

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61000-2-11

Première édition
First edition
1999-10

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM
BASIC EMC PUBLICATION

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

**Partie 2-11: Environnement – Classification de
l'environnement IEMN-HA**

Electromagnetic compatibility (EMC) –

**Part 2-11: Environment – Classification of
HEMP environments**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61000-2-11:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

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 in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61000-2-11

Première édition
First edition
1999-10

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM
BASIC EMC PUBLICATION

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

**Partie 2-11: Environnement – Classification de
l'environnement IEMN-HA**

Electromagnetic compatibility (EMC) –

**Part 2-11: Environment – Classification of
HEMP environments**

© IEC 1999 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 photo-copie 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 IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

P

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Généralités	8
4 Définitions	10
5 Description des concepts de protection	14
6 Classification des environnements, IEMN-HA initiale	18
7 Classification des environnements, IEMN-HA intermédiaire	20
8 Classification des environnements, IEMN-HA finale	22
9 Principes du choix des niveaux d'immunité	26
9.1 Approche	26
9.2 Incertitudes en situation d'essai	26
9.3 Critères de gravité	26
9.4 Conclusion	28
Tableau 1 – Affaiblissement minimal nécessaire pour des environnements externes dans le domaine temporel (valeur crête) pour les six principaux concepts de protection	16
Tableau 2 – Classification des environnements rayonnés, IEMN-HA initiale	18
Tableau 3 – Classification des environnements conduits en mode commun, IEMN-HA initiale	20
Tableau 4 – Classification des environnements rayonnés, IEMN-HA intermédiaire	20
Tableau 5 – Classification des environnements en mode commun conduit en présence d'une IEMN-HA intermédiaire pour lignes de communication ou d'énergie	22
Tableau 6 – Exemple de classification de champ électrique et d'environnement conduit en mode commun, en présence de IEMN-HA finale pour une ligne de transport d'énergie à la terre	24
Tableau 7 – Exemple de classification de champ électrique et d'environnement conduit en mode commun en présence de IEMN-HA finale pour une ligne de télécommunication	24
Bibliographie	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 General	9
4 Definitions	11
5 Description of protection concepts	15
6 Classification of environments, early-time HEMP	19
7 Classification of environments, intermediate-time HEMP	21
8 Classification of environments, late-time HEMP	23
9 Principles of the selection of immunity levels	27
9.1 Approach	27
9.2 Test uncertainties	27
9.3 Criticality criteria	27
9.4 Conclusion	29
Table 1 – Minimum required attenuation of peak time domain external environments for the six principal protection concepts	17
Table 2 – Classification of radiated early-time HEMP environments	19
Table 3 – Classification of conducted common-mode early-time HEMP environments	21
Table 4 – Classification of radiated intermediate-time HEMP environments	21
Table 5 – Classification of conducted common-mode intermediate-time HEMP environments for power or communications lines	23
Table 6 – Classification example of electric field and conducted common-mode late-time HEMP environment for a grounded power transmission line	25
Table 7 – Classification example of electric field and conducted common-mode late-time HEMP environment for a telecommunication line	25
Bibliography	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 2-11: Environnement – Classification de l'environnement IEMN-HA

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 61000-2-11 a été établie par le sous-comité 77C: Phénomènes transitoires de forte intensité, du comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
77C/77/FDIS	77C/83/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2006. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 2-11: Environment – Classification of HEMP environments

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 61000-2-11 has been prepared by subcommittee 77C: High power transient phenomena, of IEC technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

It has the status of a Basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

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

FDIS	Report on voting
77C/77/FDIS	77C/83/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

The committee has decided that this publication remains valid until 2006. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

INTRODUCTION

La CEI 61000 est publiée sous la forme de plusieurs parties séparées 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 ces limites ne relèvent pas des comités de produits)
- Partie 4: Techniques d'essai et de mesure
 - Techniques de mesure
 - Techniques d'essai
- Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation
 - Guides 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 rapports techniques, dont certaines ont déjà été publiées en tant que sections. D'autres seront publiées avec le numéro de la partie suivi d'un tiret et d'un second chiffre identifiant la subdivision.

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 (in so far as they do not fall under responsibility of 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 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.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 2-11: Environnement – Classification de l'environnement IEMN-HA

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61000 s'applique à la classification des environnements électromagnétiques IEM à haute altitude (IEMN-HA). Elle a pour objet d'aider à la spécification des prescriptions d'immunité d'un objet (par exemple appareil ou sous-système) contenant des parties électriques ou électroniques pour assurer qu'il fonctionnera pendant et/ou après une exposition à une onde IEMN-HA. Cette partie est essentiellement destinée aux personnes responsables de la rédaction des normes produits concernant l'immunité et/ou autres normes d'immunité. Elle fournit un guide fondamental pour le choix des niveaux d'essai d'immunité pour tout composant, dispositif, appareil, sous-système ou système qui contient des circuits électriques qui peuvent être perturbés par des signaux électromagnétiques.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61000. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61000 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(161):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 61000-2-9: *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 9: Description de l'environnement IEMN-HA – Perturbations rayonnées*. Publication fondamentale en CEM

CEI 61000-2-10: *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-10: Environnement – Description de l'environnement IEMN-HA - Perturbations conduites*. Publication fondamentale en CEM

CEI 61000-5-3/TR: *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 5-3: Guides d'installation et d'atténuation – Concepts de protection IEMN-HA*. Publication fondamentale en CEM

3 Généralités

Une explosion nucléaire à haute altitude (supérieure à 30 km) engendre trois types d'impulsions électromagnétiques observées à la surface de la terre:

IEMN-HA initiale	(rapide);
IEMN-HA intermédiaire	(moyenne);
IEMN-HA finale	(lente).

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 2-11: Environment – Classification of HEMP environments

1 Scope

This part of IEC 61000 is applicable to the classification of high-altitude EMP (HEMP) electromagnetic environments. Its purpose is to help specify the immunity requirements of an item (e.g. equipment or subsystem) containing electrical or electronic parts to ensure that it will operate during and/or after exposure to a HEMP waveform. This part is primarily intended for those who are responsible for writing product immunity standards and/or other immunity standards. It provides basic guidance for the selection of immunity test levels for any component, device, equipment, subsystem or system which contains electrical circuits that may be disturbed by electromagnetic signals.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61000. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 61000 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(161):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 61000-2-9: *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 9: Description of HEMP environment – Radiated disturbance*. Basic EMC publication

IEC 61000-2-10: *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-10: Environment – Description of HEMP environment – Conducted disturbance*. Basic EMC publication

IEC 61000-5-3/TR: *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5-3: Installation and mitigation guidelines – HEMP protection concepts*. Basic EMC publication

3 General

A high-altitude (above 30 km) nuclear burst produces three types of electromagnetic pulses which are observed on the earth's surface:

early-time HEMP	(fast);
intermediate-time HEMP	(medium);
late-time HEMP	(slow).

Dans le passé, on s'est surtout intéressé à l'impulsion IEMN-HA initiale précédemment appelée simplement onde IEMN-HA. Nous utiliserons ici indifféremment les termes IEM à haute altitude ou IEMN-HA pour désigner les trois types d'impulsions. Le terme IEMN¹⁾ désigne de nombreuses catégories d'impulsions nucléaires IEM y compris celles qui sont produites par des explosions en surface (SREMP)²⁾ ou sur des systèmes spatiaux (SGEMP)³⁾.

La classification de l'environnement IEMN-HA présentée dans cette norme repose sur la description de l'environnement électromagnétique rencontré à des emplacements typiques au sein d'un système ou d'une installation. Cette approche est appropriée car l'environnement IEMN-HA est généré dans les couches supérieures de l'atmosphère et il est décrit à l'origine comme un environnement électromagnétique externe (à la fois rayonné et conduit; voir les CEI 61000-2-9 et CEI 61000-2-10). Pour les composants, les dispositifs, les appareils, les sous-systèmes ou les systèmes situés à l'intérieur d'une installation, les environnements conduits et rayonnés à leurs emplacements sont déterminés par l'importance de la protection fournie par les blindages électromagnétiques et/ou les points d'entrée conducteurs (PdE) présents dans l'installation ou l'enceinte.

4 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61000, les définitions suivantes s'appliquent.

NOTE Pour avoir une terminologie complète relative à la CEM, se reporter à la CEI 60050(161). Lorsque cela est applicable, les références au Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) sont indiquées.

4.1

affaiblissement

réduction d'amplitude (suite à une absorption et une diffusion) d'un champ électrique ou magnétique, d'un courant ou d'une tension; généralement exprimé en décibels

4.2

tension en mode commun

tension moyenne apparaissant entre tous les conducteurs dans un câble et une référence spécifiée, généralement la terre ou la masse [VEI 161-04-09, modifiée]

4.3

point d'entrée conducteur

conducteur pénétrant

fil électrique, câble ou autre objet conducteur, tel qu'une tige métallique, qui traverse une barrière électromagnétique

4.4

tension en mode différentiel

tension différentielle

tension entre deux conducteurs donnés d'un ensemble de conducteurs [VEI 161-04-08]

4.5

barrière électromagnétique

surface close d'un point de vue topologique réalisée pour limiter l'entrée de champs électromagnétiques et de transitoires conduits. La barrière est constituée par le traitement de la surface du blindage et des points d'entrée et elle enveloppe le volume protégé

¹⁾ IEMN: Impulsion Electromagnétique Nucléaire

²⁾ SREMP: Source Region EMP (impulsion électromagnétique nucléaire de la région source)

³⁾ SGEMP: Système Generated EMP (impulsion électromagnétique nucléaire générée par le système)

Historically, most interest has been focused on the early-time HEMP which was previously referred to as simply HEMP. Here we will use the term high-altitude EMP or HEMP to include all three types of waveforms. The term NEMP¹⁾ covers many categories of nuclear EMPs including those produced by surface bursts (SREMP)²⁾ or created on space systems (SGEMP)³⁾.

The classification of the HEMP environment presented in this standard is based on the description of the electromagnetic environment prevailing at typical locations within a system or installation. This approach is appropriate because the HEMP environment is generated in the upper atmosphere and is initially described as an external electromagnetic environment (both radiated and conducted; see IEC 61000-2-9 and IEC 61000-2-10). For components, devices, equipment, subsystems or systems located within an installation, the conducted and radiated environments incident at their locations are determined by the amount of protection provided by EM shields and/or conductive point of entry (PoE) elements present in the installation or enclosure.

4 Definitions

For the purposes of this part of IEC 61000, the following definitions apply.

NOTE – For a complete terminology relating to EMC, see IEC 60050(161). Where applicable below, references to the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) are indicated.

4.1 attenuation

reduction in magnitude (as a result of absorption and scattering) of an electric or magnetic field or a current or voltage; usually expressed in decibels

4.2 common mode voltage

mean voltage appearing between all of the conductors in a cable and a specified reference, usually earth or frame [IEV 161-04-09, modified]

4.3 conductive point-of-entry conductive port-of-entry penetrating conductor

electrical wire, cable or other conductive object, such as a metal rod, which passes through an electromagnetic barrier

4.4 differential mode voltage symmetrical voltage

voltage between any two of a specified set of active conductors [IEV 161-04-08]

4.5 electromagnetic barrier

topologically closed surface made to limit EM fields and conducted transients from entering the enclosed space. The barrier consists of the shield surface and points-of-entry treatments and encloses the protected volume

¹⁾ NEMP: Nuclear Electromagnetic Pulse

²⁾ SREMP: Source Region EMP

³⁾ SGEMP: System Generated EMP

4.6

compatibilité électromagnétique, CEM (abréviation)

aptitude d'un appareil ou d'un système à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement [VEI 161-01-07]

4.7

niveau de compatibilité (électromagnétique)

niveau maximal spécifié des perturbations électromagnétiques auquel on peut s'attendre que soit soumis un dispositif, un appareil ou un système fonctionnant dans des conditions particulières

NOTE En pratique, le niveau de compatibilité électromagnétique n'est pas un maximum mais peut être dépassé avec une faible probabilité. [VEI 161-03-10]

4.8

perturbation électromagnétique

phénomène électromagnétique susceptible de créer des troubles de fonctionnement d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système [VEI 161-01-05, modifiée]

4.9

brouillage électromagnétique

trouble apporté au fonctionnement d'un dispositif, d'une voie de transmission ou d'un système par une perturbation électromagnétique

NOTE Par perturbation et brouillage, on entend respectivement la cause et l'effet. [VEI 161-01-06 modifiée]

4.10

écran (électromagnétique)

boîtier électriquement continu pour une installation, une zone ou un composant utilisé pour affaiblir les champs électriques et magnétiques incidents à la fois par absorption et par réflexion

4.11

susceptibilité (électromagnétique)

inaptitude d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système à fonctionner sans dégradation en présence d'une perturbation électromagnétique

NOTE La susceptibilité est un manque d'immunité. [VEI 161-01-21]

4.12

immunité (à une perturbation)

aptitude d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système à fonctionner sans dégradation en présence d'une perturbation électromagnétique [VEI 161-01-20]

4.13

niveau d'immunité

niveau maximal d'une perturbation électromagnétique de forme donnée agissant sur un dispositif, un appareil ou un système particulier, pour lequel celui-ci demeure capable de fonctionner avec la qualité voulue [VEI 161-03-14]

4.14

I_{sc}

courant de court-circuit

4.6**electromagnetic compatibility, EMC (abbreviation)**

ability of an equipment or system to function satisfactorily in its electromagnetic environment without introducing intolerable electromagnetic disturbances to anything in that environment [IEV 161-01-07]

4.7**(electromagnetic) compatibility level**

specified maximum electromagnetic disturbance level expected to be impressed on a device, equipment or system operated in particular conditions

NOTE In practice the electromagnetic compatibility level is not an absolute maximum level but may be exceeded by a small probability. [IEV 161-03-10]

4.8**electromagnetic disturbance**

any electromagnetic phenomenon which may degrade the performance of a device, equipment or system [IEV 161-01-05, modified]

4.9**electromagnetic interference**

degradation of the performance of a device, transmission channel or system caused by an electromagnetic disturbance

NOTE Disturbance and interference are respectively cause and effect. [IEV 161-01-06, modified]

4.10**(electromagnetic) shield**

electrically continuous housing for a facility, area, or component used to attenuate incident electric and magnetic fields by both absorption and reflection

4.11**(electromagnetic) susceptibility**

inability of a device, equipment or system to perform without degradation in the presence of an electromagnetic disturbance

NOTE Susceptibility is a lack of immunity. [IEV 161-01-21]

4.12**immunity (to a disturbance)**

ability of a device, equipment or system to perform without degradation in the presence of an electromagnetic disturbance [IEV 161-01-20]

4.13**immunity level**

maximum level of a given electromagnetic disturbance incident on a particular device, equipment or system for which it remains capable of operating at a required degree of performance [IEV 161-03-14]

4.14 **I_{sc}**

short-circuit current

4.15

point d'entrée (PdE)

emplacement physique (point) dans une barrière électromagnétique par lequel l'énergie électromagnétique peut entrer dans un volume topologique ou en sortir sauf en présence d'un dispositif de protection adéquate du PdE. Un PdE est plus qu'un simple point géométrique. Les PdE sont classés en PdE d'ouverture ou PdE conducteurs en fonction du type de pénétration. Ils sont également classés en PdE architecturaux, mécaniques, structurels ou électriques selon le cadre architectural dans lequel on les rencontre le plus fréquemment.

4.16

lignes d'énergie

lignes provenant du secteur (tension alternative ou continue)

4.17

Q

facteur de qualité ou facteur d'amortissement d'une onde

4.18

efficacité de blindage

mesure de la réduction ou de l'affaiblissement de la puissance du champ électromagnétique dans un point de l'espace causé par l'installation d'un blindage entre la source et ce point. Mesure exprimée en général en décibels (dB)

4.19

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 considérée [VEI 161-02-01]

NOTE Une transitoire peut être une impulsion unidirectionnelle de l'une ou l'autre des polarités ou une onde oscillatoire amortie dont la première crête apparaît dans l'une ou l'autre des polarités.

4.20

V_{oc}

tension de circuit ouvert

4.21

tension de choc (progressive)

onde de tension transitoire se propageant le long d'une ligne ou d'un circuit et comportant une montée rapide de la tension suivie d'une décroissance plus lente de celle-ci [VEI 161-08-11]

NOTE Les paramètres temporels d'une tension de choc sont définis comme suit:

- temps de montée entre 10 % et 90 % de la valeur de crête (10 %/90 % temps de montée) selon le [VEI 161-02-05]; et
- durée à 50 % de la valeur de crête entre croissance et décroissance de l'onde (durée 50 %/50 %).

4.22

Z_s

impédance de source; en d'autres termes, l'impédance d'un générateur qui peut reproduire la tension de circuit ouvert et le courant de court-circuit désirés à une borne définie

5 Description des concepts de protection

Pour la classification de l'environnement IEMN-HA, on définit ci-dessous six concepts de protection principaux (voir la CEI 61000-5-3 pour plus d'informations). Les environnements extérieurs et les concepts de protection se combinent pour donner les niveaux d'environnement intérieurs qui sont appropriés pour les appareils ou les sous-systèmes placés à l'intérieur de ces zones de protection. Ces concepts sont décrits comme suit:

4.15**point-of-entry (PoE)****port-of-entry (PoE)**

physical location (point/port) on an electromagnetic barrier, where EM energy may enter or exit a topological volume, unless an adequate PoE protective device is provided. A PoE is not limited to a geometrical point. PoEs are classified as aperture PoEs or conductive PoEs according to the type of penetration. They are also classified as architectural, mechanical, structural or electrical PoEs according to the architectural engineering discipline in which they are usually encountered.

4.16**power lines**

lines originating from the power supply (alternating or direct voltage)

4.17**Q**

quality or damping factor of a waveform

4.18**shielding effectiveness**

measure of the reduction or attenuation in the electromagnetic field strength at a point in space caused by the insertion of a shield between the source and that point; usually expressed in decibels (dB)

4.19**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]

NOTE A transient can be a unidirectional impulse of either polarity or a damped oscillatory wave with the first peak occurring in either polarity.

4.20 **V_{oc}**

open-circuit voltage

4.21**voltage surge**

transient voltage wave propagating along a line or a circuit and characterized by a rapid increase followed by a slower decrease of the voltage [IEV 161-08-11]

NOTE The time parameters of a voltage surge are defined as follows:

- the rise time between 10 % and 90 % of the peak value (10 %/90 % rise time) according to [IEV 161-02-05]; and
- the duration at 50 % of the peak value between increase and decrease of the wave (50 %/50 % duration).

4.22 **Z_s**

source impedance; alternatively, the impedance of a generator that can reproduce the desired open-circuit voltage and short-circuit current at a defined terminal

5 Description of protection concepts

For the purposes of this HEMP environment classification, six major protection concepts are defined below (see IEC 61000-5-3 for additional details). The external environments and the protection concepts result in internal environment levels which are appropriate for equipment or subsystems that are placed within these protection zones. The concepts are described as:

Concept 1: Bâtiments ou structures non enterrés en bois, en briques ou en béton équipés de fenêtres et de portes de grande taille sans barres nervurées ou autre blindage réel. L'absence ou la présence d'une protection contre les effets conduits de la foudre (protection contre les surtensions sans filtrage) définissent les sous-concepts 1A et 1B, respectivement.

Concept 2: Bâtiments ou structures non enterrés en béton avec barres nervurées ou bâtiments ou structures en briques ou en béton enterrés. L'absence ou la présence d'une protection contre les effets conduits de la foudre (protection contre les surtensions sans filtrage) définissent les sous-concepts 2A et 2B, respectivement.

Concept 3: Enceinte blindée avec efficacité de blindage RF minimale. Boîtier d'appareil typique avec petites ouvertures. Protection nominale contre la pénétration de surtensions dues à la foudre et de perturbations électromagnétiques conduites (filtrage).

Concept 4: Enceinte blindée avec efficacité de blindage RF modeste et bonne masse au niveau de l'ensemble des PdE. Protection nominale contre la pénétration de surtensions dues à la foudre et de perturbations électromagnétiques conduites (filtrage).

Concept 5: Enceinte blindée avec bonne efficacité de blindage RF et protection des PdE (surtensions et filtrage).

Concept 6: Enceinte blindée avec efficacité de blindage RF de grande qualité et protection des PdE (surtensions et filtrage).

Les niveaux d'affaiblissement du champ électromagnétique décrits ci-dessous dans le tableau 1 doivent être évalués à des fréquences comprises entre 100 kHz et 30 MHz pour les concepts 1 et 2, et à des fréquences comprises entre 1 MHz et 200 MHz pour les concepts 3 à 6, en utilisant les méthodes décrites dans la CEI 61000-4-23 [2]⁴⁾.

Tableau 1 – Affaiblissement minimal nécessaire pour des environnements externes dans le domaine temporel (valeur crête) pour les six principaux concepts de protection

Concept	Affaiblissement minimal		
	dB		
	Champ électrique	Champ magnétique	Courant conduit
1A	0	0	0
1B	0	0	20
2A	20	20	0
2B	20	20	20
3	20	20	40
4	40	40	40
5	60	60	60
6	80	80	80

NOTE Les plages d'évaluation de fréquence pour les champs E et H sont comprises entre 100 kHz et 30 MHz pour les concepts 1 et 2 et entre 1 MHz et 200 MHz pour les concepts 3 à 6.

⁴⁾ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

Concept 1: Above-ground wooden, brick or concrete block building or structure with large windows and doors without rebar or other explicit shielding. Lack or presence of conducted lightning protection (overvoltage protection without filtering) defines subconcepts 1A and 1B, respectively.

Concept 2: Above-ground concrete building or structure with rebar or buried brick or concrete building or structure. Lack or presence of conducted lightning protection (overvoltage protection without filtering) defines subconcepts 2A and 2B, respectively.

Concept 3: Shielded enclosure with minimal RF shielding effectiveness. Typical equipment box with small apertures. Nominal lightning overvoltage and EMI conducted penetration protection (filtering).

Concept 4: Shielded enclosure with modest RF shielding effectiveness and good bonding at all PoEs. Nominal lightning overvoltage and EMI conducted penetration protection (filtering).

Concept 5: Shielded enclosure with good RF shielding effectiveness and PoE protection (overvoltage and filtering).

Concept 6: Shielded enclosure with high-quality RF shielding and PoE protection (overvoltage and filtering).

The EM field attenuation levels described below in table 1 are to be evaluated at frequencies between 100 kHz and 30 MHz for concepts 1 and 2 and at frequencies between 1 MHz and 200 MHz for concepts 3 to 6 using the methods described in IEC 61000-4-23 [2]⁴⁾.

Table 1 – Minimum required attenuation of peak time domain external environments for the six principal protection concepts

Concept	Minimum attenuation dB		
	Electric field	Magnetic field	Conducted current
1A	0	0	0
1B	0	0	20
2A	20	20	0
2B	20	20	20
3	20	20	40
4	40	40	40
5	60	60	60
6	80	80	80
NOTE Frequency evaluation ranges for E and H fields are 100 kHz to 30 MHz for concepts 1 and 2, and 1 MHz to 200 MHz for concepts 3-6.			

⁴⁾ Figures in square brackets refer to the Bibliography.

6 Classification des environnements, IEMN-HA initiale

Dans cet article, deux tableaux décrivent les environnements rayonnés et conduits en présence d'une IEMN-HA initiale ($t < 1 \mu s$) attendus à l'intérieur d'installations ou d'enceintes protégées selon les concepts définis précédemment. Les tableaux 2 et 3 indiquent le numéro du concept de protection dans la première colonne et les niveaux maximaux d'environnement possibles pour les appareils situés à l'intérieur sont indiqués dans les colonnes suivantes. Les valeurs de crête des ondes sont indiquées dans les tableaux et les informations sur les ondes sont données en notes. Dans le tableau 2, il est indiqué que l'impédance d'onde des champs est d'environ 377Ω . Dans le tableau 3, les courants de crête de court-circuit I_{sc} induits sur les lignes aériennes extérieures sont indiqués selon les niveaux de sévérité décrits pour l'environnement extérieur conduit dans la CEI 61000-2-10. Si les conducteurs qui entrent dans une installation sont enterrés sur les 20 derniers mètres avant leur entrée, les courants des lignes enterrées doivent être utilisés.

Tableau 2 – Classification des environnements rayonnés, IEMN-HA initiale

Concept	E^a V/m	H^a A/m
1A	5×10^4	133
1B	5×10^4	133
2A	5×10^3	13,3
2B	5×10^3	13,3
3	5×10^3	13,3
4	500	1,33
5	50	0,133
6	5	0,0133
^a L'onde temporelle est donnée sous la forme d'une impulsion unidirectionnelle: 2,5/25 ns.		

Dans le tableau 3 (et dans les tableaux 5 à 7 de cette norme) les environnements de mode commun conduit sont spécifiés. Il n'est pas possible de définir tous les cas de mode différentiel conduit avec précision, cependant l'application des mêmes valeurs pour les environnements de mode différentiel et mode commun donnera les résultats les plus défavorables.

6 Classification of environments, early-time HEMP

In this clause two tables are provided which describe the early-time ($t < 1 \mu\text{s}$) radiated and conducted environments expected to be present within facilities or enclosures protected according to the concepts defined earlier. Tables 2 and 3 indicate the protection concept number in the first column, and the maximum environment levels possible for equipment located inside are listed in subsequent columns. The peak values of the waveforms are indicated in the tables, and the waveform information is provided in the footnotes. In table 2, it is noted that the wave impedance of the fields is approximately 377Ω . In table 3, the peak short-circuit currents I_{sc} induced on external elevated lines are provided in terms of the severity levels described for the external conducted environment in IEC 61000-2-10. If conductors entering a facility are buried for the last 20 m before entering a facility, the buried-line currents shall be used.

Table 2 – Classification of radiated early-time HEMP environments

Concept	E ^a V/m	H ^a A/m
1A	5×10^4	133
1B	5×10^4	133
2A	5×10^3	13,3
2B	5×10^3	13,3
3	5×10^3	13,3
4	500	1,33
5	50	0,133
6	5	0,0133

^a Time waveform is given as a unidirectional pulse: 2,5/25 ns

In table 3 (and in tables 5-7 later in this standard) the common mode conducted environments are specified. It is not possible to define the differential mode conducted environments with precision for all cases, but applying the same values for the differential and common mode environments will provide worst-case results.

Tableau 3 – Classification des environnements conduits en mode commun, IEMN-HA initiale

Concept	Ligne aérienne I_{sc}			Ligne enterrée I_{sc}
	A			
	50 % ^a	90 % ^a	99 % ^a	
1A 1B	500 ^c 50 ^c	1 500 ^c 150 ^c	4 000 ^c 400 ^c	500 ^b 50 ^b
2A 2B	500 ^c 50 ^c	1 500 ^c 150 ^c	4 000 ^c 400 ^c	500 ^b 50 ^b
3	5 ^d	15 ^d	40 ^d	5 ^d
4	5 ^d	15 ^d	40 ^d	5 ^d
5	0,5 ^d	1,5 ^d	4 ^d	0,5 ^d
6	0,05 ^d	0,15 ^d	0,4 ^d	0,05 ^d
Tous les environnements conduits sont les courants globaux des câbles y compris les courants dans le blindage.				
^a Probabilité que ces courants soient inférieurs aux valeurs données.				
^b L'onde temporelle est donnée sous la forme d'une impulsion unidirectionnelle: 25/500 ns, $Z_s = 50 \Omega$.				
^c L'onde temporelle est donnée sous la forme d'une impulsion unidirectionnelle: 10/100 ns, $Z_s = 400 \Omega$.				
^d L'onde temporelle est une sinusoïdale amortie avec $f = 10 \text{ MHz}$, $Q = 15$, $Z_s = 100 \Omega$.				

7 Classification des environnements, IEMN-HA intermédiaire

Les tableaux 4 et 5 indiquent les environnements rayonnés et conduits en présence d'une IEMN-HA intermédiaire ($1 \mu s < t < 1$ s) selon le concept de protection. Les valeurs indiquées dans le tableau 5 s'appliquent aux lignes de grande longueur aériennes ou enterrées. Les valeurs indiquées dans le tableau 4 pour E et H reflètent l'impédance de l'espace libre (377Ω) pour le concept 1 uniquement. Pour les autres concepts, l'impédance est inférieure (120Ω).

Tableau 4 – Classification des environnements rayonnés, IEMN-HA intermédiaire

Concept	E ^a	H ^a
	V/m	A/m
1A 1B	100 100	0,27 0,27
2A 2B	10 10	0,08 0,08
3	10	0,08
4	1	8×10^{-3}
5	0,1	8×10^{-4}
6	0,01	8×10^{-5}
^a L'onde temporelle est donnée sous la forme d'une impulsion unidirectionnelle: 1/1 000 μs .		

Table 3 – Classification of conducted common-mode early-time HEMP environments

Concept	Elevated line I_{sc}			Buried line I_{sc}
	A			A
	50 % ^a	90 % ^a	99 % ^a	
1A	500 ^c	1 500 ^c	4 000 ^c	500 ^b
1B	50 ^c	150 ^c	400 ^c	50 ^b
2A	500 ^c	1 500 ^c	4 000 ^c	500 ^b
2B	50 ^c	150 ^c	400 ^c	50 ^b
3	5 ^d	15 ^d	40 ^d	5 ^d
4	5 ^d	15 ^d	40 ^d	5 ^d
5	0,5 ^d	1,5 ^d	4 ^d	0,5 ^d
6	0,05 ^d	0,15 ^d	0,4 ^d	0,05 ^d
All conducted environments are bulk cable currents, including shield currents.				
^a Probability that currents are smaller than the value shown. ^b Time waveform is given as a unidirectional pulse: 25/500 ns, $Z_s = 50 \Omega$. ^c Time waveform is given as a unidirectional pulse: 10/100 ns, $Z_s = 400 \Omega$. ^d Time waveform is a damped sinusoid with $f = 10$ MHz, $Q = 15$, $Z_s = 100 \Omega$.				

7 Classification of environments, intermediate-time HEMP

Tables 4 and 5 provide the intermediate-time ($1 \mu s < t < 1 s$) radiated and conducted environments as a function of protection concept. The values shown in table 5 apply to long lines that are elevated or buried. The values listed for E and H in table 4 reflect the impedance of free space (377Ω) for concept 1 only. For the other concepts the impedance is lower (120Ω).

Table 4 – Classification of radiated intermediate-time HEMP environments

Concept	E ^a V/m	H ^a A/m
1A	100	0,27
1B	100	0,27
2A	10	0,08
2B	10	0,08
3	10	0,08
4	1	8×10^{-3}
5	0,1	8×10^{-4}
6	0,01	8×10^{-5}
^a Time waveform is given as a unidirectional pulse: 1/1 000 μs .		

Tableau 5 – Classification des environnements en mode commun conduit en présence d'une IEMN-HA intermédiaire pour lignes de communication ou d'énergie

Concept	I_{sc}^a A	
	$L < 3 \text{ km}$	$L > 3 \text{ km}$
1A	200	400
1B	20	40
2A	200	400
2B	20	40
3	2	4
4	2	4
5	2	4
6	2	4
Tous les environnements conduits sont les courants globaux des câbles y compris les courants dans le blindage.		
^a Toutes les ondes temporelles sont données sous la forme d'une impulsion unidirectionnelle: 25/1 500 μs , $Z_s = 400 \Omega$.		

8 Classification des environnements, IEMN-HA finale

Le tableau 6 indique les champs électriques et les environnements conduits en présence d'une IEMN-HA finale ($t > 1 \text{ s}$) selon la longueur de câble externe. L'environnement IEMN-HA final est à une fréquence inférieure à 1 Hz et peut ainsi être analysé comme une source de tension continue. La tension totale induite de la ligne extérieure en circuit ouvert V_{co} se calcule en multipliant le champ crête de l'IEMN-HA finale de valeur 40 V/km par la longueur de la ligne en kilomètres. La résistance du circuit est calculée en utilisant la résistance de ligne par unité de longueur et toutes les impédances de charge (y compris la terre). On trouve le courant externe induit en divisant la tension induite par l'impédance du circuit et en tenant compte des prescriptions d'affaiblissement du tableau 1 jusqu'à 40 dB. L'exemple présenté dans le tableau 6 concerne les lignes de transport de grande longueur qui utilisent des transformateurs en étoile mis à la terre à chaque extrémité de la ligne. L'exemple donné au tableau 7 pour les lignes de télécommunication indique des valeurs inférieures dues aux résistances de fil supérieures.

Table 5 – Classification of conducted common-mode intermediate-time HEMP environments for power or communications lines

Concept	I_{sc}^a A	
	$L < 3$ km	$L > 3$ km
1A	200	400
1B	20	40
2A	200	400
2B	20	40
3	2	4
4	2	4
5	2	4
6	2	4
All conducted environments are bulk cable currents, including shield currents.		
^a All time waveforms are given as a unidirectional pulse: 25/1 500 μ s, $Z_s = 400 \Omega$.		

8 Classification of environments, late-time HEMP

Table 6 provides the late-time ($t > 1$ s) electric fields and conducted environments as a function of external cable length. The late-time environment has a frequency content below 1 Hz and can therefore be analysed as a d.c. voltage source. The total induced open-circuit external line voltage V_{oc} is found by multiplying the late-time HEMP peak field of 40 V/km times the length of the line in kilometers. The resistance in the circuit is computed using the line resistance per unit length and all load (including grounding) impedances. The induced external current is then found by dividing the induced voltage by the circuit impedance and by considering the attenuation requirements in table 1 up to 40 dB. The example shown in table 6 is for long power transmission lines which employ γ -grounded transformers at each end of the line. The example shown in table 7 for telecommunications lines indicates smaller values due to the higher wire resistances involved.

Tableau 6 – Exemple de classification de champ électrique et d'environnement conduit en mode commun, en présence de IEMN-HA finale pour une ligne de transport d'énergie à la terre

Concept	E ^a V/m	V _{oc} /I _{sc} ^a V/A		
		L = 10 ^b km	L = 30 ^b km	L = 100 ^b km
1A 1B	0,04 0,04	400/133 40/13,3	1 200/240 120/24	4 000/333 400/33,3
2A 2B	0,04 0,04	400/133 40/13,3	1 200/240 120/24	4 000/333 400/33,3
3	0,04	4/1,33	12/2,4	40/3,33
4	0,04	4/1,33	12/2,4	40/3,33
5	0,04	4/1,33	12/2,4	40/3,33
6	0,04	4/1,33	12/2,4	40/3,33
Tous les environnements conduits sont les courants globaux des câbles y compris les courants dans le blindage.				
^a Toutes les ondes temporelles de ce tableau sont données sous la forme d'impulsions unidirectionnelles: 1/50 s.				
^b Longueur de ligne en kilomètres avec la résistance par longueur d'unité égale à 0,1 Ω/km et de charges de 1 Ω à chaque extrémité.				

Tableau 7 – Exemple de classification de champ électrique et d'environnement conduit en mode commun en présence de IEMN-HA finale pour une ligne de télécommunication

Concept	E ^a V/m	V _{oc} /I _{sc} ^a V/A		
		L = 1 ^b km	L = 3 ^b km	L = 10 ^b km
1A 1B	0,04 0,04	40/1 4/0,1	120/1,2 12/0,12	400/1,3 40/0,13
2A 2B	0,04 0,04	40/1 4/0,1	120/1,2 12/0,12	400/1,3 40/0,13
3	0,04	0,4/0,01	1,2/0,012	4/0,013
4	0,04	0,4/0,01	1,2/0,012	4/0,013
5	0,04	0,4/0,01	1,2/0,012	4/0,013
6	0,04	0,4/0,01	1,2/0,012	4/0,013
Tous les environnements conduits sont les courants globaux des câbles y compris les courants dans le blindage.				
^a Toutes les ondes temporelles de ce tableau sont données sous la forme d'impulsions unidirectionnelles 1/50 s.				
^b Longueur de ligne en kilomètres avec la résistance par unité de longueur égale à 30 Ω/km et de charges de 5 Ω à chaque extrémité.				

Table 6 – Classification example of electric field and conducted common-mode late-time HEMP environment for a grounded power transmission line

Concept	E ^a V/m	V _{oc} // I _{sc} ^a V/A		
		L = 10 ^b km	L = 30 ^b km	L = 100 ^b km
1A	0,04	400/133	1 200/240	4 000/333
1B	0,04	40/13,3	120/24	400/33,3
2A	0,04	400/133	1 200/240	4 000/333
2B	0,04	40/13,3	120/24	400/33,3
3	0,04	4/1,33	12/2,4	40/3,33
4	0,04	4/1,33	12/2,4	40/3,33
5	0,04	4/1,33	12/2,4	40/3,33
6	0,04	4/1,33	12/2,4	40/3,33
All conducted environments are bulk cable currents, including shield currents.				
^a All time waveforms in this table are given as a unidirectional pulse: 1/50 s. ^b Line length in kilometres with the resistance per unit length equal to 0,1 Ω/km and loads of 1 Ω at each end.				

Table 7 – Classification example of electric field and conducted common-mode late-time HEMP environment for a telecommunication line

Concept	E ^a V/m	V _{oc} // I _{sc} ^a V/A		
		L = 1 ^b km	L = 3 ^b km	L = 10 ^b km
1A	0,04	40/1	120/1,2	400/1,3
1B	0,04	4/0,1	12/0,12	40/0,13
2A	0,04	40/1	120/1,2	400/1,3
2B	0,04	4/0,1	12/0,12	40/0,13
3	0,04	0,4/0,01	1,2/0,012	4/0,013
4	0,04	0,4/0,01	1,2/0,012	4/0,013
5	0,04	0,4/0,01	1,2/0,012	4/0,013
6	0,04	0,4/0,01	1,2/0,012	4/0,013
All conducted environments are bulk cable currents, including shield currents.				
^a All time waveforms in this table are given as a unidirectional pulse: 1/50 s. ^b Line length in kilometres with the resistance per unit length equal to 30 Ω/km and loads of 5 Ω at each end.				