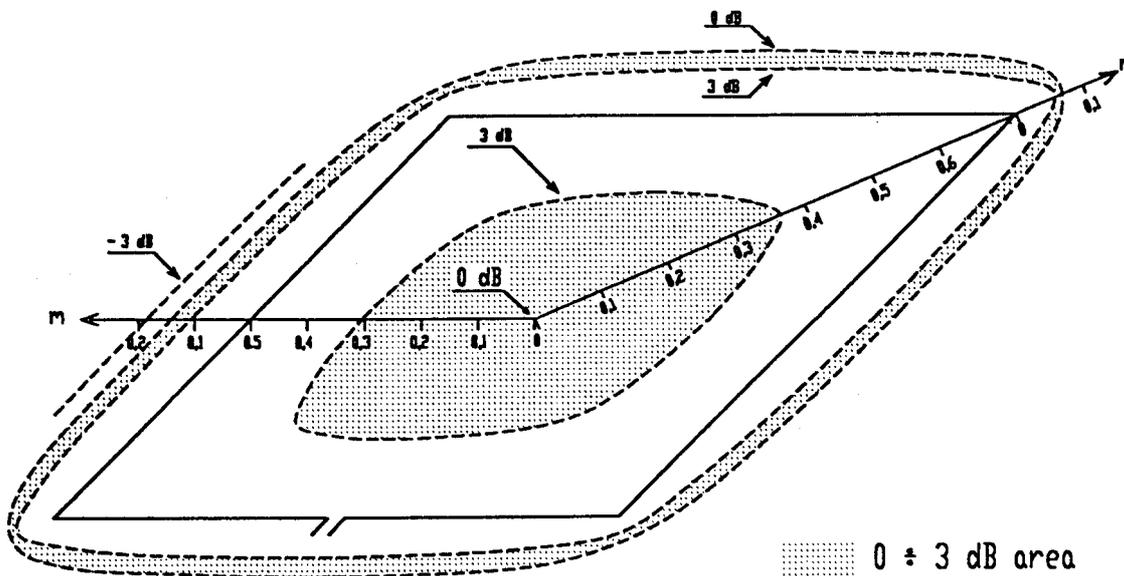


Figure B.2 – Zones des 3 dB pour le champ engendré dans son plan par une spire d'induction carrée (1 m de côté)

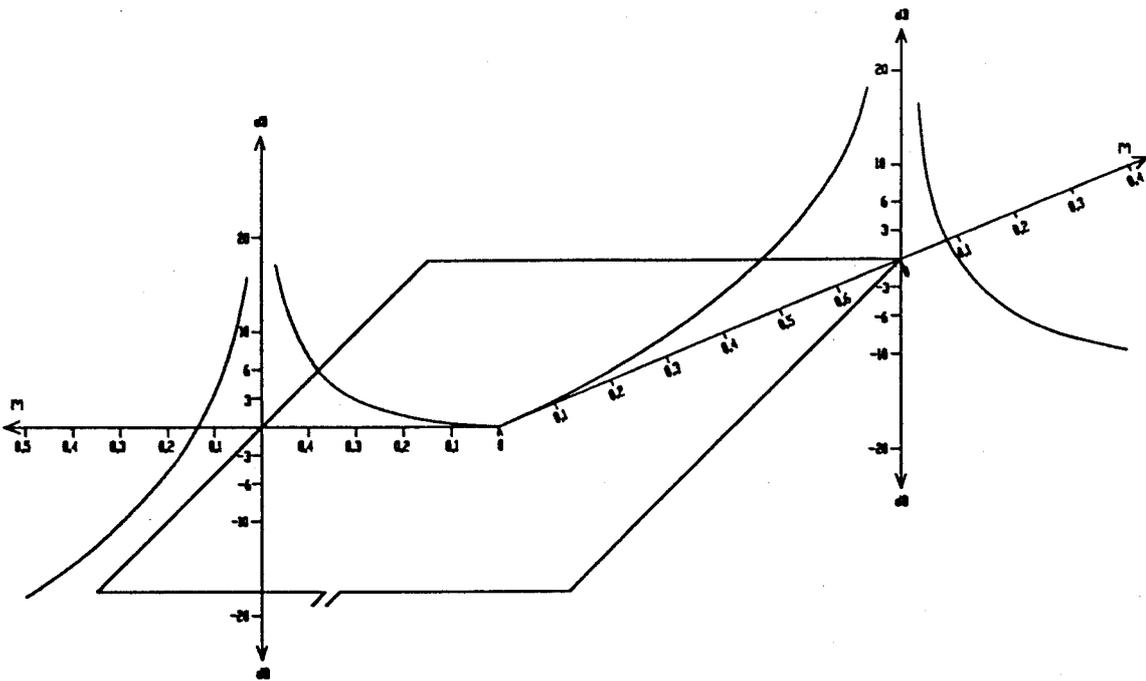


Figure B.1 – Characteristics of the field generated by a square induction coil (1 m side) in its plane

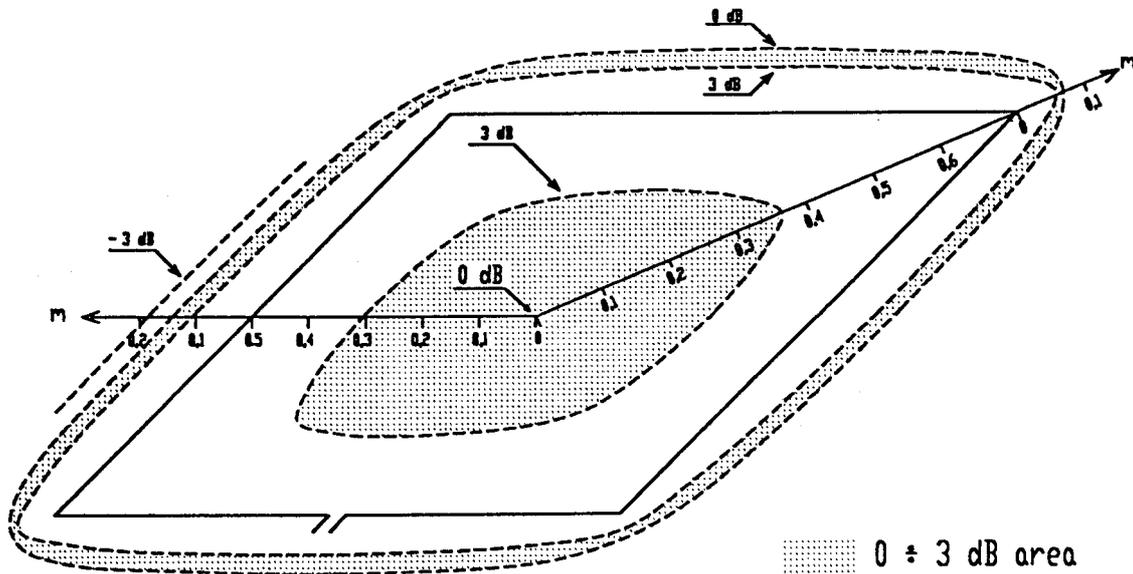


Figure B.2 – 3 dB area of the field generated by a square induction coil (1 m side) in its plane

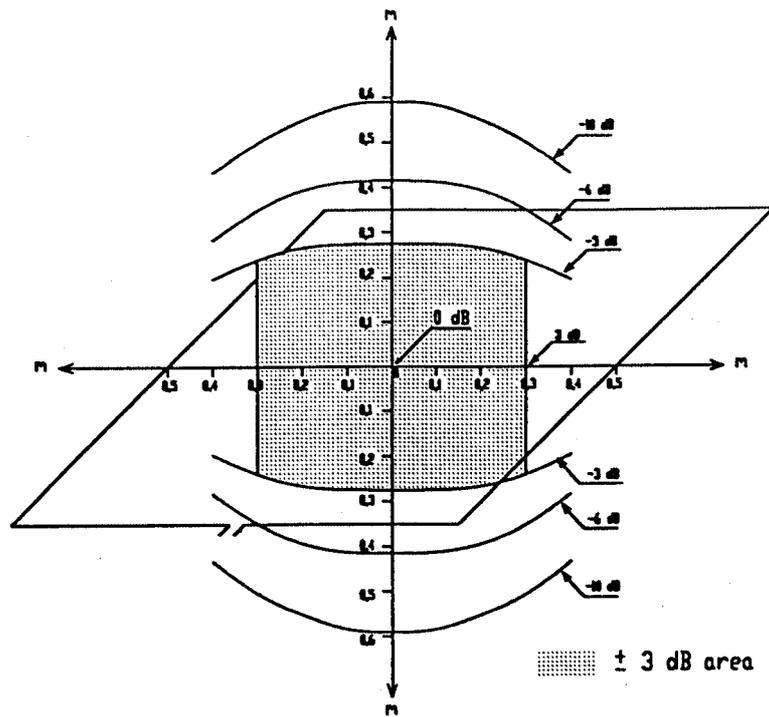


Figure B.3 – Zones des 3 dB pour le champ engendré dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan de la spire) par une spire d'induction carrée (1 m de côté)

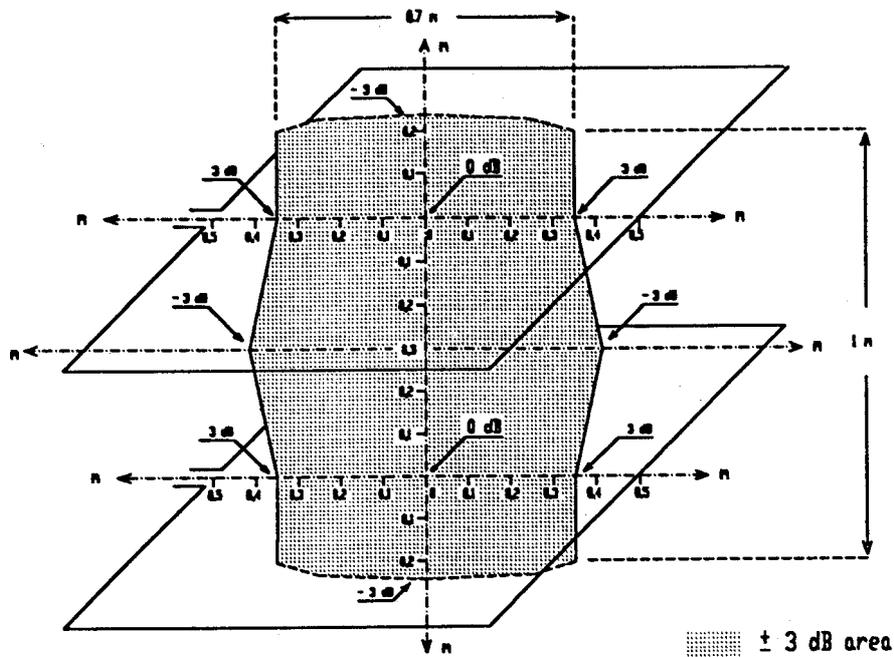


Figure B.4 – Zones des 3 dB pour le champ engendré dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan des spires) par deux spires d'induction carrées (1 m de côté) espacées de 0,6 m

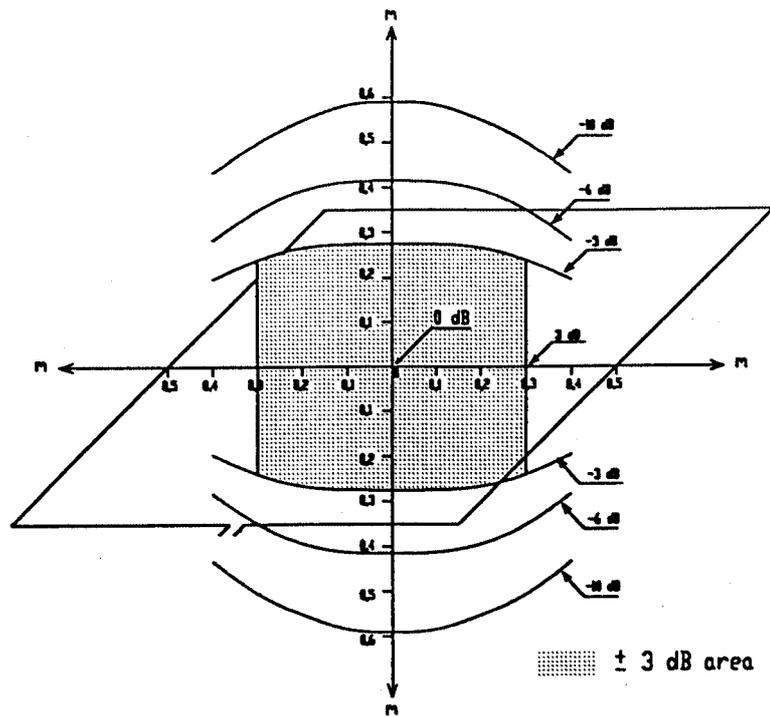


Figure B.3 – 3 dB area of the field generated by a square induction coil (1 m side) in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coil)

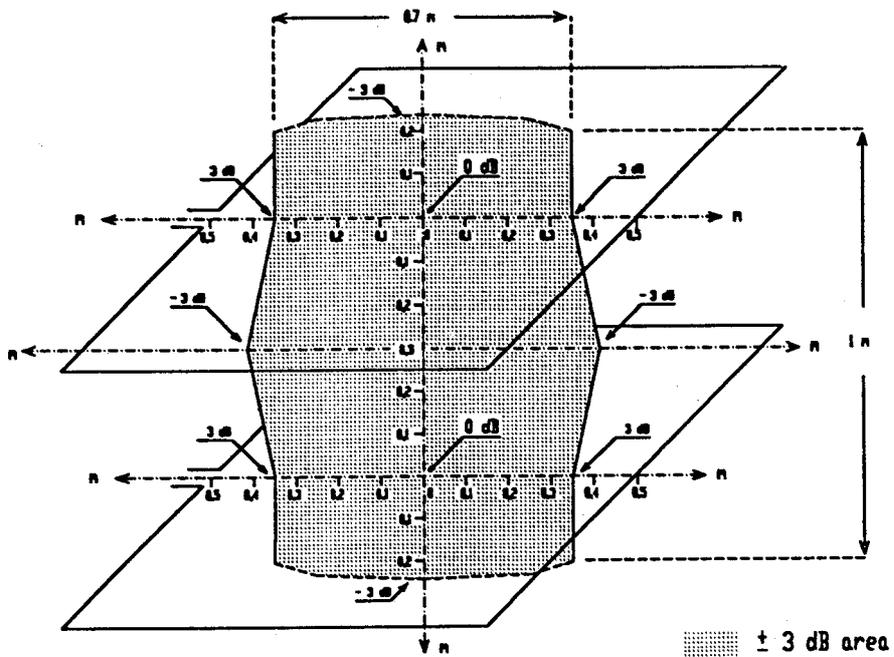


Figure B.4 – 3 dB area of the field generated by two square induction coils (1 m side) 0.6 m spaced, in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coils)

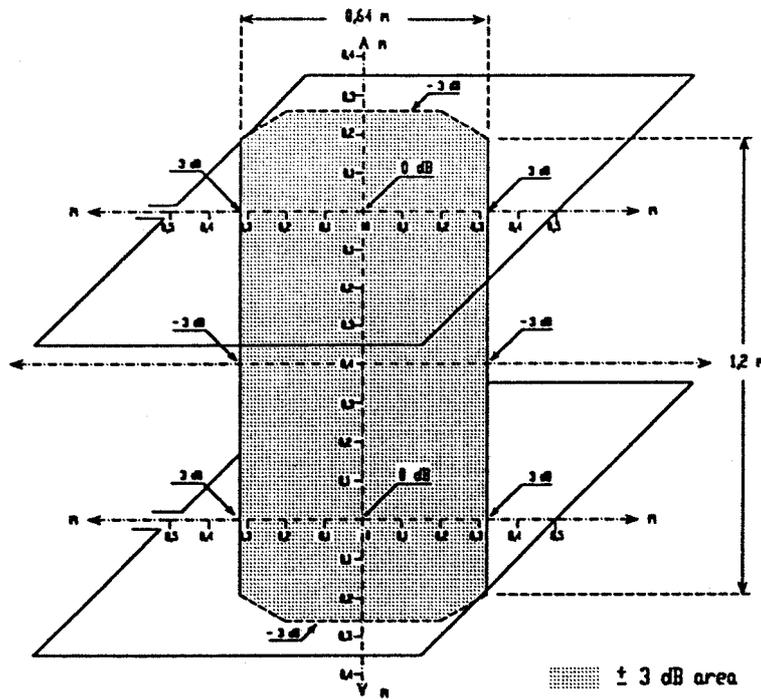


Figure B.5 – Zones des 3 dB pour le champ engendré dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan des spires) par deux spires d'induction carrées (1 m de côté) espacées de 0,8 m

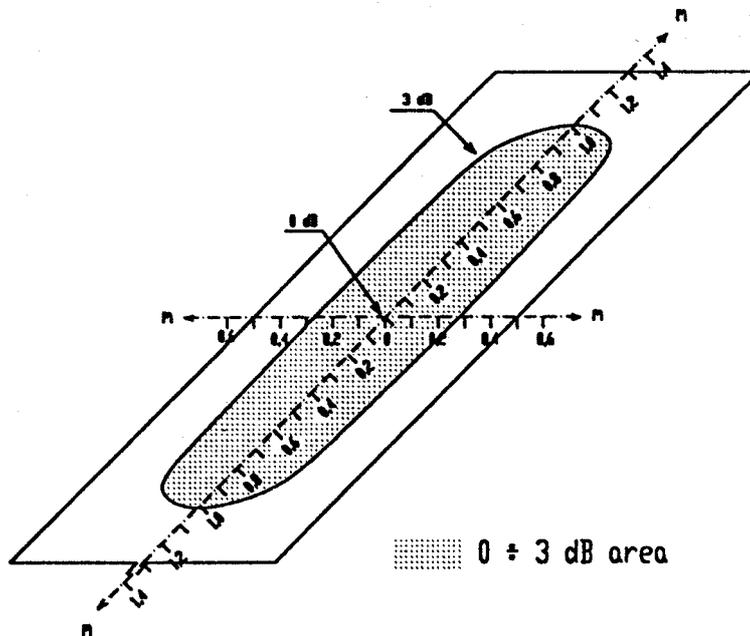


Figure B.6 – Zone des 3 dB pour le champ engendré dans son plan par une spire d'induction rectangulaire (1 m x 2,6 m)

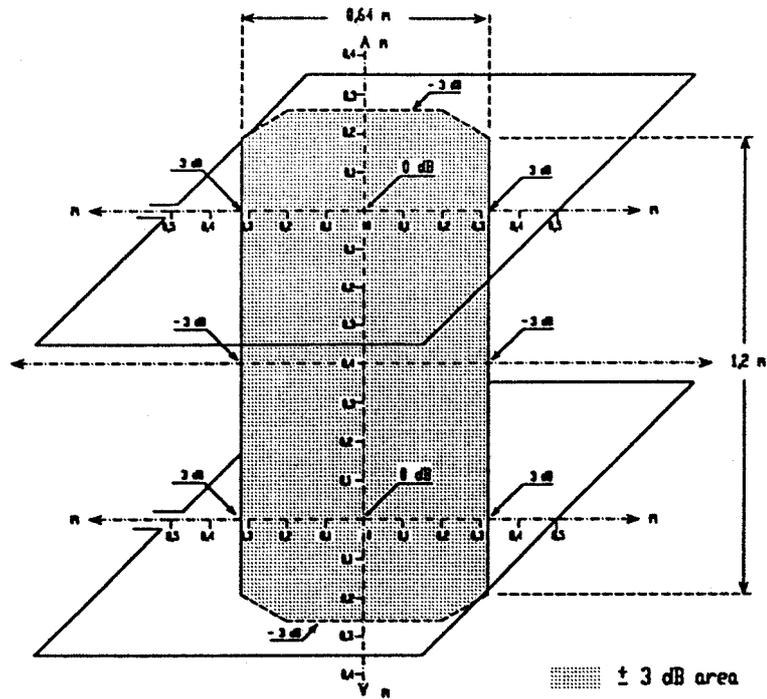


Figure B.5 – 3 dB area of the field generated by two square induction coils (1 m side) 0,8 m spaced, in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coils)

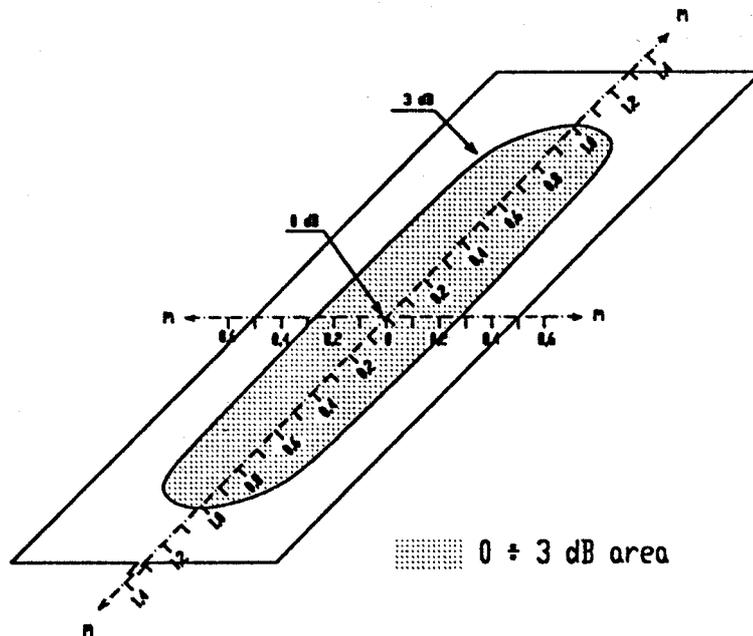


Figure B.6 – 3 dB area of the field generated by a rectangular induction coil (1 m × 2,6 m) in its plane

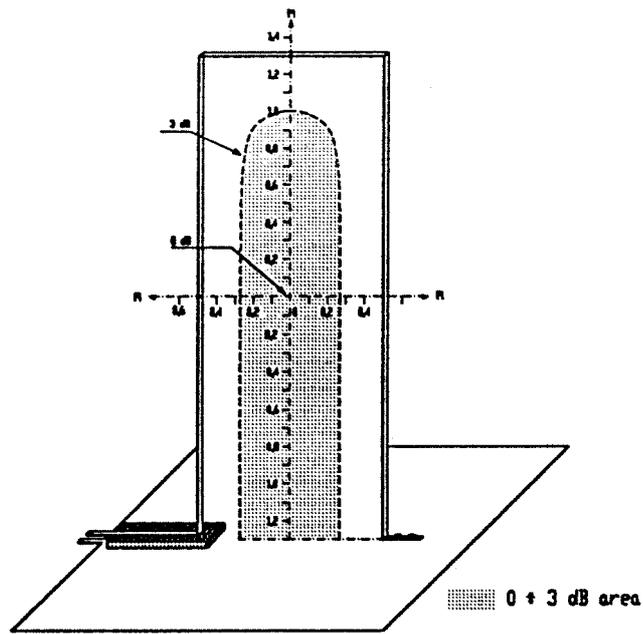


Figure B.7 – Zone des 3 dB pour le champ engendré dans son plan par une spire d'induction rectangulaire (1 m × 2,6 m), le plan de sol étant considéré comme un côté de la bobine

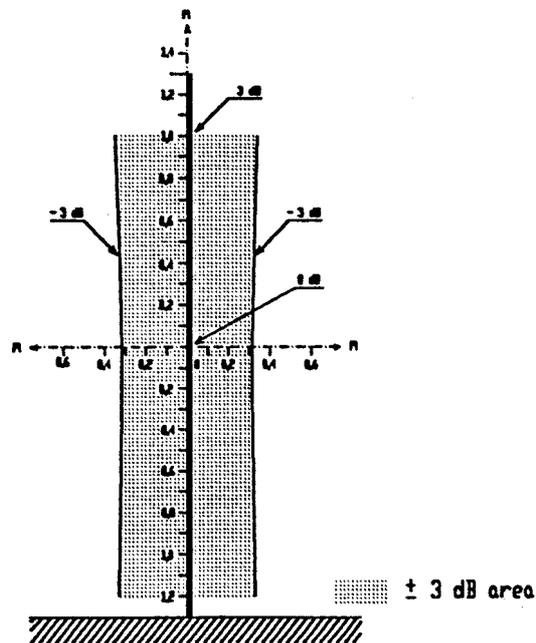


Figure B.8 – Zones des 3 dB pour le champ engendré dans le plan orthogonal moyen (composante orthogonale au plan de la spire) par une spire d'induction rectangulaire (1 m × 2,6 m)

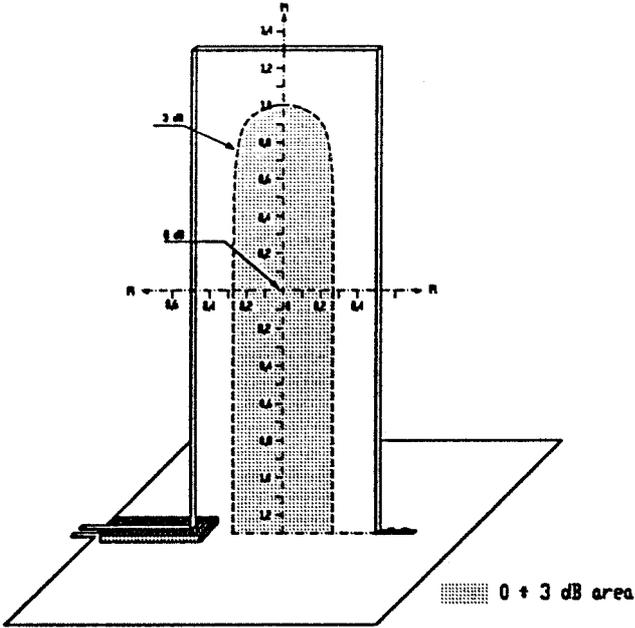


Figure B.7 – 3 dB area of the field generated by a rectangular induction coil (1 m × 2,6 m) in its plane (ground plane as a side of the induction coil)

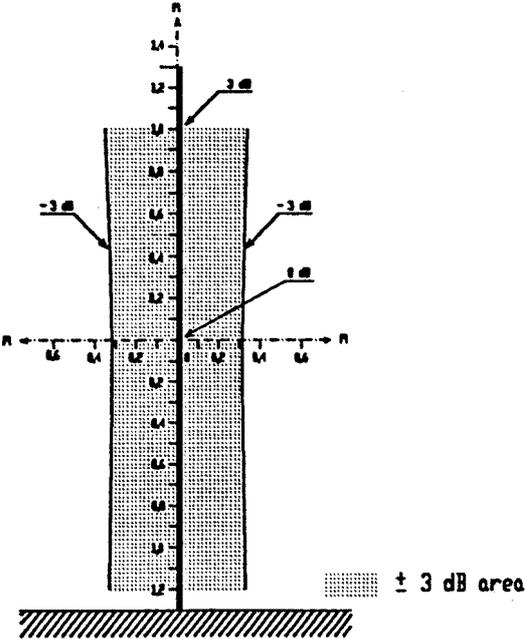


Figure B.8 – 3 dB area of the field generated by a rectangular induction coil (1 m × 2,6 m) with ground plane, in the mean orthogonal plane (component orthogonal to the plane of the coil)

## **Annexe C** (informative)

### **Sélection des niveaux d'essais**

Les niveaux d'essais doivent être choisis en fonction des conditions réelles d'installation et d'environnement.

Ces niveaux sont exposés à l'article 5.

Les essais d'immunité sont en corrélation avec ces niveaux afin d'établir un niveau de fonctionnement en fonction de l'environnement dans lequel l'équipement est censé fonctionner.

Le niveau d'essai doit être choisi conformément:

- à l'environnement électromagnétique;
- à la proximité des sources de perturbations par rapport au matériel concerné;
- aux marges de compatibilité.

Fondé sur les pratiques d'installation habituelles, un guide pour le choix des niveaux d'essais aux champs magnétiques peut être le suivant:

**Classe 1:** L'essai n'est pas applicable à cet environnement où des appareils très sensibles utilisant un faisceau électronique peuvent être utilisés (les *moniteurs*, *microscopes électroniques*, etc., sont représentatifs de ces appareils).

**Classe 2:** Environnement très protégé

L'essai n'est pas applicable à cet environnement car les zones concernées ne sont pas soumises à l'influence de la foudre et des courants initiaux de défauts transitoires.

Les *zones protégées des habitations, bureaux, hôpitaux*, éloignées des conducteurs de terre des systèmes de protection contre la foudre peuvent être représentatives de ce type d'environnement.

**Classe 3:** Environnement protégé

Cet environnement se caractérise par la proximité des conducteurs de terre des systèmes de protection contre la foudre et des structures métalliques.

Les *zones commerciales*, les *centres de commande* et les *sites d'industrie légère* équipés de systèmes de protection contre la foudre ou de structures métalliques à proximité, ainsi que les *salles d'ordinateurs des postes haute tension* peuvent être représentatifs de ce type d'environnement.

**Classe 4:** Environnement industriel type

Cet environnement se caractérise par la présence de conducteurs de terre des systèmes de protection contre la foudre et de structures métalliques.

Les *sites d'industrie lourde et de centrales électriques*, ainsi que les *salles de commande des postes haute tension* peuvent être représentatifs de ce type d'environnement.

## Annex C (informative)

### Selection of the test levels

The test levels shall be selected in accordance with the most realistic installation and environmental conditions.

These levels are outlined in clause 5.

The immunity tests are correlated with these levels in order to establish a performance level for the environment in which the equipment is expected to operate.

The test level shall be chosen according to:

- the electromagnetic environment;
- the proximity of the disturbances sources to the equipment concerned;
- the compatibility margins.

Based on common installation practices, a guide for the selection of test levels for pulse magnetic fields testing may be the following:

**Class 1:** Test not applicable to this environment where sensitive devices using electron beam can be used (*monitors, electron microscope, etc.*, are representative of these devices).

**Class 2:** Well protected environment

Test not applicable to this environment because the areas concerned are not subjected to the influence of lightning and initial transient fault current.

*Residential, office, hospital protected areas* far away from earth conductors of lightning protection systems may be representative of this environment.

**Class 3:** Protected environment

The environment is characterized by the proximity of earth conductors of lightning protection systems and metallic structures.

*Commercial areas, control building, field of not heavy industrial plants* provided with lightning protection system or metallic structures in the proximity, *computer room of H.V. sub-stations* may be representative of this environment.

**Class 4:** Typical industrial environment

The environment is characterized by the ground conductors of the lightning protection system or structures.

*Fields of heavy industrial and power plants* and the *control room of H.V. sub-stations* may be representative of this environment.

**Classe 5:** Environnement industriel sévère

Cet environnement se caractérise par les éléments suivants:

- conducteurs, barres ou lignes haute ou moyenne tension transportant des dizaines de kA;
- conducteurs de terre des systèmes de protection contre la foudre et structures élevées telles que les pylônes transportant la totalité du courant de foudre.

*Les zones extérieures des postes MT et HT des sites d'industrie lourde et les postes électriques haute ou moyenne tension peuvent être représentatifs de ce type d'environnement.*

**Classe X:** Environnement spécial

L'écartement électromagnétique entre les sources d'interférence et les circuits, câbles, lignes, etc., ainsi que la qualité des installations peuvent justifier l'utilisation d'un niveau supérieur ou inférieur à ceux décrits ci-dessus.

Il convient de noter que les lignes d'équipement d'un niveau de sévérité plus élevé peuvent pénétrer dans un environnement d'un niveau de sévérité moindre.

**Class 5:** Severe industrial environment

The environment is characterized by the following attributes:

- conductors, bus-bars or M.V., H.V. lines carrying tens of kA;
- ground conductors of the lightning protection system or high structures like the line towers carrying the whole lightning current.

*Switchyard areas of heavy industrial plants, M.V., H.V. and power stations* may be representative of this environment.

**Class X:** Special environment

The minor or major electromagnetic separation of interference sources from equipment circuits, cables, lines etc., and the quality of the installations may require the use of a higher or lower environmental level than those described above.

It should be noted that the equipment lines of a higher level can penetrate a lower severity environment.

**Annexe D**  
(informative)

**Informations sur l'intensité des champs magnétiques**

L'intensité des champs magnétiques varie de quelques centaines d'A/m (crête) à environ 1 kA/m (crête) à proximité des conducteurs de terre utilisés pour la protection contre la foudre et les structures métalliques utilisées pour la circulation de tels courants transitoires; les valeurs de champ plus faibles sont représentatives de l'environnement des équipements et des systèmes installés dans les bâtiments.

---

## **Annex D** (informative)

### **Information on magnetic field strength**

The magnetic field strength ranges from a few hundreds A/m (peak) up to the order of 1 kA/m (peak) in the proximity of earth conductors, intended for protection from lightning and metal structures involved in the conduction of such transient currents; lower field strength values are representative of environments for equipment and systems installed inside buildings.

---





Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

**International Electrotechnical Commission**

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

**A Prioritaire**

Nicht frankieren  
Ne pas affranchir



Non affrancare  
No stamp required

**RÉPONSE PAYÉE**

**SUISSE**

Customer Service Centre (CSC)

**International Electrotechnical Commission**

3, rue de Varembé

1211 GENEVA 20

Switzerland



**Q1** Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

**Q2** Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent
- librarian
- researcher
- design engineer
- safety engineer
- testing engineer
- marketing specialist
- other.....

**Q3** I work for/in/as a: (tick all that apply)

- manufacturing
- consultant
- government
- test/certification facility
- public utility
- education
- military
- other.....

**Q4** This standard will be used for: (tick all that apply)

- general reference
- product research
- product design/development
- specifications
- tenders
- quality assessment
- certification
- technical documentation
- thesis
- manufacturing
- other.....

**Q5** This standard meets my needs: (tick one)

- not at all
- nearly
- fairly well
- exactly

**Q6** If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date
- standard is incomplete
- standard is too academic
- standard is too superficial
- title is misleading
- I made the wrong choice
- other .....

**Q7** Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
- (2) below average,
- (3) average,
- (4) above average,
- (5) exceptional,
- (6) not applicable

- timeliness.....
- quality of writing.....
- technical contents.....
- logic of arrangement of contents .....
- tables, charts, graphs, figures.....
- other .....

**Q8** I read/use the: (tick one)

- French text only
- English text only
- both English and French texts

**Q9** Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

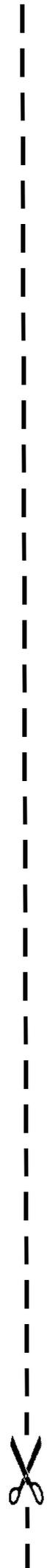
.....

.....

.....

.....

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

**Commission Electrotechnique Internationale**

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

**A Prioritaire**

Nicht frankieren  
Ne pas affranchir



Non affrancare  
No stamp required

**RÉPONSE PAYÉE**

**SUISSE**

Centre du Service Clientèle (CSC)

**Commission Electrotechnique Internationale**

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse



**Q1** Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:  
(ex. 60601-1-1)  
.....

**Q2** En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?  
(cochez tout ce qui convient)  
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat
- bibliothécaire
- chercheur
- ingénieur concepteur
- ingénieur sécurité
- ingénieur d'essais
- spécialiste en marketing
- autre(s).....

**Q3** Je travaille:  
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie
- comme consultant
- pour un gouvernement
- pour un organisme d'essais/  
certification
- dans un service public
- dans l'enseignement
- comme militaire
- autre(s).....

**Q4** Cette norme sera utilisée pour/comme  
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence
- une recherche de produit
- une étude/développement de produit
- des spécifications
- des soumissions
- une évaluation de la qualité
- une certification
- une documentation technique
- une thèse
- la fabrication
- autre(s).....

**Q5** Cette norme répond-elle à vos besoins:  
(une seule réponse)

- pas du tout
- à peu près
- assez bien
- parfaitement

**Q6** Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:  
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée
- la norme est incomplète
- la norme est trop théorique
- la norme est trop superficielle
- le titre est équivoque
- je n'ai pas fait le bon choix
- autre(s) .....

**Q7** Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres  
(1) inacceptable,  
(2) au-dessous de la moyenne,  
(3) moyen,  
(4) au-dessus de la moyenne,  
(5) exceptionnel,  
(6) sans objet

- publication en temps opportun .....
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique .....
- disposition logique du contenu .....
- tableaux, diagrammes, graphiques,  
figures .....
- autre(s) .....

**Q8** Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français
- uniquement le texte anglais
- les textes anglais et français

**Q9** Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....





ISBN 2-8318-5674-4



9 782831 856742

---

**ICS 33.100.20**

---

Typeset and printed by the IEC Central Office  
GENEVA, SWITZERLAND