

# **RAPPORT TECHNIQUE**

# **TECHNICAL REPORT**

**CEI  
IEC**

**1000-5-4**

Première édition  
First edition  
1996-08

---

---

## **Compatibilité électromagnétique (CEM) –**

### **Partie 5:**

#### **Guide d'installation et d'atténuation –**

#### **Section 4: Immunité à l'IEM-HA –**

**Spécifications des dispositifs de protection  
contre les perturbations rayonnées IEM-HA –  
Publication fondamentale en CEM**

## **Electromagnetic compatibility (EMC) –**

### **Part 5:**

#### **Installation and mitigation guidelines –**

#### **Section 4: Immunity to HEMP –**

**Specifications for protective devices against  
HEMP radiated disturbance –  
Basic EMC publication**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1000-5-4: 1996

## Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

## Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

# RAPPORT TECHNIQUE – TYPE 2

**CEI  
IEC**

**1000-5-4**

## TECHNICAL REPORT – TYPE 2

Première édition  
First edition  
1996-08

---

---

### **Compatibilité électromagnétique (CEM) –**

#### **Partie 5:**

#### **Guide d'installation et d'atténuation –**

#### **Section 4: Immunité à l'IEM-HA –**

#### **Spécifications des dispositifs de protection contre les perturbations rayonnées IEM-HA – Publication fondamentale en CEM**

### **Electromagnetic compatibility (EMC) –**

#### **Part 5:**

#### **Installation and mitigation guidelines –**

#### **Section 4: Immunity to HEMP –**

#### **Specifications for protective devices against HEMP radiated disturbance – Basic EMC publication**

© CEI 1996 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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



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 .....                                                                      | 4     |
| <br>Articles                                                                            |       |
| 1 Domaine d'application .....                                                           | 8     |
| 2 Référence normative .....                                                             | 8     |
| 3 Définitions .....                                                                     | 8     |
| 4 Spécifications des dispositifs de protection contre les perturbations rayonnées ..... | 10    |
| 4.1 Classification générale des dispositifs de blindage .....                           | 12    |
| 4.2 Exigences générales .....                                                           | 12    |
| 4.3 Spécifications .....                                                                | 14    |
| 4.3.1 Généralités .....                                                                 | 14    |
| 4.3.2 Matériaux de barrière .....                                                       | 14    |
| 4.3.3 Câbles et conduits blindés .....                                                  | 28    |
| 4.3.4 Matériaux de jointoiement .....                                                   | 36    |
| 4.3.5 Composants de blindage .....                                                      | 38    |
| <br>Annexes                                                                             |       |
| A Théorie générale .....                                                                | 40    |
| B Bibliographie .....                                                                   | 54    |

## CONTENTS

|                                                                             | Page |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                                              | 5    |
| Clause                                                                      |      |
| 1 Scope .....                                                               | 9    |
| 2 Normative reference.....                                                  | 9    |
| 3 Definitions.....                                                          | 9    |
| 4 Specifications for protective devices against radiated disturbances ..... | 11   |
| 4.1 General classification for shielding devices .....                      | 13   |
| 4.2 General requirements .....                                              | 13   |
| 4.3 Specifications .....                                                    | 15   |
| 4.3.1 General .....                                                         | 15   |
| 4.3.2 Barrier materials .....                                               | 15   |
| 4.3.3 Shielded cables and conduits .....                                    | 29   |
| 4.3.4 Gasketing materials .....                                             | 37   |
| 4.3.5 Shielding components .....                                            | 39   |
| Annexes                                                                     |      |
| A General theory.....                                                       | 41   |
| B Bibliography.....                                                         | 54   |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

#### Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation –

#### Section 4: Immunité à l'IEM-HA – Spécifications des dispositifs de protection contre les perturbations rayonnées IEM-HA –

#### Publication fondamentale en CEM

### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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 du 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) 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.
- 6) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses normes.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de type 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 1000-5-4, rapport technique de type 2, a été établie par le sous-comité 77C: Immunité à l'impulsion électromagnétique nucléaire à haute altitude (HEMP), du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –****Part 5: Installation and mitigation guidelines****Section 4: Immunity to HEMP — Specifications for protective devices  
against HEMP radiated disturbance –****Basic EMC publication**

## 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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.
- 6) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its standards.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 1000-5-4, which is a technical report of type 2, has been prepared by subcommittee 77C: Immunity to high altitude nuclear electromagnetic pulse (HEMP), of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

| FDIS       | Rapport de vote |
|------------|-----------------|
| 77C/26/CDV | 77C/36/RVC      |

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

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.4.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine de la compatibilité électromagnétique car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

The text of this technical report is based on the following documents:

|            |                  |
|------------|------------------|
| FDIS       | Report on voting |
| 77C/26/CDV | 77C/36/RVC       |

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

This document is issued in the type 2 Technical Report series of publications (according to G.4.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives as a "prospective standard for provisional application" in the field of electromagnetic compatibility because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an "International Standard". It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 Technical Report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for a further three years or conversion to an International Standard or withdrawal.

Annexes A and B are for information only.

## COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

### Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation –

#### Section 4: Immunité à l'IEM-HA – Spécifications des dispositifs de protection contre les perturbations rayonnées IEM-HA –

##### Publication fondamentale en CEM

### 1 Domaine d'application

Le présent rapport technique définit comment les dispositifs de protection utilisés pour la protection des systèmes civils vis-à-vis de l'impulsion électromagnétique nucléaire à haute altitude (IEM-HA) sont spécifiés. Les performances requises seront données dans d'autres documents de la CEI. Son utilisation est prévue pour l'harmonisation des spécifications existantes et futures fournies par les fabricants de dispositifs de protection, d'équipements électroniques, les administrations et les acheteurs finaux.

Ce rapport technique couvre les dispositifs de protection couramment utilisés pour la protection contre les champs électromagnétiques rayonnés au cours d'une IEM-HA. En général, les paramètres IEM-HA appropriés, c'est-à-dire ceux qui sont relatifs à des changements très rapides de champs EM dans le domaine du temps, sont traités.

### 2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions, qui par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour ce rapport technique. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision, et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

VEI 50(161) 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

### 3 Définitions

Pour les besoins du présent rapport technique, les définitions suivantes s'appliquent.

**IEM-HA/IEMN-HA:** Les deux acronymes sont équivalents et acceptés pour Impulsion Electromagnétique Nucléaire à Haute Altitude. Le terme IEM-HA est préférable à IEMN-HA.

**barrière:** Séparation utilisée pour l'isolation de circuits électriques vis-à-vis des perturbations électromagnétiques. (Un blindage est un type particulier de barrière.)

**résistance de contact:** Résistance mesurée en ohms entre deux objets en contact l'un avec l'autre.

**taux de compression:** Pourcentage de réduction permanente de la dimension d'un matériau due à la compression dans des conditions spécifiques de chaleur, pression et durée.

**résistance à la corrosion:** Résistance à une action chimique qui entraîne une destruction graduelle de la surface du métal par oxydation, électrolyse ou contamination chimique.

**fréquence de coupure:** Fréquence pour laquelle le module d'une grandeur caractéristique mesurée a décru jusqu'à une fraction spécifiée de sa valeur aux basses fréquences.

NOTE – Pour un guide d'ondes, c'est la fréquence en-dessous de laquelle l'énergie électromagnétique n'est pas propagée efficacement dans le guide. Cette fréquence dépend de la géométrie de la section transversale et des dimensions du guide.

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**  
**Part 5: Installation and mitigation guidelines**  
**Section 4: Immunity to HEMP – Specifications for protective devices**  
**against HEMP radiated disturbance –**  
**Basic EMC publication**

## 1 Scope

This technical report defines how protective devices for High Altitude Nuclear Electromagnetic Pulse (HEMP) protection of civilian systems are specified. Performance requirements will be given in future IEC standards. This technical report is intended to be used for the harmonization of existing or future specifications issued by protective devices manufacturers, electronic equipment manufacturers, administrative bodies and other buyers.

This technical report covers protective devices currently used for protection against HEMP radiated EM fields. In general, parameters relevant to HEMP, that is parameters related to very fast changes of EM fields, as a function of time, are dealt with.

## 2 Normative reference

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical report. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this technical report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(161): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

## 3 Definitions

For the purpose of this technical report, the following definitions apply.

**HEMP/HA-NEMP:** The two acronyms are equivalent and accepted for High Altitude Nuclear Electromagnetic Pulse. HEMP is preferable to HA-NEMP.

**barrier:** Separation used to insulate electrical circuits from electromagnetic disturbances. (A shield is a special type of barrier.)

**contact resistance:** Resistance measured in ohms between two objects in contact with each other.

**compression set:** The per cent of permanent height reduction in a material caused by compression under specific conditions of heat, pressure and time.

**corrosion resistance:** Resistance to a chemical action which causes gradual destruction of the surface of a metal by oxidation, electrolysis or chemical contamination.

**cut-off frequency:** The frequency at which the magnitude of a measured characteristic quantity has decreased to a specified fraction of its low-frequency value.

NOTE – For a waveguide it is the frequency below which electromagnetic energy is not efficiently propagated in the guide. This frequency depends on the cross-section geometry and dimensions of the guide.