



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

**Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 4-9: Testing and measurement techniques – Impulse magnetic field
immunity test**

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.100.20

ISBN 978-2-8322-3502-7

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

CONTENTS

| | |
|---|----|
| FOREWORD..... | 5 |
| INTRODUCTION..... | 7 |
| 1 Scope and object..... | 8 |
| 2 Normative references..... | 8 |
| 3 Terms, definitions and abbreviated terms | 9 |
| 3.1 Terms and definitions | 9 |
| 3.2 Abbreviated terms | 10 |
| 4 General | 11 |
| 5 Test levels..... | 11 |
| 6 Test instrumentation | 12 |
| 6.1 General..... | 12 |
| 6.2 Combination wave generator | 12 |
| 6.2.1 General | 12 |
| 6.2.2 Performance characteristics of the generator | 13 |
| 6.2.3 Calibration of the generator | 13 |
| 6.3 Induction coil..... | 14 |
| 6.3.1 Field distribution | 14 |
| 6.3.2 Characteristics of the standard induction coils of 1 m × 1 m and 1 m × 2,6 m | 14 |
| 6.4 Calibration of the test system | 14 |
| 7 Test setup | 15 |
| 7.1 Test equipment | 15 |
| 7.2 Verification of the test instrumentation | 16 |
| 7.3 Test setup for impulse magnetic field applied to a table-top EUT | 16 |
| 7.4 Test setup for impulse magnetic field applied to a floor standing EUT..... | 17 |
| 7.5 Test setup for impulse magnetic field applied in-situ | 18 |
| 8 Test procedure | 19 |
| 8.1 General..... | 19 |
| 8.2 Laboratory reference conditions | 19 |
| 8.2.1 Climatic conditions | 19 |
| 8.2.2 Electromagnetic conditions..... | 19 |
| 8.3 Execution of the test | 19 |
| 9 Evaluation of test results..... | 20 |
| 10 Test report..... | 20 |
| Annex A (informative) Characteristics of non standard induction coils | 22 |
| A.1 General..... | 22 |
| A.2 Determination of the coil factor | 22 |
| A.2.1 General | 22 |
| A.2.2 Coil factor measurement | 22 |
| A.2.3 Coil factor calculation..... | 23 |
| A.3 Magnetic field measurement..... | 23 |
| A.4 Verification of non standard induction coils | 24 |
| Annex B (informative) Information on the field distribution of standard induction coils | 25 |
| B.1 General..... | 25 |
| B.2 1 m × 1 m induction coil..... | 25 |

| | | |
|-----------------------|---|----|
| B.3 | 1 m × 2,6 m induction coil with reference ground plane | 26 |
| B.4 | 1 m × 2,6 m induction coil without reference ground plane..... | 28 |
| Annex C (informative) | Selection of the test levels | 29 |
| Annex D (informative) | Measurement uncertainty (MU) considerations | 31 |
| D.1 | General..... | 31 |
| D.2 | Legend | 31 |
| D.3 | Uncertainty contributors to the surge current and to the surge magnetic field measurement uncertainty | 32 |
| D.4 | Uncertainty of surge current and surge magnetic field calibration | 32 |
| D.4.1 | General | 32 |
| D.4.2 | Front time of the surge current | 32 |
| D.4.3 | Peak of the surge current and magnetic field | 34 |
| D.4.4 | Duration of the current impulse..... | 35 |
| D.4.5 | Further MU contributions to time measurements | 36 |
| D.4.6 | Rise time distortion due to the limited bandwidth of the measuring system..... | 36 |
| D.4.7 | Impulse peak and width distortion due to the limited bandwidth of the measuring system..... | 37 |
| D.5 | Application of uncertainties in the surge generator compliance criterion | 38 |
| Annex E (informative) | Mathematical modelling of surge current waveforms | 39 |
| E.1 | General..... | 39 |
| E.2 | Normalized time domain current surge (8/20 μs) | 39 |
| Annex F (informative) | Characteristics using two standard induction coils..... | 42 |
| F.1 | General..... | 42 |
| F.2 | Particular requirements for calibration | 42 |
| F.3 | Field distribution of the double induction coil arrangement | 43 |
| Annex G (informative) | 3D numerical simulations | 45 |
| G.1 | General..... | 45 |
| G.2 | Simulations | 45 |
| G.3 | Comments | 45 |
| Bibliography | | 53 |
| Figure 1 | – Simplified circuit diagram of the combination wave generator | 12 |
| Figure 2 | – Waveform of short-circuit current (8/20 μs) at the output of the generator with the 18 μF capacitor in series | 13 |
| Figure 3 | – Example of a current measurement of standard induction coils..... | 14 |
| Figure 4 | – Example of test setup for table-top equipment showing the vertical orthogonal plane..... | 17 |
| Figure 5 | – Example of test setup for floor standing equipment showing the horizontal orthogonal plane..... | 17 |
| Figure 6 | – Example of test setup for floor standing equipment showing the vertical orthogonal plane..... | 18 |
| Figure 7 | – Example of test setup using the proximity method | 18 |
| Figure A.1 | – Rectangular induction coil with sides $a + b$ and c | 23 |
| Figure A.2 | – Example of verification setup for non standard induction coils | 24 |
| Figure B.1 | – +3 dB isoline for the magnetic field strength (magnitude) in the x - y plane for the 1 m × 1 m induction coil | 25 |

| | |
|--|----|
| Figure B.2 – +3 dB and –3 dB isolines for the magnetic field strength (magnitude) in the x - z plane for the 1 m × 1 m induction coil | 26 |
| Figure B.3 – +3 dB isoline for the magnetic field strength (magnitude) in the x - z plane for the 1 m × 2,6 m induction coil with reference ground plane | 27 |
| Figure B.4 – +3 dB and -3 dB isolines for the magnetic field strength (magnitude) in the x - y plane for the 1 m × 2,6 m induction coil with reference ground plane..... | 27 |
| Figure B.5 – +3 dB isoline for the magnetic field strength (magnitude) in the x - y plane for the 1 m × 2,6 m induction coil without reference ground plane | 28 |
| Figure B.6 – +3 dB and –3 dB isolines for the magnetic field strength (magnitude) in the x - z plane for the 1 m × 2,6 m induction coil without reference ground plane | 28 |
| Figure E.1 – Normalized current surge (8/20 μ s): Width time response T_W | 40 |
| Figure E.2 – Normalized current surge (8/20 μ s): Rise time response T_r | 40 |
| Figure E.3 – Current surge (8/20 μ s): Spectral response with $\Delta f = 10$ kHz | 41 |
| Figure F.1 – Example of a test system using double standard induction coils | 42 |
| Figure F.2 – +3dB isoline for the magnetic field strength (magnitude) in the x - y plane for the double induction coil arrangement (0,8 m spaced) | 44 |
| Figure F.3 – +3 dB and –3 dB isolines for the magnetic field strength (magnitude) in the x - z plane for the double induction coil arrangement (0,8 m spaced) | 44 |
| Figure G.1 – Current and H-field in the centre of the 1 m × 1 m induction coil..... | 46 |
| Figure G.2 – H_x -field along the side of 1 m × 1 m induction coil in A/m..... | 46 |
| Figure G.3 – H_x -field in direction x perpendicular to the plane of the 1 m × 1 m induction coil | 47 |
| Figure G.4 – H_x -field along the side in dB for the 1 m × 1 m induction coil..... | 47 |
| Figure G.5 – H_x -field along the diagonal in dB for the 1 m × 1 m induction coil | 48 |
| Figure G.6 – H_x -field plot on y - z plane for the 1 m × 1 m induction coil | 48 |
| Figure G.7 – H_x -field plot on x - y plane for the 1 m × 1 m induction coil | 49 |
| Figure G.8 – H_x -field along the vertical middle line in dB for the 1 m × 2,6 m induction coil...49 | 49 |
| Figure G.9 – H_x -field 2D plot on y - z plane for the 1 m × 2,6 m induction coil | 50 |
| Figure G.10 – H_x -field 2D plot on x - y plane at $z = 0,5$ m for the 1 m × 2,6 m induction coil | 50 |
| Figure G.11 – Helmholtz setup: H_x -field and 2D plot for two 1 m × 1 m induction coils, 0,6 m spaced..... | 51 |
| Figure G.12 – Helmholtz setup: H_x -field and 2D plot for two 1 m × 1 m induction coils, 0,8 m spaced..... | 52 |
| Table 1 – Test levels..... | 11 |
| Table 2 – Definitions of the waveform parameters 8/20 μ s | 13 |
| Table 3 – Specifications of the waveform time parameters of the test system | 15 |
| Table 4 – Specifications of the waveform peak current of the test system..... | 15 |
| Table D.1 – Example of uncertainty budget for surge current front time (T_f)..... | 33 |
| Table D.2 – Example of uncertainty budget for the peak of surge current (I_p)..... | 34 |
| Table D.3 – Example of uncertainty budget for current impulse width (T_d)..... | 35 |
| Table D.4 – α factor (see equation (D.10)) of different unidirectional impulse responses corresponding to the same bandwidth of system B | 37 |
| Table D.5 – β factor (equation (D.14)) of the standard current surge waveform..... | 38 |
| Table F.1 – Specifications of the waveform peak current of this test system | 43 |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

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

FOREWORD

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

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

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

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1993 and Amendment 1:2000. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) new Annex B on induction coil field distribution;
- b) new Annex D on measurement uncertainty;
- c) new Annex E on mathematical modeling of surge waveform;

- d) new Annex F on characteristics using two standard induction coils;
- e) new Annex G on 3D numerical simulations;
- f) coil factor calculation and calibration using current measurement have been addressed in this edition.

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

| | |
|-------------|------------------|
| CDV | Report on voting |
| 77B/728/CDV | 77B/745A/RVC |

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

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

A list of all parts in the IEC 61000 series, published under the general title *Electromagnetic compatibility (EMC)*, can be found on the IEC website.

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

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

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

INTRODUCTION

IEC 61000 is published in separate parts 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 (insofar as they do not fall under the responsibility of the product committees)

Part 4: Testing and measurement techniques

Measurement techniques
Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines

Installation guidelines
Mitigation methods and devices

Part 6: Generic standards

Part 9: Miscellaneous

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

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

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

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

1 Scope and object

This part of IEC 61000 specifies the immunity requirements, test methods, and range of recommended test levels for equipment subjected to impulse magnetic disturbances mainly encountered in:

- industrial installations,
- power plants,
- railway installations,
- 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 4.

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 reference for evaluating the immunity of electrical and electronic equipment when subjected to impulse magnetic fields. The test method documented in this part of IEC 61000 describes a consistent method to assess the immunity of an equipment or system against a defined phenomenon.

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

This standard defines:

- a range of test levels;
- test equipment;
- test setups;
- test procedures.

The task of the described laboratory test is to find the reaction of the equipment under test (EUT) under specified operational conditions to impulse magnetic fields caused by switching and lightning effects.

2 Normative references

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

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)* (available at www.electropedia.org)

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| AVANT-PROPOS..... | 58 |
| INTRODUCTION..... | 60 |
| 1 Domaine d'application et objet | 61 |
| 2 Références normatives | 61 |
| 3 Termes, définitions et termes abrégés..... | 62 |
| 3.1 Termes et définitions..... | 62 |
| 3.2 Termes abrégés | 64 |
| 4 Généralités..... | 64 |
| 5 Niveaux d'essais..... | 64 |
| 6 Instrumentation d'essai | 65 |
| 6.1 Généralités | 65 |
| 6.2 Générateur d'ondes combinées | 65 |
| 6.2.1 Généralités | 65 |
| 6.2.2 Caractéristiques de performances du générateur | 66 |
| 6.2.3 Etalonnage du générateur | 67 |
| 6.3 Bobine d'induction..... | 67 |
| 6.3.1 Distribution du champ | 67 |
| 6.3.2 Caractéristique des bobines d'induction normalisées de 1 m × 1 m et de 1 m × 2,6 m..... | 68 |
| 6.4 Etalonnage du système d'essai..... | 68 |
| 7 Montage d'essai | 69 |
| 7.1 Équipement d'essai | 69 |
| 7.2 Vérification de l'instrumentation d'essai | 69 |
| 7.3 Montage d'essai pour le champ magnétique impulsionnel appliqué à un EUT de table | 70 |
| 7.4 Montage d'essai pour le champ magnétique impulsionnel appliqué à un EUT posé au sol | 71 |
| 7.5 Montage d'essai pour le champ magnétique impulsionnel appliqué in situ..... | 73 |
| 8 Procédure d'essai..... | 73 |
| 8.1 Généralités | 73 |
| 8.2 Conditions de référence du laboratoire | 73 |
| 8.2.1 Conditions climatiques | 73 |
| 8.2.2 Conditions électromagnétiques..... | 73 |
| 8.3 Exécution de l'essai | 73 |
| 9 Évaluation des résultats d'essais | 74 |
| 10 Rapport d'essai | 74 |
| Annexe A (informative) Caractéristiques des bobines d'induction non normalisées | 76 |
| A.1 Généralités | 76 |
| A.2 Détermination du facteur de bobine | 76 |
| A.2.1 Généralités | 76 |
| A.2.2 Mesure du facteur de bobine | 76 |
| A.2.3 Calcul du facteur de bobine..... | 77 |
| A.3 Mesure des champs magnétiques..... | 77 |
| A.4 Vérification des bobines d'induction non normalisées..... | 78 |
| Annexe B (informative) Informations relatives à la distribution du champ des bobines d'induction normalisées..... | 79 |

| | | |
|--|---|-----|
| B.1 | Généralités | 79 |
| B.2 | Bobine d'induction de 1 m × 1 m | 79 |
| B.3 | Bobine d'induction de 1 m × 2,6 m avec plan de masse de référence | 80 |
| B.4 | Bobine d'induction de 1 m × 2,6 m sans plan de masse de référence | 82 |
| Annexe C (informative) Choix des niveaux d'essais | | 84 |
| Annexe D (informative) Considérations relatives à l'incertitude de mesure (MU) | | 86 |
| D.1 | Généralités | 86 |
| D.2 | Légende | 86 |
| D.3 | Contributeurs à l'incertitude de mesure du courant de choc et du champ magnétique transitoire | 86 |
| D.4 | Incertitude du courant de choc et étalonnage du champ magnétique transitoire | 87 |
| D.4.1 | Généralités | 87 |
| D.4.2 | Durée du front du courant de choc | 87 |
| D.4.3 | Crête du courant de choc et du champ magnétique | 89 |
| D.4.4 | Durée du courant de choc | 90 |
| D.4.5 | Autres contributions à l'incertitude de mesure pour les mesures de temps | 91 |
| D.4.6 | Distorsion du temps de montée en raison de la largeur de bande limitée du système de mesure | 91 |
| D.4.7 | Distorsion de la crête et de la largeur d'impulsion en raison de la largeur de bande limitée du système de mesure | 92 |
| D.5 | Application des incertitudes au critère de conformité du générateur d'ondes de choc | 94 |
| Annexe E (informative) Modélisation mathématique des formes d'onde de courant de choc | | 95 |
| E.1 | Généralités | 95 |
| E.2 | Courant de choc dans le domaine temporel normalisé (8/20 µs) | 95 |
| Annexe F (informative) Caractéristiques utilisant deux bobines d'induction normalisées | | 98 |
| F.1 | Généralités | 98 |
| F.2 | Exigences particulières en matière d'étalonnage | 98 |
| F.3 | Distribution du champ de la disposition de bobine d'induction double | 99 |
| Annexe G (informative) Simulations numériques 3D | | 101 |
| G.1 | Généralités | 101 |
| G.2 | Simulations | 101 |
| G.3 | Commentaires | 101 |
| Bibliographie | | 109 |
| Figure 1 – Schéma de circuit simplifié du générateur d'ondes combinées | | 66 |
| Figure 2 – Forme d'onde du courant de court-circuit (8/20 µs) à la sortie du générateur avec le condensateur de 18 µF en série | | 67 |
| Figure 3 – Exemple de mesure du courant des bobines d'induction normalisées | | 68 |
| Figure 4 – Exemple de montage d'essai pour équipement de table montrant le plan orthogonal vertical | | 71 |
| Figure 5 – Exemple de montage d'essai pour équipement posé au sol montrant le plan orthogonal horizontal | | 71 |
| Figure 6 – Exemple de montage d'essai pour équipement posé au sol montrant le plan orthogonal vertical | | 72 |

| | |
|--|-----|
| Figure 7 – Exemple de montage d'essai utilisant la méthode de proximité | 72 |
| Figure A.1 – Bobine d'induction rectangulaire avec les côtés $a + b$ et c | 77 |
| Figure A.2 – Exemple de montage de vérification des bobines d'induction non normalisées | 78 |
| Figure B.1 – Isoligne +3 dB pour l'intensité du champ magnétique (amplitude) dans le plan $x-y$ pour la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ | 79 |
| Figure B.2 – Isolignes +3 dB et -3 dB pour l'intensité du champ magnétique (amplitude) dans le plan $x-z$ pour la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ | 80 |
| Figure B.3 – Isoligne +3 dB pour l'intensité du champ magnétique (amplitude) dans le plan $x-z$ pour la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 2,6\text{ m}$ avec plan de masse de référence | 81 |
| Figure B.4 – Isolignes +3 dB et -3 dB pour l'intensité du champ magnétique (amplitude) dans le plan $x-y$ pour la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 2,6\text{ m}$ avec plan de masse de référence | 82 |
| Figure B.5 – Isoligne +3 dB pour l'intensité du champ magnétique (amplitude) dans le plan $x-y$ pour la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 2,6\text{ m}$ sans plan de masse de référence | 83 |
| Figure B.6 – Isolignes +3 dB et -3 dB pour l'intensité du champ magnétique (amplitude) dans le plan $x-z$ pour la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 2,6\text{ m}$ sans plan de masse de référence | 83 |
| Figure E.1 – Courant de choc normalisé ($8/20\ \mu\text{s}$): Réponse dans l'intervalle de temps T_W | 96 |
| Figure E.2 – Courant de choc normalisé ($8/20\ \mu\text{s}$): Réponse de temps de montée T_r | 96 |
| Figure E.3 – Courant de choc ($8/20\ \mu\text{s}$): Réponse spectrale avec $\Delta f = 10\text{ kHz}$ | 97 |
| Figure F.1 – Exemple de système d'essai utilisant des bobines d'induction doubles normalisées | 98 |
| Figure F.2 – Isoligne +3 dB pour l'intensité du champ magnétique (amplitude) dans le plan $x-y$ pour la disposition de bobine d'induction double (espacée de $0,8\text{ m}$ | 100 |
| Figure F.3 – Isolignes +3 dB et -3 dB pour l'intensité du champ magnétique (amplitude) dans le plan $x-z$ pour la disposition de bobine d'induction double (espacée de $0,8\text{ m}$) | 100 |
| Figure G.1 – Courant et champ H_x au centre de la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ | 102 |
| Figure G.2 – Champ H_x le long de la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$, en A/m | 102 |
| Figure G.3 – Champ H_x dans le sens x perpendiculaire au plan de la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ | 103 |
| Figure G.4 – Champ H_x le long du côté, en dB, de la bobine d'induction normalisée de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ | 103 |
| Figure G.5 – Champ H_x le long de la diagonale, en dB, de la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ | 104 |
| Figure G.6 – Tracé du champ H_x sur le plan $y-z$ pour la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ | 104 |
| Figure G.7 – Tracé du champ H_x sur le plan $x-y$ pour la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ | 105 |
| Figure G.8 – Champ H_x le long de la ligne médiane verticale, en dB, de la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 2,6\text{ m}$ | 105 |
| Figure G.9 – Tracé 2D du champ H_x sur le plan $y-z$ pour la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 2,6\text{ m}$ | 106 |
| Figure G.10 – Tracé 2D du champ H_x sur le plan $x-y$ à $z = 0,5\text{ m}$ pour la bobine d'induction de $1\text{ m} \times 2,6\text{ m}$ | 106 |
| Figure G.11 – Montage de Helmholtz: Champ H_x et tracé 2D pour deux bobines d'induction de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$, espacées de $0,6\text{ m}$ | 107 |

| | |
|--|-----|
| Figure G.12 – Montage de Helmholtz: Champ H_x et tracé 2D pour deux bobines d'induction de 1 m × 1 m, espacées de 0,8 m | 108 |
| Tableau 1 – Niveaux d'essai | 65 |
| Tableau 2 – Définitions des paramètres de forme d'onde 8/20 μ s..... | 66 |
| Tableau 3 – Spécifications des paramètres temporels de forme d'onde du système d'essai..... | 69 |
| Tableau 4 – Spécifications du courant de crête de forme d'onde du système d'essai | 69 |
| Tableau D.1 – Exemple de budget d'incertitude pour la durée du front du courant de choc (T_f)..... | 88 |
| Tableau D.2 – Exemple de budget d'incertitude pour la crête du courant de choc (I_p) | 89 |
| Tableau D.3 – Exemple de budget d'incertitude pour la largeur de courant de choc (T_d)..... | 90 |
| Tableau D.4 – Facteur α (voir l'équation (D.10)) de différentes réponses impulsionnelles unidirectionnelles correspondant à la même largeur de bande du système B | 92 |
| Tableau D.5 – Facteur β (équation (D.14)) de la forme d'onde de courant de choc normalisé | 93 |
| Tableau F.1 – Spécifications du courant de crête de forme d'onde de ce système d'essai..... | 99 |

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

La Norme internationale IEC 61000-4-9 a été établie par le sous-comité 77B: Phénomènes haute fréquence, du comité d'études 77 de l'IEC: Compatibilité électromagnétique.

Elle constitue la Partie 4-9 de la série IEC 61000. Elle a le statut d'une publication fondamentale en CEM conformément au Guide 107 de l'IEC.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1993 et l'Amendement 1:2000. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) nouvelle Annexe B relative à la distribution du champ de bobine d'induction;

- b) nouvelle Annexe D relative à l'incertitude de mesure;
- c) nouvelle Annexe E relative à la modélisation mathématique de la forme d'onde de choc;
- d) nouvelle Annexe F relative aux caractéristiques utilisant deux bobines d'induction normalisées;
- e) nouvelle Annexe G relative aux simulations numériques 3D;
- f) le calcul du facteur de bobine et l'étalonnage à l'aide par la mesure du courant ont été abordés dans la présente édition.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| CDV | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 77B/728/CDV | 77B/745A/RVC |

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61000, publiées sous le titre général *Compatibilité électromagnétique (CEM)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

INTRODUCTION

L'IEC 61000 est publiée en plusieurs parties, conformément à la structure suivante:

Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites

Limites d'émission

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

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation

Guide d'installation

Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 6: Normes génériques

Partie 9: Divers

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

La présente partie constitue une norme internationale qui traite des exigences en matière d'immunité et des procédures d'essai qui s'appliquent au "champ magnétique impulsionnel".

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

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

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de l'IEC 61000 spécifie les exigences en matière d'immunité, les méthodes d'essai et la plage des niveaux d'essai recommandés des équipements soumis aux perturbations magnétiques impulsionnelles, principalement dans les:

- installations industrielles,
- centrales électriques,
- installations ferroviaires,
- postes moyenne et haute tension.

L'applicabilité de la présente norme aux équipements installés dans différentes zones est déterminée par la présence du phénomène dans les conditions spécifiées à l'Article 4.

La présente norme n'examine pas les perturbations provoquées par le couplage capacitif ou inductif sur les câbles ou autres parties de l'installation. D'autres normes IEC traitant des perturbations conduites couvrent ces aspects.

La présente norme a pour objet d'établir une référence commune pour évaluer l'immunité des équipements électriques et électroniques lorsqu'ils sont soumis à des champs magnétiques impulsionnels. La méthode d'essai documentée dans la présente partie de l'IEC 61000 décrit une méthode cohérente d'évaluation de l'immunité d'un équipement ou d'un système par rapport à un phénomène défini.

NOTE Comme indiqué dans le Guide 107 de l'IEC, il s'agit d'une publication fondamentale en CEM destinée à être utilisée par les comités de produits de l'IEC. Comme l'indique également le Guide 107, les comités de produits de l'IEC ont la responsabilité de déterminer si cette norme d'essai d'immunité est appliquée ou non, et si elle l'est, ils ont la responsabilité de déterminer les niveaux d'essai et critères de performances appropriés. Le comité d'études 77 et ses sous-comités sont prêts à coopérer avec les comités de produits dans le cadre de l'évaluation de la valeur des essais d'immunité particuliers pour leurs produits.

La présente norme définit:

- une plage de niveaux d'essai;
- l'équipement d'essai;
- les montages d'essai;
- les procédures d'essai.

La tâche du laboratoire d'essai décrit consiste à déterminer la réaction de l'équipement en essai (EUT) dans les conditions de fonctionnement spécifiées aux champs magnétiques impulsionnels générés par la commutation et les effets de la foudre.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI)* (disponible à l'adresse www.electropedia.org)