

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE



BASIC EMC PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

**Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 2-5: Environment – Description and classification of electromagnetic
environments**

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 2-5: Environnement – Description et classification des environnements
électromagnétiques**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE



BASIC EMC PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

**Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 2-5: Environment – Description and classification of electromagnetic
environments**

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 2-5: Environnement – Description et classification des environnements
électromagnétiques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XF

ICS 33.100.20

ISBN 978-2-88912-521-0

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope and object.....	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions and abbreviated terms	12
3.1 Terms and definitions	12
3.2 Abbreviations	17
4 User's guide for this report	21
4.1 Approach.....	21
4.2 Rationale for classification system.....	23
4.3 Electromagnetic environment phenomena	24
4.4 Simplification of the electromagnetic environment database	24
5 Low-frequency electromagnetic phenomena	28
5.1 Conducted low-frequency phenomena	28
5.1.1 Harmonics of the fundamental power frequency.....	28
5.1.2 Power supply network voltage amplitude and frequency changes	30
5.1.3 Power supply network common mode voltages.....	32
5.1.4 Signalling voltages in power supply networks	35
5.1.5 Islanding supply networks.....	36
5.1.6 Induced low-frequency voltages	37
5.1.7 DC voltage in AC networks.....	37
5.2 Radiated low-frequency phenomena.....	37
5.2.1 Magnetic fields	37
5.2.2 Electric fields.....	39
6 High-frequency electromagnetic phenomena	40
6.1 Conducted high-frequency phenomena.....	40
6.1.1 General	40
6.1.2 Direct conducted CW phenomena	40
6.1.3 Induced continuous wave	42
6.1.4 Transients	43
6.2 Radiated high frequency phenomena.....	45
6.2.1 General	45
6.2.2 Radiated continuous oscillatory disturbances	46
6.2.3 Radiated modulated disturbances.....	47
6.2.4 Radiated pulsed disturbances.....	65
7 Electrostatic discharge	66
7.1 General.....	66
7.2 ESD currents.....	66
7.3 Fields produced by ESD currents	67
8 Classification of environments	68
8.1 General.....	68
8.2 Location classes.....	68
8.3 Residential location class	70
8.3.1 Description of residential locations	70
8.3.2 Equipment typical to the residential location	70
8.3.3 Boundaries relevant for equipment operated at residential locations.....	71
8.3.4 Interfaces and ports to residential locations	72

8.3.5	Attributes of residential locations	73
8.4	Commercial/public location class	74
8.4.1	Description of commercial/public locations	74
8.4.2	Equipment and interference sources existent in commercial/public locations	74
8.4.3	Boundaries relevant for equipment operated at commercial/public locations	74
8.4.4	Interfaces and ports to commercial/public locations	75
8.4.5	Attributes of commercial/public locations	75
8.5	Industrial location class	77
8.5.1	Description of industrial locations	77
8.5.2	Equipment and interference sources existent in industrial locations	78
8.5.3	Boundaries relevant for equipment operated at industrial locations	78
8.5.4	Interfaces and ports to industrial locations	79
8.5.5	Attributes of industrial locations	79
8.6	Types of power supply networks	81
8.7	Alterations in electromagnetic environments	83
8.8	Further conducted electromagnetic phenomena	83
8.8.1	Description of conducted phenomena other than in Clauses 4 and 5	83
8.8.2	REIN	84
8.8.3	SHINE	85
8.9	Mitigation aspects	85
8.10	Description of location classes with regard to the requirements of EMC basic standards	86
9	Principles of the selection of immunity levels	88
9.1	Approach	88
9.2	Uncertainties	89
9.2.1	Uncertainties in the test situation	89
9.2.2	Uncertainties in the application situation	89
9.2.3	Dealing with uncertainties	89
9.3	Dealing with high density sources	89
9.4	Criticality criteria	90
10	Disturbance levels of the various location classes	91
Annex A (informative)	Compatibility levels/disturbance levels for location classes	92
Annex B (informative)	Radiated continuous disturbances	102
Annex C (informative)	Review of the historical assignment of radiated disturbance degrees	109
Annex D (informative)	Radiated pulsed disturbances	115
Annex E (informative)	Power line telecommunications (PLT)	120
Bibliography		122
Figure 1	– Schematic of the two-step approach used for classification with phenomenon-oriented input tables and location-oriented output tables	22
Figure 2	– Ports of entry (POEs) of electromagnetic disturbances into equipment	23
Figure 3	– Typical voltage waveforms for dip and interruption (10 ms/horizontal division)	31
Figure 4	– Typical configuration of the converter in a PDS	33
Figure 5	– Voltage and current waveforms of each PDS portion (1 ms/horizontal division)	34

Figure 6 – Measured common-mode voltage at the input terminal of a converter	34
Figure 7 – Concept of location classes	69
Figure 8 – Situation for TN-C power installation systems	82
Figure 9 – Situation for TN-S power installation systems	83
Figure B.1 – Typical waveforms for radiated disturbances	102
Figure C.1 – Problem Geometry	110
Figure D.1 – The measured electric field and the electric field derivative from a cloud to ground lightning strike measured at a distance of 30 m	115
Figure D.2 – The measured electric field from an electrostatic discharge event at a distance of 0,1 m	116
Figure D.3 – The measured magnetic field (two measurements) from an electrostatic discharge event at a distance of 0,1 m	116
Figure D.4 – The measured electric field in kV/m vs. time in microseconds in a 500 kV power substation	117
Table 1 – Principal phenomena causing electromagnetic disturbances	25
Table 2 – Disturbance degrees and levels for harmonic voltages in power supply networks (in percentage to fundamental voltage, U_n/U_1)	30
Table 3 – Disturbance degrees and levels for voltage changes within normal operating range	31
Table 4 – Disturbance degrees and levels for voltage unbalance	32
Table 5 – Disturbance degrees and levels for power frequency variation	32
Table 6 – Disturbance degrees and levels for common mode voltages	35
Table 7 – Disturbance degrees and levels for signalling voltages in power systems (in per cent of nominal voltage)	36
Table 8 – Disturbance degrees and levels for low-frequency, common mode induced voltages in signal and control cables	37
Table 9 – Disturbance degrees and levels for low-frequency magnetic fields at various frequencies	38
Table 10 – Disturbance degrees and levels for low-frequency electric fields	39
Table 11 – Disturbance degrees and levels of induced CW voltages with respect to reference ground	42
Table 12 – Disturbance degrees and levels for conducted unidirectional transients in low-voltage AC power systems	44
Table 13 – Disturbance degrees and levels for conducted oscillatory transients in low-voltage AC power systems	45
Table 14 – Radiation sources	46
Table 15 – Disturbance degrees and levels for radiated continuous oscillatory disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m)	47
Table 16 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m), Amateur radio bands below 30 MHz	48
Table 17 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m), 27 MHz CB band	49
Table 18 – Disturbance degrees and levels for analogue communication services below 30 MHz	50
Table 19 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (analogue communication services above 30 MHz) disturbances (in V/m) and distance to source (m) ..	51
Table 20 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (mobile and portable phones) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m)	52

Table 21 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (base stations) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m)	53
Table 22 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (medical and biological telemetry items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m)	54
Table 23 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (unlicensed radio services) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (1).....	55
Table 24 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (unlicensed radio services) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (2).....	56
Table 25 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (amateur radio bands above 30 MHz) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m)	57
Table 26 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (paging service base station) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m)	58
Table 27 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (1).....	58
Table 28 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (2).....	59
Table 29 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (3).....	59
Table 30 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (4).....	60
Table 31 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (5).....	61
Table 32 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, Pk) and distance to source (in m) (6)	62
Table 33 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (RFID and railway transponder systems) disturbances (electric field in V/m, rms) and distance to source (in m).....	63
Table 34 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (RFID and railway transponder systems) disturbances (magnetic field in μ A/m, rms) and distance to source (in m)	64
Table 35 – Disturbance degrees and levels for radiated pulsed disturbances (rate of rise) and distance to source (in m).....	65
Table 36 – Disturbance degrees and levels for pulsed radiation (RADAR systems) disturbances (electric field in V/m, Pk) and distance to source (in m).....	66
Table 37 – Disturbance degrees and levels for pulsed disturbances (rate of rise) caused by ESD.....	67
Table 38 – Disturbance degrees and levels for radiated field gradients caused by ESD	67
Table 39 – Exemplary equipment present in the Residential location class	71
Table 40 – Attributes of the residential location class.....	73
Table 41 – Attributes of various types of the commercial/public location class	76
Table 42 – Attributes of various types of the industrial location class	80
Table 43 – Overview of phenomena versus basic standard, related table and chapter	87
Table A.1 – Disturbance levels in the residential location class.....	93
Table A.2 – Disturbance levels in the commercial/public location class	96
Table A.3 – Disturbance levels in the industrial location class.....	99
Table B.1 – Examples of field strengths from authorized transmitters.....	103
Table B.2 – Specifications of mobile and portable units	104
Table B.3 – Specifications of base stations	104
Table B.4 – Specification of other typical RF items	105

Table B.5 – Data regarding RFID technology	105
Table B.6 – Frequency allocations of TETRA system (in Europe)	106
Table B.7 – Amateur radiofrequencies (ITU region 1-3)	106
Table C.1 – Radiated disturbance degrees defined in Edition 1	109
Table D.1 – Data regarding RADAR systems	118
Table D.2 – Examples for civil RADAR systems	119

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61000-2-5:2011

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**Part 2-5: Environment –
Description and classification of electromagnetic environments**

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.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a Technical Report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC 61000-2-5, which is a technical report, has been prepared by technical committee 77: Electromagnetic compatibility.

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 1995 and constitutes a technical revision.

The significant technical changes with respect to the previous edition are the following:

- the description of the radiated electromagnetic environment has been done in more detail and the considered interference sources have been updated;
- the concept of location classes has been reviewed and modified;
- the disturbance levels for the various location classes have been reviewed, modified and the phenomena have been described in more detail.

The text of this Technical Report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
77/385/DTR	77/390/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 publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

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

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

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.

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 2-5: Environment – Description and classification of electromagnetic environments

1 Scope and object

Knowledge of the electromagnetic environment that exists at locations where electrical and electronic equipment and systems are intended to be operated is an essential precondition in the process of achieving electromagnetic compatibility. This knowledge can be obtained by various approaches, including a site survey of an intended location, the technical assessment of the equipment and system as well as the general literature.

This part of IEC 61000

- introduces the concept of disturbance degrees and defines these for each electromagnetic phenomena,
- classifies into various location classes and describes them by means of attributes,
- provides background information on the different electromagnetic phenomena that may exist within the environment and
- compiles tables of compatibility levels for electromagnetic phenomena that are considered to be relevant for those location classes.

This part of IEC 61000 is intended for guidance for those who are in charge of considering and developing immunity requirements. It also gives basic guidance for the selection of immunity levels. The data are applicable to any item of electrical or electronic equipment, sub-system or system that operates in one of the locations as considered in this Technical Report.

NOTE 1 It should be noted that immunity requirements and immunity levels determined for items of equipment which are intended to be used at a certain location class are not inevitably bound to the electromagnetic environment present at the location, but also to requirements of the equipment itself and the application in which it is used (e.g. when taking into account requirements regarding availability, reliability or safety). These could lead to more stringent requirements with respect to immunity levels or with respect to applicable performance criteria. These levels may also be established for more general purposes such as in generic and product standards, taking into account statistical and economic aspects as well as common experience in certain application fields.

NOTE 2 Electromagnetic phenomena in general show a broad range of parameters and characteristics and hence cannot be related one-to-one to standardized immunity tests which basically reflect the impact of electromagnetic phenomena by a well described test set-up. Nonetheless, this report follows an approach to correlate electromagnetic phenomena and standardized immunity tests up to a certain extent. This might allow users of this report to partly take into account standardized immunity tests such as given for example in the IEC 61000-4 series, when specifying immunity requirements.

The descriptions of electromagnetic environments in this report are predominantly generic ones, taking into account the characteristics of the location classes under consideration. Hence, it should be kept in mind that there might be locations for which a more specific description is required in order to conclude on immunity requirements applicable for those specific locations.

2 Normative references

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

IEC 60050(161):1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*
Amendment 1 (1997)
Amendment 2 (1998)

IEC 60118-4:2006, *Electroacoustics – Hearing aids – Part 4: Induction loop systems for hearing aid purposes – Magnetic field strength*

IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC/TR 61000-1-4:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-4: General – Historical rationale for the limitation of power-frequency conducted harmonic current emissions from equipment, in the frequency range up to 2 kHz*

IEC 61000-2-2:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems*

IEC 61000-2-3:1992, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 3: Description of the environment – Radiated and non-network-frequency-related conducted phenomena*

IEC 61000-2-4:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-4: Environment – Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

IEC 61000-2-8:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-8: Environment – Voltage dips and short interruptions on public electric power supply systems with statistical measurement results*

IEC 61000-2-9:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 9: Description of HEMP environment – Radiated disturbance*

IEC 61000-2-12:2003, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-12: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public medium-voltage power supply systems*

IEC 61000-2-13:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-13: Environment – High-power electromagnetic (HPEM) environments – Radiated and conducted*

IEC 61000-3-12:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-12: Limits – Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current >16 A and ≤ 75 A per phase*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
Amendment 1 (2007)
Amendment 2 (2010)

IEC 61000-4-4:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*
Amendment 1 (2010)

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-9:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-9: Testing and measurement techniques – Pulse magnetic field immunity test*
Amendment 1 (2000)

IEC 61000-4-10:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-10: Testing and measurement techniques – Damped oscillatory magnetic field immunity test*
Amendment 1 (2000)

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-12:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-12: Testing and measurement techniques – Ring wave immunity test*

IEC 61000-4-13:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests*
Amendment 1 (2009)

IEC 61000-4-14:1999, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-14: Testing and measurement techniques – Voltage fluctuation immunity test for equipment with input current not exceeding 16 A per phase*
Amendment 1 (2001)
Amendment 2 (2009)

IEC 61000-4-16:1998, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-16: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz*
Amendment 1 (2001)
Amendment 2 (2009)

IEC 61000-4-18:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-18: Testing and measurement techniques – Damped oscillatory wave immunity test*
Amendment 1 (2010)

IEC 61000-4-27:2000, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-27: Testing and measurement techniques – Unbalance, immunity test for equipment with input current not exceeding 16 A per phase*
Amendment 1 (2009)

IEC 61000-4-28:1999, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-28: Testing and measurement techniques – Variation of power frequency, immunity test for equipment with input current not exceeding 16 A per phase*
Amendment 1 (2001)
Amendment 2 (2009)

CISPR/TR 16-4-1:2009, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document the terms and definitions given in IEC 60050(161) as well as the following apply

NOTE For brevity, instead of repeating the wording "device, equipment or system", the term "item" is used in this report.

3.1.1

blackout

cutoff of electrical power, especially as a result of a shortage, a mechanical failure, or overuse by consumers

NOTE A power cut due to a short or long-term electric power loss in an area.

3.1.2

brownout

reduction or cutback in electric power, especially as a result of a shortage, a mechanical failure, or overuse by consumers

NOTE Reduction in the voltage of commercially supplied power. It is caused by the failure of the generation, transmission, or distribution system, or deliberately by the power utility when demand exceeds supply. The consumer may or may not notice the difference. In the worst case, damage may result.

3.1.3

burst

sequence of a limited number of distinct pulses or an oscillation of limited duration

[IEC 60050-161:1990, 161-02-07]

3.1.4

burst (in TDMA)

signals transmitted by a terminal in the form of a block of predetermined structure during a time interval allotted to the terminal by a TDMA protocol

[IEC 60050-725:1994, 725-14-15]

3.1.5

characteristic impedance of a medium

wave impedance for a travelling wave in a specific medium

[IEC 60050-705:1995, 705-03-23, modified]

NOTE The characteristic impedance of a homogeneous isotropic medium is given by $\eta_i = \sqrt{\mu/\epsilon}$,

where

μ is the permeability of the homogeneous isotropic medium, and
 ϵ is the permittivity of the homogeneous isotropic medium.

3.1.6**(electromagnetic) compatibility level**

specified electromagnetic disturbance level used as a reference level for co-ordination in the setting of emission and immunity limits

[IEC 60050-161:1990, 161-03-10]

NOTE 1 By convention, the compatibility level is chosen so that there is only a small probability that it will be exceeded by the actual disturbance level. However, electromagnetic compatibility is achieved only if emission and immunity levels are controlled such that, at each location, the disturbance level resulting from the cumulative emissions is lower than the immunity level for each device, equipment and system situated at this same location.

NOTE 2 The compatibility level may be phenomenon, time or location dependent.

3.1.7**disturbance degree**

specified, quantified intensity within a range of disturbance levels corresponding to a particular electromagnetic phenomenon encountered in the environment of interest

3.1.8**disturbance level**

amount of magnitude of an electromagnetic disturbance, measured and evaluated in a specified way

3.1.9**earth port**

cable port other than signal, control or power port, intended for connection to earth

3.1.10**electric field**

constituent of an electromagnetic field which is characterized by the electric field strength E together with the electric flux density D

[IEC 60050-121:1998, 121-11-67]

3.1.11**electromagnetic compatibility
EMC**

ability of a device, equipment or system to function satisfactorily in its electromagnetic environment without introducing intolerable electromagnetic disturbances to anything in that environment

[IEC 60050-161:1990, 161-01-07, modified]

3.1.12**electromagnetic disturbance**

any electromagnetic phenomenon which may degrade the performance of a device, equipment or system, or adversely affect living or inert matter

NOTE An electromagnetic disturbance may be electromagnetic noise, an unwanted signal or a change in the propagation medium itself.

[IEC 60050-161:1990, 161-01-05]

3.1.13

electromagnetic environment

totality of electromagnetic phenomena existing at a given location

NOTE 1 In general, this totality is time-dependent and its description may need a statistical approach.

[IEC 60050-161:1990, 161-01-01]

NOTE 2 It is very important not to confuse the electromagnetic environment and the location itself.

3.1.14

electromagnetic field

field, determined by a set of four interrelated vector quantities, that characterizes, together with the electric current density and the volumic electric charge, the electric and magnetic conditions of a material medium or of vacuum

NOTE The four interrelated vector quantities, which obey Maxwell equations, are by convention:

- the electric field strength, E ,
- the electric flux density, D ,
- the magnetic field strength, H ,
- the magnetic flux density, B .

[IEC 60050-121:1998, 121-11-61]

3.1.15

(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.

[IEC 60050-161:1990, 161-01-21]

3.1.16

enclosure port

physical boundary of the apparatus, through or on which electromagnetic fields may impinge

3.1.17

far field

region where the angular distribution of the electromagnetic field is independent of distance from the antenna

NOTE When the antenna dimensions are smaller than the wavelength, then this region is defined for $d > \lambda / 2\pi$, where d is the distance from the antenna and λ is the wavelength of the electromagnetic field.

3.1.18

high voltage

HV

- 1) in a general sense, the set of voltage levels in excess of low voltage
- 2) in a restrictive sense, the set of upper voltage levels used in power systems for bulk transmission of electricity

[IEC 60050-601:1985, 601-01-27]

3.1.19

immunity (to a disturbance)

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

[IEC 60050-161:1990, 161-01-20]

3.1.20**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

[IEC 60050-161:1990, 161-03-14]

3.1.21**islanding**

process whereby a power system is split into two or more islands

NOTE Islanding is either a deliberate emergency measure, or the result of automatic protection or control action, or the result of human error.

[IEC 60050-603:1986, 603-04-31]

3.1.22**ITU Regions**

the three geographic Regions defined within the Radio Regulations are as follows:

Region 1: Europe, Africa, the Middle East west of the Persian Gulf including Iraq, the former Soviet Union and Mongolia.

Region 2: The Americas, Greenland and some of the eastern Pacific Islands.

Region 3: most of non-former-Soviet-Union Asia, east of and including Iran, and most of Oceania.

[Radio Regulations]

3.1.23**location (EMC)**

position or site marked by distinguishing electromagnetic features

3.1.24**location class**

set of locations having a common property related to the types and density of electrical and electronic equipment in use, including installation conditions and external influences (see Annex A)

3.1.25**low voltage****LV**

set of voltage levels used for the distribution of electricity and whose upper limit is generally accepted to be 1 000 V AC

[IEC 60050-601:1985, 601-01-26]

3.1.26**magnetic field**

constituent of an electromagnetic field which is characterized by the magnetic field strength H together with the magnetic flux density B

[IEC 60050-121:1998, 121-11-69]

3.1.27**maximum burst power**

maximum instantaneous power achieved during a burst

3.1.28

medium voltage

MV

any set of voltage levels lying between low and high voltage

[IEC 60050-601:1985, 601-01-28]

NOTE The term medium voltage is commonly used for distribution systems with voltages above 1 kV and generally applied up to and including 52 kV. (See IEC 62271-1:2007-10.)

3.1.29

near field

region where the angular distribution of the electromagnetic field is dependent on the distance from the antenna

NOTE When the antenna dimensions are smaller than the wavelength, then this region is defined for $d < \lambda/2\pi$, where d is the distance from the antenna and λ is the wavelength of the electromagnetic field.

3.1.30

port

particular interface of the specified apparatus with the external electromagnetic environment (see Figure 1)

NOTE In some cases different ports may be combined.

3.1.31

power line telecommunications

PLT

use of existing in-building or network distribution power cabling as a metallic path for the distribution of data

NOTE Power line telecommunications is also known as broadband power line (BPL) and power line communication (PLC).

3.1.32

power port

port at which a conductor or cable carrying the primary electrical power needed for the operation (functioning) of an apparatus or associated apparatus is connected to the apparatus

3.1.33

signal port

port at which a conductor or cable intended to carry signals is connected to the apparatus

NOTE Examples are analogue inputs, outputs and control lines, data busses; antennas, communication networks, etc.

3.1.34

short interruption

sudden reduction of the voltage on all phases at a particular point of an electric supply system below a specified interruption threshold followed by its restoration after a brief interval

NOTE Short interruptions are typically associated with switchgear operations related to the occurrence and termination of short circuits on the system or on installations connected to it.

3.1.35**TN system**

power system that has one point directly earthed at the source, the exposed-conductive-parts of the installation being connected to that point by protective conductors

NOTE 1 There are three types of TN systems: TN-S, TN-C and TN-C-S.

NOTE 2 A description of power systems is given in IEC 60364-1.

3.1.36**unbalance factor**

in a three-phase system, the degree of unbalance expressed by the ratio (in per cent) between the rms values of the negative sequence (or the zero sequence) component and the positive sequence component of voltage or current

3.1.37**voltage change**

variation of the RMS or peak value between two consecutive levels sustained for definite but unspecified durations

NOTE Whether the rms or peak value is chosen depends upon the application, and which is used should be specified.

[IEC 60050-161:1990, 161-08-01]

3.1.38**voltage dip**

sudden reduction of the voltage at a particular point of an electricity supply system below a specified dip threshold followed by its recovery after a brief interval

NOTE 1 Typically, a dip is associated with the occurrence and termination of a short circuit or other extreme current increase on the system or installations connected to it.

NOTE 2 A voltage dip is a two-dimensional electromagnetic disturbance, the level of which is determined by both voltage and time (duration).

3.1.39**voltage fluctuation**

series of changes of RMS voltage evaluated as a single value for each successive half-period between zero-crossings of the source voltage

3.1.40**wave impedance**

for a sinusoidal electromagnetic wave, using complex notation, the quantity representing the electric field at a point divided by the quantity representing the magnetic field at the same point

[IEC 60050-705:1995, 705-03-22]

3.2 Abbreviations

AC	alternating current
AM	amplitude modulation
AMN	artificial mains network
ASD	adjustable speed drive (also variable speed drive)
AV	average
AVE	audio-visual equipment
CATV	communal antenna TV

CB	citizen band
CDMA	code division multiple access
CEPT	Conférence Européenne des administrations des Postes et des Télécommunications European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
CISPR	Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques Special International Committee on Radio Interference
CMA	constant modulus algorithm
CT	cordless telephony
CT-2	cordless telephone, second generation
CW	continuous wave
DC	direct current
DCCS	digital cross connect system
DCS	digital cellular system
DECT	digital enhanced cordless telecommunications
DTX	discontinuous transmission
DVD	digital versatile disc
DVR	digital video recorder
EDM	electro-discharge machining
EIRP	effective isotropic radiated power
EM	electromagnetic
EMC	electromagnetic compatibility
EN	Euro Norme European Standard
ERC	European Radiocommunications Committee
ERMES	European radio messaging system
ERP	effective radiated power
ESD	electrostatic discharge
ETSI	European Telecommunications Standardisation Institute
EU	European Union
EUT	equipment under test
FCC	Federal Communications Commission
FDD	frequency division duplex
FDMA	frequency division multiple access
FHSS	frequency hopping spread spectrum
FM	frequency modulation
FOMA	freedom of mobile multimedia access
FRS	family radio service
FSK	frequency shift keying
GMSK	Gaussian minimum shift keying
GSM	global system for mobile communications
HIPERLAN	high performance radio local area network

HEMP	high-altitude EM pulse
HPEM	high power EM
HVAC	heating, ventilation and air conditioning
IEC	International Electrotechnical Commission
iDEN	integrated dispatch enhanced network
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMT	international mobile telephone
ISM	industrial, scientific and medical
ISO	International Organization for Standardization
ITE	information technology equipment
ITU	International Telecommunications Union
JP	Japan
LAN	local area network
LF	low frequency
LPRS	low power radio service
Mbps	megabit per second
MRI	magnetic resonance imaging (also nuclear magnetic resonance)
MURS	multi-user radio service
N	neutral
NADC	North American digital cellular
OFDM	orthogonal frequency division multiplexing
PC	personal computer
PCC	point of common coupling
PDC	personal digital cellular
PDS	power drive system (also known as an adjustable speed drive or variable speed drive)
PE	indication for protective conductor
PEN	protective earth – neutral
PEP	peak envelope power
PHS	personal handy phone system
PK	peak
PLC	power line communications
PLT	power line telecommunications
PMR	public mobile radio
POCSAG	Post office code standard advisory group
PoE	ports of entry
POS	point of sale
PSD	power spectral density
PSTN	public switched telephone network
PV	photovoltaic
PVR	personal video recorder

PWM	pulse width modulated
RADAR	Radio Detection And Ranging
RF	radio frequency
RFID	radio frequency identification
rms	root mean square
RTTT	road traffic and transport telematics
SHF	super high frequency
SRD	short range device
SNR	signal to noise ratio
SSB	single side band
TDD	time domain division
TDMA	time domain multiple access
TETRA	terrestrial trunked radio
THD	total harmonic distortion
TN-C	T means direct connection of one pole to earth, N means direct electrical connection of the equipment to the earthed point of the power distribution system (in AC systems, the earthed point of the power distribution system is normally the neutral point or, if a neutral point is not available, a phase conductor); C means the neutral and protective functions are combined in a single conductor.
TN-S	T means direct connection of one pole to earth, N means direct electrical connection of the equipment to the earthed point of the power distribution system (in AC systems, the earthed point of the power distribution system is normally the neutral point or, if a neutral point is not available, a phase conductor), S means the neutral and protective functions are separate conductors.
TV	television
UHF	ultra high frequency
UK	United Kingdom
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UPCS	Unlicensed Personal Communications Services
UPS	uninterruptable power system
US	United States of America
UTP	unscreened twisted pair
UV	ultra violet
UWB	ultra wide band
VCR	video cassette recorder
VHF	very high frequency
WMTS	wireless medical telemetry service
WLAN	wireless local area network

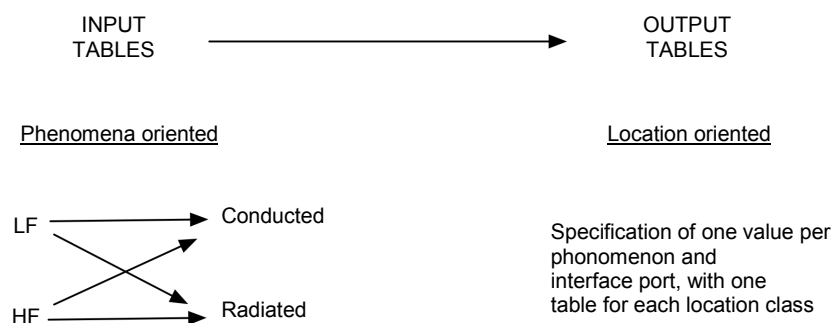
4 User's guide for this report

4.1 Approach

Classification of the electromagnetic environment is based on the classification or a description of the electromagnetic phenomena prevailing at typical locations, not on existing test specifications. However, given a choice among equal possibilities, harmonization with existing test specifications (if appropriate) will simplify the situation and promote easier acceptance of the recommendations. The definition of electromagnetic environment in IEC 60050(161) refers to “electromagnetic phenomena”. The term *disturbance degree* is used in this report to quantify the phenomena contributing to the electromagnetic environment and it is independent of any consideration of test levels. The term “severity level” is not used in this report to describe the environment, as it is reserved for specifying immunity *test levels* in other IEC publications.

Thus, the concept and term of electromagnetic phenomenon is the starting point for defining the environment and selecting disturbance degrees in a classification document. Clauses 5, 6 and 7 of this report are the first step of the process. Three basic categories of phenomena have been identified: low-frequency phenomena, high-frequency phenomena and electrostatic discharge. At the first stage, attributes of the phenomena (amplitudes, waveforms, source impedance, frequency of occurrence, etc.) are defined generically, and the expected range of disturbance degrees established. Then, at the second stage, ONE SINGLE value from that range has been identified as most representative for each phenomenon at a specific class of location and set forth as the compatibility level for that location class.

The process is illustrated in Figure 1, showing how two sets of tables are used: a set of input tables that are phenomena-oriented and establish a range of disturbance degrees for a given phenomenon, and a set of output tables that are location-oriented and propose a table for each class, with one value of compatibility level for each of the phenomena identified in the set of input tables.



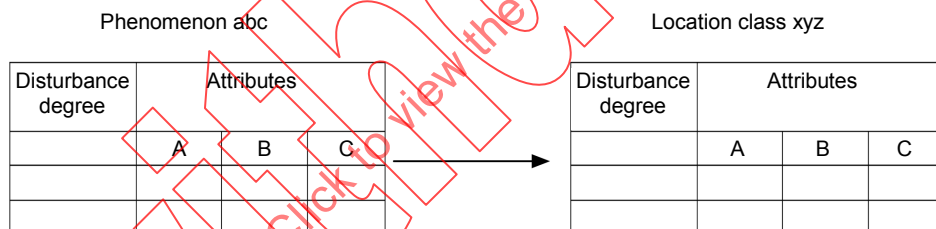
Classification according to the disturbance degrees, with one table for each phenomenon:

A = Controlled environment

1 =
 2 =
 3 =
 4 =
 ...

} Natural environment

X = Harsh environment



IEC 1118/11

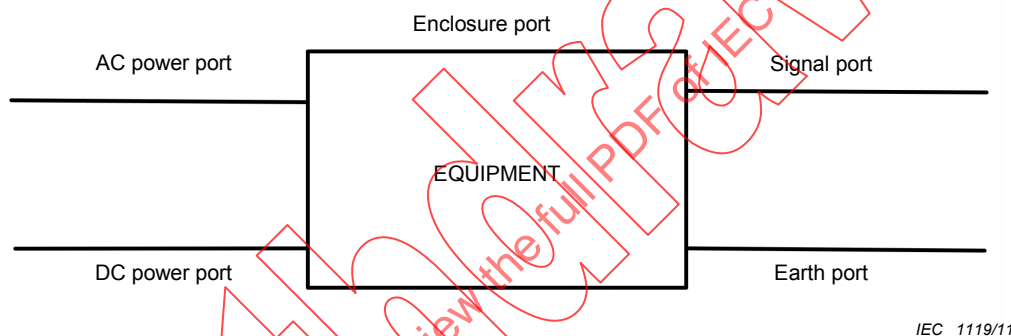
Figure 1 – Schematic of the two-step approach used for classification with phenomenon-oriented input tables and location-oriented output tables

Electromagnetic disturbances impinge on equipment by radiation or by conduction. A useful concept is to consider a set of ports, as shown in Figure 2, through which the disturbances enter (or exit) the equipment under consideration. The nature and degree of disturbing phenomena depends on the type of port, so that the tables in this report will take this into consideration. Electromagnetic radiated disturbances impinge on equipment from distant or close sources, hence the propagation and coupling can be governed by far-field or by near-field characteristics. Radiated disturbances that couple into the conductors connected to the equipment, but outside the equipment enclosure, become conducted disturbances. These are addressed under the various phenomena listed under conducted disturbances. The enclosure port shown in Figure 2 concerns only the radiated disturbances that enter the equipment through its envelope (either an actual barrier such as a shield, metallic cabinet, etc., or a physical barrier with no electromagnetic impact, such as a plastic housing).

The equipment shown in Figure 2 is a finished product with an intrinsic function for final use.

- The enclosure port is the physical boundary of the apparatus, which electromagnetic fields may radiate through or impinge upon. The equipment case is normally considered the enclosure port.
- The signal port is a cable carrying signals to or from the equipment or controlling the equipment. Examples are input/output (I/O) data/control lines, telecom lines, antenna cables, etc.
- The earth port is a cable connection other than a signal or power port, intended for connection to earth for functional or safety purposes.
- The power port is a conductor or cable connected to the equipment carrying the electrical power (AC or DC) needed for operation.

The significance of differentiating ports for conducted disturbances reflects the different types of phenomena that can occur in power systems versus communication systems, as well as the importance of earthing practices for each of the systems, as earth often serves as a reference for the equipment. For the purposes of this classification, the signal and control ports are considered similar and are therefore combined into the signal port. Users need to recognize that the values shown correspond to disturbances measured between the conductors of the specific systems, in what is described as a differential mode, a common mode or an asymmetrical mode.



IEC 1119/11

Figure 2 – Ports of entry (POEs) of electromagnetic disturbances into equipment

The final classification of environments into location classes and corresponding compatibility levels is discussed in Clause 8, with specific examples of location classes given in the tables of Annex A. In that respect three location classes have been identified in this report (see Figure 7). The attributes of these location classes are based on the significant electromagnetic characteristics of a location, rather than geographical or structural aspects. The location labels of the final classification imply specific definition of significant electromagnetic attributes. Classes of locations other than those listed in Annex A may be identified and added to the set as the need arises.

It should be noted that this classification is based on environment data collected up to 2010. The disturbance degrees shown in Annex A are offered as examples of compatibility levels for the guidance of product committees, not as immunity requirements. Those values are affected by uncertainties, and they may not cover extreme environments.

4.2 Rationale for classification system

The purpose of a classification system is to identify a limited set of parameters and associated values which may be chosen when identifying performance requirements. The purpose of such a system is primarily economic, in that it limits the number of variations in the number of types of equipment which a manufacturer may produce. It also identifies the need (if any) for appropriate interfaces.

The classification system proposed is rather exhaustive, and shows numerous electromagnetic phenomena. It does not necessarily mean that the immunity of a given item shall be tested against all these phenomena, but that a limited set of them may be chosen according to the environment of concern and inherent characteristics of the item.

4.3 Electromagnetic environment phenomena

The electromagnetic environment in which electrical and electronic items are expected to operate without interference is very complex. For the purpose of this classification, three categories of electromagnetic environment phenomena have been defined to describe all disturbances:

- electrostatic discharge (ESD) phenomena (conducted and radiated);
- low-frequency phenomena (conducted and radiated, from any source except ESD);
- high-frequency phenomena (conducted and radiated, from any source except ESD).

This distinction is necessary in order to recognize that electromagnetic disturbances occur in a particular medium. Formally, when dealing with the electromagnetic environment, the wavelength λ of the considered disturbance is the gauge for “long or large” and for “short or small”. An item is small or a line is short if the wavelength is much greater than its dimensions. Consequently, in that situation the frequency is low, as the frequency is inversely proportional to wavelength. An item is large or a line is long if the wavelength is much smaller than its dimensions. However, in the context of the present report and in accordance with the IEC EMC approach, the term low frequency applies to frequencies up to and including 9 kHz; the term high frequency applies to frequencies above 9 kHz.

Electromagnetic radiation in different locations may be a result of intentional or unintentional radiators and may include electromagnetic fields on frequencies from 0 Hz (static fields) to 400 GHz. Electromagnetic fields can be radiated from distant or close sources, hence the propagation and coupling can be governed by far-field or by near-field characteristics. The resulting field strength at a location is typically controlled by the radiated power, the distance from the radiator and coupling effectiveness. The frequency is also an important factor in order to describe electromagnetic fields at a location.

Radiated disturbances occur in the medium surrounding the equipment, while conducted disturbances occur in various metallic media. The concept of ports as shown in Figure 2, through which disturbances have an impact on the item, allows a distinction among these various media: 1) enclosure; 2) AC power mains; 3) DC power mains; 4) signal lines; 5) interface between items and earth or reference. The source, the coupling and the propagation characteristics depend on the type of medium. The final tables of Annex A show the compatibility levels for various location classes, and are structured along this concept of corresponding ports.

4.4 Simplification of the electromagnetic environment database

It is neither possible nor absolutely necessary to describe completely an electromagnetic environment. Consequently, any description is limited to certain properties of this environment. The first step of a description should be the selection of appropriate electromagnetic properties corresponding to the various phenomena that can create electromagnetic disturbances. Table 1 lists these phenomena. In this report, the boundary between low frequency and high frequency is generally understood as being 9 kHz; however, when addressing a type of disturbance prevailing in one frequency range with a small overlap into the other range, the boundary might be slightly shifted to keep the phenomenon within one descriptive range.

An appropriate selection is only valid if its purpose is also specified. Considering the many possible coupling mechanisms between an item and its electromagnetic environment, it becomes apparent that, in order to accurately assess the necessary level of immunity for any item, more information than is available about the environment would be needed. Accuracy of electromagnetic environment descriptions is necessarily limited, as follows:

- some aspects of the environment are disregarded because the information is not available;
- some aspects of the environment are disregarded because a classification system taking them into account would become too complex;
- a statistical approach may be necessary, in order to consider only those events for which the occurrence is likely.

The first two limitations are embedded in the selection of the disturbance types, while the statistical aspect appears in the definition of environment classes and the selection of a single value for compatibility levels, rather than a range of values.

Available databases at the time of elaboration of this report indicate the wide variety of conducted and radiated disturbances that can be expected to occur in the diverse environments encountered in the use of equipment. Evaluation by laboratory tests of the ability of equipment to withstand these environments, or of the effectiveness of mitigation methods, can be facilitated by a synthesis of the database. This synthesis leads to selecting a few representative disturbance phenomena that will make tests uniform, meaningful and replicable.

Table 1 – Principal phenomena causing electromagnetic disturbances

Phenomena		Table	Subclause
LF-conducted			
Power supply networks	Harmonics	2	5.1.1
	Voltage amplitude variations	3	5.1.2.1 a)
	Voltage dips	None	5.1.2.1 b)
	Voltage interruptions	None	5.1.2.1 c)
	Voltage unbalance	4	5.1.2.1 d)
	Voltage frequency variations	5	5.1.2.2
Power supply networks	Common mode voltages	6	5.1.3
	Signalling voltage 0,1 kHz to 3 kHz	7	5.1.4
	Induced LF	7	
	DC in AC networks	None	5.1.7
Signal and control cables	Induced LF (normal conditions)	8	5.1.6
	Induced LF (fault conditions)	8	5.1.6
LF magnetic field	DC	9	5.2.1
	Railway	9	5.2.1
	Power system	9	5.2.1
	Power system harmonics (n = harmonics)	9	5.2.1
	not power system related	9	5.2.1

Phenomena		Table	Subclause
LF electric field	DC lines	10	5.2.2
	Railway (16 2/3 Hz)	10	5.2.2
	Power system (50-60 Hz)	10	5.2.2
HF phenomena			
Direct-conducted CW	PLT (~2 MHz to 30 MHz)	None	6.1.2
HF-conducted induced CW	10 kHz – 150 kHz	11	6.1.3
	0,15 kHz – 150 MHz	11	6.1.3
Signalling voltage	3 kHz – 95 kHz	7	5.1.4
	95 kHz – 148,5 kHz	7	5.1.4
	148,5 kHz – 500 kHz	7	5.1.4
Unidirectional transients	Nanoseconds	12	6.1.4
	Microseconds, close	12	6.1.4
	Microseconds, distant	12	6.1.4
	Milliseconds	12	6.1.4
HF-conducted oscillatory transients	High frequency	13	6.1.4
	Medium frequency	13	6.1.4
	Low frequency	13	6.1.4
HF radiated			
Radiated CW	ISM Group 2	15	6.2.2

Phenomena		Table	Subclause
Radiated modulated	Mobile units GSM DCS1800 DECT	20	6.2.3.2
	Base stations	21	6.2.3.2
	Medical and biological telemetry items	22	6.2.3.2
	Unlicensed radio services	23 24	6.2.3.2
	Paging services (base station)	26	6.2.3.2
	RFID + Railway transponder	27 30 32 33 34	6.2.3.3
	Other RF items	18 19 27 28 29 30 31	6.2.3.2
	Amateur radio stations	16 25	6.2.3.1 6.2.3.2
	CB	17	6.2.3.1
	Radiated transients	35	6.2.4
	RADAR	36	6.2.4
	Slow	37 / 38	7.2 / 7.3
	Fast	37 / 38	7.2 / 7.3
	High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP)	Not considered in this report; for further information see IEC 61000-2-9	
	High Power Electromagnetic Pulse (HPEM)	Not considered in this report; for further information see IEC 61000-2-13	

To assist equipment designers and users in making appropriate choices in defining immunity test levels, the classification shows, for each phenomenon, only one compatibility level per class of location. The characterization of each phenomenon is presented in tabular form, from which a selection can be made. This approach gives a common base of reference for specifying immunity requirements for an item of equipment expected to be installed at various locations, and yet provides the appropriate degree of compromise between a conservative overdesign and a cost-conscious reduction of margins. The specification of these requirements for specific equipment remains the field of product standards and, therefore, cannot be addressed in the present report.

For a given equipment, the surrounding environment in which it is required to operate results from the presence and nature of disturbance sources, as well as from the installation conditions adopted. Typical installation practices take into consideration the mitigation which can be obtained by separation, shielding and suppression. Therefore, it is important to take into consideration the effect of these practices when suggesting disturbance degrees in specific locations where various installation practices are generally applied. This report assigns a representative degree for the various types of installations likely to be found at those locations.

The listing of disturbance degrees includes an "A" degree, for an environment where some mitigation or control might be necessary to satisfy specific requirements, and an "X" degree recognizing that in some situations exceptional conditions could prevail that need specific recognition. The "A" degree corresponds to a situation where the environment is somewhat controlled by the nature of the building, or installation practices inherent to a particular location class. The "X" degree corresponds to a degree of disturbance higher than is generally encountered.

As with any classification scheme, its value lies in its generality. This classification recognizes that there could be exceptional requirements associated with any specified location. The consequences of such an occurrence shall be taken into account in designing equipment for operation in a particular classification category. For example, a particular type of switching transient can occur infrequently in some location classes. Whether the equipment should be designed to be "immune" to this particular disturbance depends upon whether its effects are temporary (for instance, a reduction of reception quality that might be acceptable although undesirable), or permanent and unacceptable (equipment damage or malfunction with unacceptable consequences).

If no special performance requirement is expected at a given location, which is the general case, the procedure is reduced to:

- a) selecting the appropriate location class from those defined in Clause 8 and Annex A;
- b) selecting the required immunity in accordance with the principles stated in Clause 9.

The purpose of this Technical Report is not to specify immunity, but to allow product committees to make a selection on a rational and informed basis, without specifying equipment immunity. Data shown in the following tables are referred to well-known electromagnetic environment conditions, such as low-frequency phenomena or, in other cases, only proposed as representative levels for classification.

5 Low-frequency electromagnetic phenomena

5.1 Conducted low-frequency phenomena

5.1.1 Harmonics of the fundamental power frequency

Harmonic voltages of the fundamental power frequency exist on power supply networks. The source is harmonic currents of the fundamental power frequency that are injected into the power supply network by attached non-linear loads, where they are converted into voltages by the network impedance.

The number of non-linear loads that are utilised in residential, commercial and industrial locations has increased significantly in recent years. There are two types of non-linear loads.

- The very large number of small capacity loads (i.e. each consuming less than 1 kW), mostly single-phase loads that are found in the low voltage power distribution network. Such loads typically have rectifier input and include items such as household appliances, AVE, ITE, etc.

- The small number of large capacity loads (i.e. each consuming more than 1 kW) that may be found in low voltage, medium voltage and high voltage power distribution networks. Such loads include industrial power drive systems and other manufacturing devices.

For low voltage public supply networks, the main sources of harmonic voltages are the very large number of small capacity loads. IEC 61000-1-4 reviews the sources and effects of the emissions of power frequency conducted harmonic currents in the low voltage networks.

For low voltage, medium voltage and high voltage industrial power supply networks, the main sources of harmonic voltages are the small number of large capacity loads.

Harmonics from residential, commercial and industrial areas aggregate to disturb the voltage of the supply network. Table 2 shows:

- the disturbance levels for the individual voltage harmonic components;
- the *THD*,

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_n}{U_1} \right)^2} \quad (1)$$

where

U_n is the amplitude of the n^{th} harmonic of the fundamental power frequency;

U_1 is the amplitude of the fundamental power frequency.

NOTE 1 The definition of the *THD* recognises the fact that not all harmonic components will reach their peak amplitude simultaneously.

NOTE 2 Harmonics up to and including the 40th harmonic are considered, in conformity with IEC 61000-3-2.

Table 2 – Disturbance degrees and levels for harmonic voltages in power supply networks (in percentage to fundamental voltage, U_n/U_1)

Harmonic order	THD	Odd (non-multiple of 3)								Odd and multiple of 3					Even				
		5	7	11	13	17	19	23-25	>25	3	9	15	21	>21	2	4	6-10	>10	
Basic document		IEC 61000-2-2, IEC 61000-2-4 and IEC 61000-2-12																	
Disturbance degree																			
A (Controlled)		Case-by-case according to the equipment requirements																	
1		5	3	3	3	3	2	a	a	a	3	1,5	0,3	0,2	0,2	2	1	0,5	c
2		8	6	5	3,5	3	2	a	a	a	5	1,5	0,4	0,2	0,2	2	1	0,5	c
3		10	8	7	5	4,5	4	b	b	b	6	2,5	2	1,75	1	3	1,5	1	1
X(harsh)		Case-by-case according to the situation																	
NOTE 1 The disturbance degrees A, 1, 2, 3 and X correspond to the classes A, 1, 2, 3 and X defined in IEC 61000-2-4; see Clause 4.																			
NOTE 2 Class 1 applies to protected supply networks and has compatibility levels lower than those of public supply networks. It relates to the use of equipment that is very sensitive to disturbances in the power supply, for instance the instrumentation of technological laboratories, some automation and protection equipment, some computers, etc.																			
NOTE 3 Class 2 applies to low-voltage public supply networks (see IEC 61000-2-2). It may also apply to commercial and light industrial environments (small- and medium-size industrial plants, commercial buildings).																			
NOTE 4 Class 3 applies to industrial environments. It has higher compatibility levels than those of Class 2 for some disturbance phenomena. For instance, this class should be considered when any of the following conditions are met:																			
a major part of the load is fed through power converters; welding machines are present; large motors are frequently started; loads vary rapidly.																			
NOTE 5 Class X applies to arbitrarily defined environment e.g., strongly disturbed industrial power supply networks (steel plants, power stations, etc.).																			
The above levels correspond to those values that are not exceeded by 95 % of the 10 min mean rms values during each period of one week under normal operating conditions (taken from EN 50160).																			
a = $2,27 \times (17/n) - 0,27$ (where n is the order of the harmonic component)																			
b = $4,5 \times (17/n) - 0,5$ (where n is the order of the harmonic component)																			
c = $0,25 \times (10/n) + 0,25$ (where n is the order of the harmonic component)																			

5.1.2 Power supply network voltage amplitude and frequency changes

5.1.2.1 Amplitude change

The voltage amplitude of the 50/60 Hz power network can be subject to various disturbances.

- Continuous or randomly repeated and relatively rapid fluctuations within the normal operating range occur at a frequency ranging from 25 times per second to one time per minute. The most disturbing effect of such fluctuations is a flickering of lighting levels (mainly low-voltage incandescent lamps), causing physiological discomfort. Sources are generally industrial loads such as arc furnaces (HV network), welding machines (LV network) and switching of large loads or capacitor banks. Table 3 lists disturbance levels for voltage fluctuations within normal operating range.

Table 3 – Disturbance degrees and levels for voltage changes within normal operating range

Disturbance degrees	Basic standard
	IEC 61000-2-4
	Disturbance levels
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements
1	$\pm 8 \%$
2	$\pm 10 \%$
3	-15% to $+10 \%$
X (harsh)	Case-by-case according to the situation
NOTE 1 The disturbance degrees A, 1, 2, 3 and X correspond to the classes A, 1, 2, 3 and X defined in IEC 61000-2-4; see Clause 4.	
NOTE 2 -15% to $+10 \%$ may occur for a duration shorter than 60 s. For longer duration, range of -10% to $+10 \%$ applies.	

- b) Voltage dips last in most cases for less than 1 s. In areas supplied by overhead lines, the number of voltage dips can reach several hundreds per year, depending on the number of lightning strokes and other meteorological conditions in the area. In areas supplied by underground power cables an individual user of electricity connected at LV may be subject to voltage dips occurring at a rate that extends from around ten per year to about a hundred per year, depending on local conditions.
- c) Short supply interruptions with durations ranging up to 180 s also occur. Most of them are restored within 60 s. Interruptions lasting more than 180 s is no longer considered an EMC issue, but a blackout.
- d) Voltage unbalance can be caused by asymmetrical loads or large single-phase loads such as traction systems or single-phase furnaces. Table 4 shows the disturbance degrees.

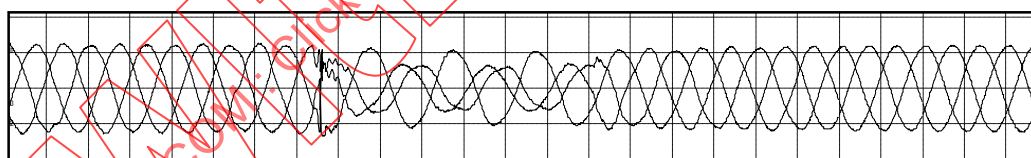


Figure 3a – Voltage dip

IEC 1120/11

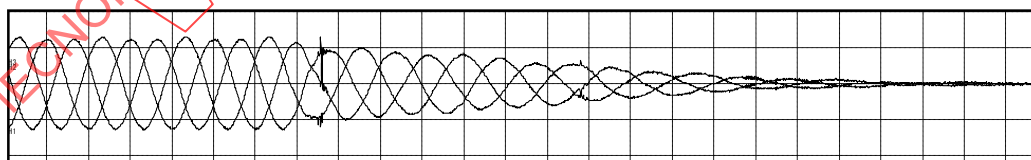


Figure 3b – Short supply interruption

IEC 1110/11

Figure 3 – Typical voltage waveforms for dip and interruption (10 ms/horizontal division)

NOTE 1 Voltage dips and short interruptions have various origins:

- short circuits in LV networks cleared by fuse operation (a few milliseconds);
- faults on MV and HV overhead lines or other equipment, followed or not followed by automatic reclosure (almost 70 ms to 1 000 ms);
- switching of large loads, especially motors and capacitor banks.

- Examples of voltage waveforms for voltage dip and short supply interruption are shown in Figure 3.

NOTE 2 The disturbance degrees and compatibility levels for these phenomena, i.e. voltage dips and short supply interruptions are not yet available. Further information and suitable immunity levels on these phenomena are given in the publications IEC 61000-2-2, IEC 61000-2-4, IEC 61000-2-8, IEC 61000-4-11 and IEC 61000-4-34.

Table 4 – Disturbance degrees and levels for voltage unbalance

Disturbance degrees	Basic standard
	IEC 61000-2-2, IEC 61000-2-4 and IEC 61000-2-12
	Disturbance levels
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements
1	2 %
2	2 %
3	3 %
X (harsh)	Case-by-case according to the situation
NOTE 1 The disturbance degrees A, 1, 2, 3 and X correspond to the classes A, 1, 2, 3 and X defined in IEC 61000-2-4; see Clause 4.	
NOTE 2 Levels are indicated for the ratio of the negative phase sequence component to the positive one.	

5.1.2.2 Frequency change

The fundamental frequency of a power supply network is generally very stable, varying by no more than 0,2 %. However, during network disturbances, the fundamental frequency of the power network can vary by up to 4 % (see Table 5).

Table 5 – Disturbance degrees and levels for power frequency variation

Disturbance degrees	Basic standard
	IEC 61000-2-2, IEC 61000-2-4 and IEC 61000-2-12
	Disturbance levels
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements
1	±1 Hz
2	±1 Hz
3	±1 Hz
X (harsh)	Case-by-case according to the situation
NOTE 1 The disturbance degrees A, 1, 2, 3 and X correspond to the classes A, 1, 2, 3 and X defined in IEC 61000-2-4; see Clause 4.	
NOTE 2 For isolated power networks, ±2 Hz applies.	

5.1.3 Power supply network common mode voltages

In power supply networks, both phase voltages and phase-to-phase voltages should be identified. Phase voltages correspond to the phase conductor voltages against the ground concerned. Phase-to-phase voltages can be regarded as “normal-mode (or differential-mode) voltages, while the common mode voltage is given by the average of the phase voltages. For poly-phase systems the common mode voltage equals to the neutral line voltage. Since the neutral line is usually grounded, relative current flows through the neutral conductor when the common mode voltage occurs.

A common mode voltage should be stationary in power supply networks. If high-frequency components are contained in it, insulation breakdown, increase of grounding current or noisy electromagnetic radiation may occur. An electric shock could also occur in the worst case.

Semiconductor power converters are widely adopted in industrial machines and distributed generators, such as PDS, PV generation etc. In many cases, these devices are connected to the power supply network directly, without transformers. This arrangement may change the common mode voltage of the input/output lines rapidly with the switching frequency. In the case of PWM converters, the frequency of the common mode voltage change can range from several hundred Hertz to over 100 kHz.

Figure 4 shows a typical configuration of the semiconductor converter in a PDS: a 3-phase AC network voltage is rectified to DC voltage by a diode-rectifier. For the purpose of simplifying the explanation, the neutral point of the AC network is assumed to be grounded. The DC voltage is further converted to a 3-phase AC voltage with adjustable frequency and amplitude by a PWM inverter. The output voltage feeds an induction or synchronous motor.

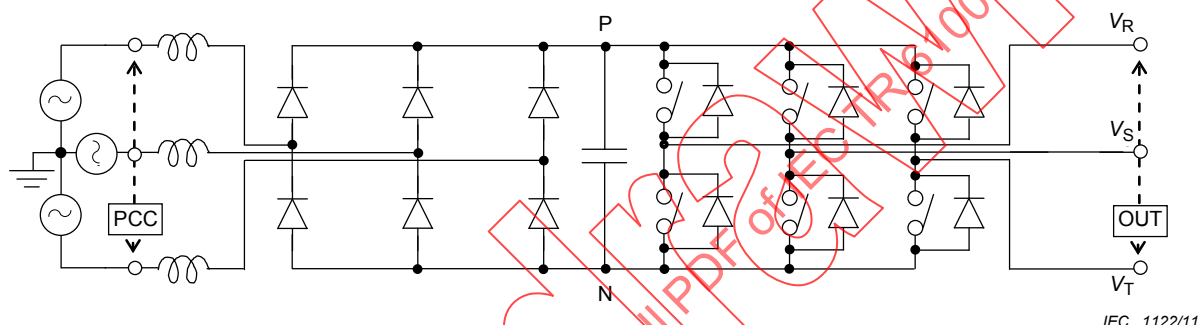
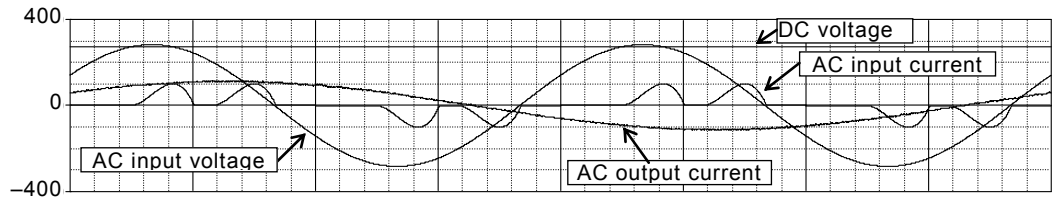


Figure 4 – Typical configuration of the converter in a PDS

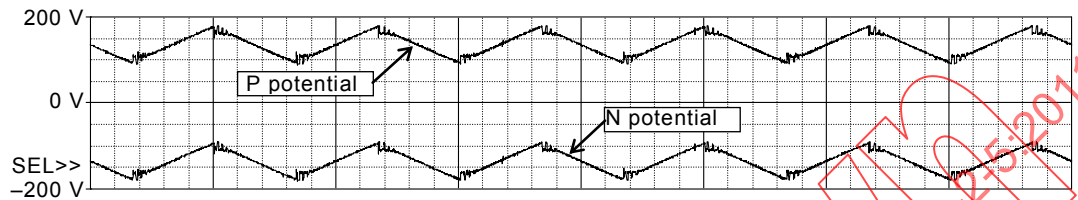
Figure 5 depicts an example of the voltage and current waveforms at each position in a PDS. The AC network frequency is 50 Hz. The PDS output frequency is 25 Hz. A representative AC input phase-to-phase voltage, a representative AC input phase current, the DC voltage and a representative AC output phase current are shown in of Figure 5a. The AC input phase current includes large harmonic components, whereas the AC output current is controlled to be almost sinusoidal. Figure 5b indicates both the DC positive pole (P) voltage potential from the ground and that of the negative pole (N). The DC line potential from the ground fluctuates at 150 Hz (50×3). The DC differential voltage fluctuates at 300 Hz (50×6), though this fluctuation is very small. Figure 5c displays the common mode (neutral) voltage of the converter output, which contains multiples of the PWM carrier frequency (5 kHz) components. The envelope of the common mode voltage follows the DC P and N potential voltages. It is the significant feature of PDS that the output common mode voltage is pulsating at the PWM carrier frequency although the output current gets almost sinusoidal.

One example of a measured PDS common mode voltage is introduced in Figure 6. The Figure was taken for between 150 kHz and 30 MHz through an AMN. The motor capacity was 3,7 kW and the switching frequency of the PDS was 14,5 kHz. Since a peak measuring receiver was used instead of a quasi-peak measuring receiver, the detected value would be several dB higher. It is found that about 100 dB(μ V) conducted common mode disturbance voltage is generated.



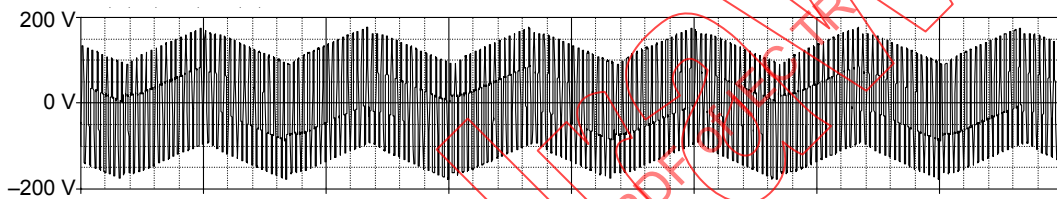
IEC 1123/11

Figure 5a – Waveforms of input and output currents, and link voltage



IEC 1124/11

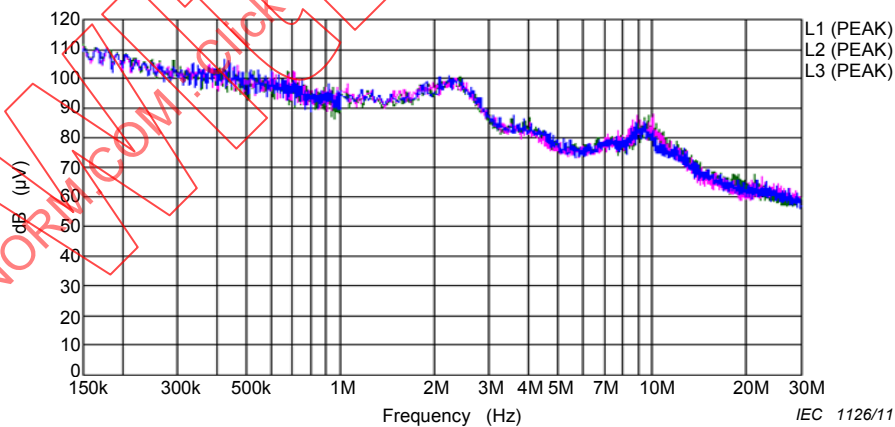
Figure 5b – DC link potential fluctuation



IEC 1125/11

Figure 5c – Common mode voltage of the converter output

Figure 5 – Voltage and current waveforms of each PDS portion (1 ms/horizontal division)



IEC 1126/11

NOTE The common mode voltage produced by a PDS causes various interferences.

- Rise of bearing current resulting in lifetime reduction.
- Surge voltage resulting in insulation deterioration of motor windings.
- Generation of stationary grounding current.
- Induced radio interference.

Figure 6 – Measured common mode voltage at the input terminal of a converter

Table 6 – Disturbance degrees and levels for common mode voltages

Disturbance degrees	Basic standard
	IEC 61000-4-16
	Disturbance levels
1	1 V
2	3 V
3	10 V
4	30 V
X (harsh)	Case-by case according to the situation
NOTE A more detailed description of the environments in terms of installation conditions or equipment under operation is given in Annex B of IEC 61000-4-16.	

5.1.4 Signalling voltages in power supply networks

Power supply networks are designed for the transmission of energy, but they can also be used for the transmission of information by 'mains signalling systems'. The relevant standardization documents consider three types of systems:

- ripple control systems that are used by electrical utilities in public supply networks, in the range of 100 Hz to 3 kHz, generally below 500 Hz, with signals up to 5 % of U_n under normal circumstances and up to 9 % of U_n in cases of resonance. These systems are used in some countries in Europe and elsewhere,
- power-line carrier systems used by electrical utilities in public supply networks, in the range 3 kHz to 95 kHz, with allowed signal levels up to 5 % of U_n . These signals are strongly attenuated in the network (>40 dB). These systems are used mainly in Europe, in the USA and are developing elsewhere,
- signalling systems for end-user premises (residential or industrial) in the range of 95 kHz to 148,5 kHz in Europe (ITU region 1), with allowed signal levels up to 0,6 % U_n or 5 % U_n , respectively. In the US and Japan the upper frequency is 500 kHz, with allowed signal levels between 2 mV and 0,6 mV.

**Table 7 – Disturbance degrees and levels for signalling voltages
in power systems (in per cent of nominal voltage)**

Disturbance degrees	Frequency range in kHz			
	0,1 - 3	3 - 95	95 - 148,5	148,5 - 500
	Disturbance levels			
A (controlled) ^a	Case-by-case according to the equipment requirements			
1 ^b	0,1 kHz to 0,5 kHz: 5 % U_n 0,5 kHz to 3 kHz: 5 % U_n to 1,3 % U_n	3 kHz to 9 kHz: ^d 9 kHz to 95 kHz: 5 % U_n	General: 0,6 % U_n Industrial areas: 5 % U_n	2 to 0,6 (mV, not %)
X (harsh) ^c	Case-by-case according to the situation.			
NOTE 1 Degree A: residual signals might exist, coupled from adjacent systems where intentional signals might be present. For this degree, in contrast with other tables, degree A is not a controlled environment. Furthermore, some types of installations might offer some degree of protection against this disturbance phenomenon. In case of disturbing over-spill from adjacent networks, it might be necessary to install blocking or absorbing circuits. NOTE 2 Degree 1: for the range 0,1 kHz to 3 kHz, the values correspond to normal injection levels in actual installations. For the other ranges, the values indicate the maximum allowed injection level measured on a reference impedance. These values are only applied in ITU region 1, and other values might be used in ITU region 2 or 3. NOTE 3 Degree X: normally the signals are more or less attenuated in the network. However, in certain cases of resonance the signals may be enhanced. In the range 0,1 kHz to 3 kHz, a maximum of 9 % U_n is allowed.				
^a Network without signalling. ^b Emission level, near to the transmitter. ^c Special cases (resonances). ^d No data available.				

5.1.5 Islanding supply networks

The term islanding describes the process whereby a power system is split into two or more islands. Islanding mainly occurs when either a deliberate emergency measure or an automatic protection/control action is taken. If the scale of an islanding network is relatively small, its power frequency fluctuation and voltage fluctuation can be larger than usual.

To protect installations like hospitals, server farms, shopping centres and warehouses during 'black outs' or 'brown outs', most of these installations have an independent backup system for their power supply. This is done by either a backup generator or a UPS. When the backup system is in operation, the fluctuation in both the power frequency and the voltage amplitude can be larger than the normal conditions specified in previous clauses.

Islanding is not limited to the situations mentioned above. For some environments the situation of a relatively small power supply network can be the normal situation. Examples of such environments include:

- a small island, town or house that is physically isolated from a public distribution network and hence has a separate, independent power supply network that is driven by diesel generator, photovoltaic power system or other power source;
- a vessel (ship or aircraft) or off-shore installation.

In these situations the normal power quality conditions may not exist. It is recommended for small power networks that a case-by-case assessment be performed to determine the various aspects of power quality.

5.1.6 Induced low-frequency voltages

Low-frequency currents in cables might (according to actual currents, physical layout, cable type and other parameters) induce low-frequency common mode voltages into adjacent cables. The coupling impedance varies according to the proximity of the cables and the effective parallel length.

Table 8 describes induced common mode voltages. Differential-mode voltages may also occur and are strongly dependent on the type of cable and termination.

Table 8 – Disturbance degrees and levels for low-frequency, common mode induced voltages in signal and control cables

Disturbance degrees	Phenomena (sources) and basic standard		
	Power distribution and mains cables carrying network frequency and harmonics under normal operating conditions IEC 61000-4-16		Fault condition in power system IEC 61000-4-16
	Disturbance levels		
	50 Hz to 1 kHz ^b	1 kHz to 20 kHz	50 Hz to 1 kHz
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements		
1	0,05 - 1	0,05	100
2	0,15 - 3	0,15	300
3	0,5 - 10	0,5	1 000
4	1 - 20	1	3 000 ^c
X (harsh)	Case-by-case according to the situation		
NOTE Values in V, rms.			
^a Values may be limited by ITU-T or other mandated mitigation methods.			
^b Level of disturbance decreases as frequency increases in range shown.			
^c May be limited by sparkover of clearances. On insulated ground circuits, higher voltages might occur.			

5.1.7 DC voltage in AC networks

DC voltage in AC networks is caused primarily by geomagnetic storms that may induce high levels of quasi-DC currents in the high voltage network. DC currents as high as hundreds of amperes have been measured in high voltage networks, thereby reducing voltages of up to 10 % of rated voltage for times of hundreds of seconds. In addition, harmonics are created in transformers, which propagate throughout the power network. As these events are rare (once per year) and regional (Northern and Southern latitudes), it is recommended that these events be considered as a very low probability at a particular location. It is noted that under severe circumstances, a voltage collapse of the entire power network can result.

It is difficult to assign a precise disturbance level to this rare phenomenon, however, class 3 harmonic levels in Table 2 and class 3 voltage fluctuations in Table 3 could be considered as appropriate for all locations connected to the public power supply network.

5.2 Radiated low-frequency phenomena

5.2.1 Magnetic fields

Magnetic fields in the power frequency range are produced by several types of sources:

- nearby power cables and lines, in particular overhead power lines
- stray fields from transformers

- bus bar systems
- switchgear installations
- power system apparatus, such as power drive systems, rectifiers, generators, etc.

In the case of power cables, magnetic fields might occur also due to common mode currents, depending on the type of the power supply system (e.g. in the case of TN-C systems, see 8.6).

The frequencies or frequency ranges to be considered depend on the type of sources existing at the location under consideration and comprises:

- DC
- Frequencies of railway traction system (e.g. DC, 16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz, ...)
- Fundamental frequency of power supply systems
- Harmonics occurring in a power system
- Frequencies not related to power systems

Significant magnetic fields at harmonic frequencies appear only in special circumstances, e.g. in the presence of power electronic systems.

Case-by-case consideration is required in presence of particular nearby high power equipment (electrolysis, generators, etc.), within high power installations (switchyards, power stations, etc.) or for particular types of equipment (Magnetic Resonance apparatus, induction heating, etc.). Table 9 quantifies the magnetic fields from various low-frequency sources.

Table 9 – Disturbance degrees and levels for low-frequency magnetic fields at various frequencies

Disturbance degree	Phenomena (sources)				
	DC ^a	Railway frequency 16-2/3 ^b	Power system frequency 50/60 Hz ^c	Harmonics of power system 0,1-3 kHz ^d	Not related to power systems ^e
	Disturbance levels				
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements				
1	3	1	3	3/n	0,015
2	10	3	10	10/n	0,05
3	30	10	30	30/n	0,15
4	100	30	100	100/n	0,5
X (harsh)	Case-by-case according to the situation				
NOTE Values in A/m, DC or rms.					
^a In addition to earth magnetic field of about 20 A/m to 60 A/m, depending on location, at 1 m above ground.					
^b At 20 m from the track. The fields increase considerably the closer they get to the tracks. 1 A/m at 20 m, 1 m above ground, corresponds to a locomotive of about 3 000 kW. Some types of railway track signalling systems can also give rise to field strengths greater than level 1.					
^c For overhead lines, measured at 1 m above ground. For household or commercial environments, measured at 0,3 m from the source, the magnetic field has a range of magnitude of 1 A/m to 10 A/m.					
^d Where n is the order of the harmonic.					
^e Where audio-frequency inductive loops are present, the long-term average field strength in the frequency range 100 Hz to 5 kHz may be 0,1 A/m (level 3), see IEC 60118-4.					

5.2.2 Electric fields

Significant electric fields appear in the vicinity of conductive structures that have a high voltage with respect to ground potential or with respect to other conductive structures. Typical situations are for example high voltage overhead power lines or air-insulated substations. Considering a potential impact by electric fields, cables are much less important than overhead lines due to the fact that both, the metallic coating and the soil isolate the electric field nearly totally.

The electric field strength increases proportional to the nominal voltage of the high-voltage conductors. The electric field strength at 1 m height above ground under typical high-voltage overhead lines ranges from a few kV/m to approximately 15 kV/m for voltage levels from 110 kV up to 750 kV.

Equipment that is located within buildings experience much lower electric field strength because buildings provide a reduction factor of 10 to 20, or an even higher attenuation if such buildings are mainly constructed with conductive elements.

Electric fields caused by household appliances are generally very small and are existent in the close proximity to the surface of such appliances.

Table 10 quantifies the electric fields from various low-frequency sources.

Table 10 – Disturbance degrees and levels for low-frequency electric fields

Disturbance degrees	Phenomena (sources)		
	DC lines (Transmission or traction)	Railway frequency 16 2/3 Hz lines ^a	Power frequency 50/60 Hz lines
	Disturbance levels		
A (controlled)	Case-by-case according to the requirements		
1	0,1	0,1	≤0,1 ^b
2	1,0	0,3	≤1,0 ^c
3	10	1,0	≤10 ^d
4	20	3,0	≤20 ^e
X (harsh)	Case-by-case according to the situation		
NOTE Values in kV/m, DC or rms; values are typical for a height of 1 m above ground.			
^a Applicable also to railway systems with fundamental power frequencies other than 16 2/3 Hz.			
^b Residential environment, far from overhead lines.			
^c Outdoor, below overhead lines up to 30 kV and indoor, below overhead lines up to 765 kV.			
^d Outdoor, below overhead lines up to 400 kV.			
^e In HV stations up to 400 kV and below overhead lines up to 765 kV.			

NOTE 1 Information about electric field coupling is given in IEC 61000-2-3.

NOTE 2 There is no basic immunity standard available that reflects this kind of electromagnetic stress because: significant low-frequency electric fields occur in some specific situations; and the amount of electromagnetic disturbances coupled into equipment by this phenomenon is generally low that in most cases no harmful interference is produced.

6 High-frequency electromagnetic phenomena

6.1 Conducted high-frequency phenomena

6.1.1 General

This type of disturbance is generally considered as occurring within the set of conductors of a system, either in the power supply (AC or DC) or the signal lines of the many types used in modern equipment. A frequent situation is that these systems are implemented by separate organizations or different individuals, without consideration of voltage differences that might occur between physically close conductors of different systems, hence the consideration of ground coupling path (or reference) is one of the media in which a disturbance can occur.

These disturbances can be divided into two major types, each characterized by a set of attributes, as follows.

– Continuous phenomena (induced CW) attributes:

- | | | |
|--|---|---------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • amplitude • frequency • modulation ▪ source impedance | } | voltage
and
current |
|--|---|---------------------------|

– Transient phenomena (unidirectional or oscillatory) attributes:

- | | | |
|--|---|---------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • rate of rise • - duration • - amplitude • - spectrum • rate of occurrence • frequency • source impedance • energy potential | } | voltage
and
current |
|--|---|---------------------------|

When a cable contains an imperfect external shield such as a braid, incident electromagnetic fields will induce voltages and currents (depending on loads) on the external shield relative to the ground (common mode coupling). Due to transfer impedance and admittance terms for a given cable, there can be leakage into the interior cable wiring, inducing voltages and currents (depending on loads) between pairs of wires (differential mode coupling). This simple example describes the conversion process. It should be noted that differential mode signals can also be converted to common mode signals in the reverse process, creating electromagnetic emissions from the common mode currents.

This clause provides a detailed table for each of the conducted disturbances (continuous or transient) listed in table 1. Each table gives appropriate degrees that will be selected for a definition of the environment at the various location classes.

6.1.2 Direct conducted CW phenomena

6.1.2.1 General

There are a number of devices that produce direct conducted CW phenomena as a result of their intended function. Generally, these devices make a limited contribution to the electromagnetic environment due to their low deployment density and/or time-limited use. An example of such a device is the baby alarm that uses the home LV power distribution infrastructure to connect the two parts of the baby alarm system: such a device is limited in application (i.e. used only within houses with new-born children) and limited in time (typically being used for a few hours each day during the first few months of the child's life).

PLT is however very different: it has the potential for high deployment densities and permanent (i.e. 'always on') use. Hence the following sub clause specifically addresses this technology.

6.1.2.2 PLT

At the time of publication of this Technical Report, PLT technology is not a standardised technology, rather it is a proprietary technology developed separately by a number of manufacturers. Hence a number of key technology parameters differ between manufacturers and have been subject to some change over time and may continue to change. Such key parameters include:

- the frequencies over which the technology transmits/receives;
- the PSD at which transmission is launched onto the LV power distribution installation;
- power management ability (i.e. is the technology ‘always on’ – i.e. transmitting constantly, even when there is no data payload to transfer – or can the technology cease transmission during such times and enter a low-power mode?);
- the digital modulation scheme employed.

Generally the technology transmits over a frequency band between ~2 MHz and 30 MHz.

Also, the technology has not yet reached the level of maturity associated with a set of open interoperability requirements: hence the only items that can be expected to interoperate are those from the same manufacturer that employ exactly the same variant.

6.1.2.3 ‘In-home’

‘In-home’ PLT systems are designed to exploit a building’s existing LV power distribution installation as a common data bus to enable the bi-directional transfer of digital data at rates up to ~ 100 Mbps. This exploitation of existing building installation is a significant benefit, as it avoids the invasive and disruptive installation of a purpose-build data transfer network and allows individual items to be networked together within the same building. The data being transferred can originate from outside the building: PLT can therefore be used to distribute high-speed internet services delivered to the building via traditional UTP telephony cable, co-axial TV cables or optical fibre connection. The data being transferred can also originate from within the building: PLT can therefore be used to allow PCs to communicate with various peripherals such as shared printing resources, shared storage resources etc.

Transfer of data is achieved by the location of a minimum of two terminal items at power sockets connected to the LV power distribution installation.

PLT technology creates both a conducted and radiated disturbance to the local electromagnetic environment.

The first conducted disturbance arises as a result of the technology’s treatment of the LV power distribution installation as a common data bus: all other electrical and electronic items connected to the building’s LV power distribution installation will be exposed to a simultaneous common mode and differential-mode conducted disturbance through the AC port. The differential-mode generally dominates, as this is the intentionally launched transmission (albeit attenuated as a result of its propagation along the LV power distribution installation); the common mode disturbance is generally of a lower disturbance level, since this arises as a result of modal conversion of the launched differential-mode disturbance by the unbalance about earth of the LV power distribution installation.

The second conducted disturbance arises as a result of electromagnetic coupling between a building’s internal LV power distribution installation and its telephony distribution installation: all other items connected to the building’s telephony distribution installation (i.e. voice telephony items, data modems, fax machines etc.) will be exposed to a simultaneous common mode and differential-mode conducted disturbance through the signal port. The common mode disturbance generally dominates, as this is the result of the coupling between the power and telephony distribution installation; the differential-mode disturbance is generally of lower disturbance level, since this arises as a result of modal conversion of the coupled common mode disturbance by the unbalance about earth of the telephony distribution installation.

Both conducted disturbances are able to propagate along the external LV distribution and telephony installation connected to the building. Depending upon the topology of these external networks, these disturbances may be able to propagate to adjacent buildings, where it is possible that they may interfere with in-home PLT equipment from other manufacturers.

The radiated disturbance is produced by the common mode current that is induced upon the building's LV power and telephony distribution installations. This common mode disturbance is free to propagate throughout the building's distribution installation and along the external infrastructure connected to the building.

At the time of publication of this Technical Report, some proprietary techniques are under development to mitigate the impact of this radiated disturbance on broadcast reception. The techniques involve the PLT technology attempting to detect the existence of radio services within its' immediate environment (by scanning the common- or differential-mode signals present on the LV power distribution installation for carriers displaying specific modulation schemes) and dynamically adjust ('notch') its launched PSD around the identified radio services. At the time of publication of this report no disturbance levels are available.

6.1.3 Induced continuous wave

Electromagnetic fields induce voltages with respect to reference ground on conductors exposed to these fields. The amplitude of the induced voltage depends on the length of the conductor, its height above ground, loops formed by stray capacitances and through other equipment, plus other factors.

The relationship between the field strength and the induced voltage is nominally linear for lengths greater than a sixth of the wavelength. Resonance effects occur when the dimensions of the loop approach a quarter wavelength and multiples thereof. Table 8 gives values of induced voltages and corresponding values of common mode currents calculated by assuming a characteristic impedance with respect to ground reference of 150 Ω (common mode impedance of the mains can be much lower than 150 Ω).

The degrees in the table are for unmodulated conditions. Normally occurring disturbance signals are amplitude modulated (typically less than 80 % modulation) or frequency modulated.

Table 11 – Disturbance degrees and levels of induced CW voltages with respect to reference ground

Disturbance degree	10 kHz to 150 kHz ^a		0,15 MHz to 150 MHz	
	V	mA	V	mA
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements			
1	0,1	0,7	0,3	2
2	1	7	1	7
3	3	21	3	21
4	10	70	10	70
5	30	210	30	210
X (harsh)	Case-by-case according to the situation			
^a Some VLF transmitters can induce considerably higher voltages in the 10 kHz to 150 kHz range.				

6.1.4 Transients

For the purpose of this classification, high-frequency transient phenomena have been divided into two groups, unidirectional and oscillatory. For each group, several different phenomena (and related sources) are responsible for the occurrence of these disturbances.

- a) *Oscillatory transients*: The relatively high frequency of oscillation of these transients ranges from less than 1 kHz (primarily capacitor switching) to several MHz (primarily local oscillations, disconnect switching). Those at the higher end of the frequency range usually have limited energy deposition capability, but can have high peak voltages. Those at the lower end of the frequency range can have higher energy deposition capability but lower peak voltages.
- b) *High-energy transients*: The various waveforms of these transients are generally accepted as representing appropriate stress levels associated with nearby direct lightning discharges or switching/fuse operation:
 - lightning surges on overhead and underground distribution systems;
 - lightning surges originating on overhead lines and travelling in cables;
 - transients generated by switching and fuse operations involving trapped energy in the inductances of the power systems and related/connected equipment.
- c) *Very fast transients*: These transients occur as single events such as electrostatic discharges (although these might involve a brief sequence of several single pulses), or as bursts associated with local low inductance load switching. Both involve very little energy but are capable of producing serious interference or upset due to the extremely fast rise time of the event. The transient bursts have been associated with arcing phenomena under the label of "showering arc" or "electrical fast transient" (EFT). Dielectric breakdown is also a source of similar high-frequency disturbances.
- d) *Coupled disturbances*: Radiated waves can also be coupled into wiring systems and propagate further into equipment; at a point of use far away from the point of coupling, these disturbances then appear as conducted disturbances, although their origin is radiated energy. These coupled disturbances include several transients induced by the electromagnetic fields from a nearby (but not attached) cloud-to-ground lightning flash, which may contain 2-20 strokes, and will contain energy in the kilohertz to megahertz frequency range. A second major source of these disturbances is due to the coupling of radiated fields from disconnect switches in power substations; these very fast rising fields induce an oscillatory voltage in cables at frequencies as high as 10s of MHz.

For each waveshape selected as one of the possible representations of the transient environment, the peak open-circuit voltage and the peak short-circuit current of the source shall be stated to provide a complete and meaningful description.

Occasionally, attempts are made to describe (classify) transients in terms of "energy" to help select the rating of a candidate surge protective device. However, this concept can be a misleading oversimplification because the energy distribution among the circuit elements involved in a transient event depends on the impedance of the source (including the AC mains network) as well as on the impedance of the surge protective device called upon to divert the transient. There is no independent, meaningful, self-contained description of a transient in terms of energy alone. The energy delivered to the end equipment is the significant factor, but it depends on the distribution between the source and the load (equipment or surge-diverting protective device, or both).

The following two tables are structured with three sets of time scale or frequency range to recognize these diverse origins and provide a generic description of their significant attributes. The disturbance degrees are expressed as open-circuit voltages, meaning the voltage expected under typical light-load conditions, without any nearby surge protective device. For phenomena that reflect the wiring geometry and coupling modes of the transient source, the voltages are shown in volts, in a first approximation, independently of the system voltage. For the switching transients (capacitor and fault clearing), the transients are directly

proportional to the system voltage and, therefore, the voltages are shown as multiples of the peak value of the power frequency voltage.

Table 12 – Disturbance degrees and levels for conducted unidirectional transients in low-voltage AC power systems

Disturbance degrees	Phenomena (sources)			
	Contact arcing ^a	Lightning <1 km ^a	Lightning >1 km ^a	Fuse operation ^b
	Unidirectional transients time-scale			
	Nanoseconds	Microseconds		Milliseconds
	5 ns ^c	1 μs ^c	10 μs ^c	0,1 ms ^c
	50 ns ^d	50 μs ^d	1 000 μs ^d	1 ms ^d
	Bursts ^e	Multiple ^e	Multiple ^e	Rare ^e
	ms ^f	ms ^f	ms ^f	Single ^f
	50 Ω ^g	1 Ω to 10 Ω ^g	20 Ω to 300 Ω ^g	0,2 Ω to 2 Ω ^g
	Disturbance levels			
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements			
1	0,5 kV	1 kV	0,5 kV	None
2	1 kV	2 kV	1 kV	0,5 U _{peak}
3	2 kV	4 kV	1,5 kV	1,0 U _{peak}
4	4 kV	8 kV	2 kV	2,0 U _{peak}
X (harsh)	Case-by-case according to the situation			

^a Values shown are open-circuit voltages (that is, no large loads connected at the time of occurrence, nor any surge protective devices installed in the system) for 120 V to 690 V rms power systems. They reflect the external origin and the coupling mechanisms of these transients, which are independent of the system voltage. These are currents carried by the power conductors in the building, not the external lightning current; a direct strike to the building may cause larger currents in the power conductors.

^b Values shown are open-circuit voltages for transients occurring at the peak of power frequency sine wave, added to the power frequency voltage. These transients, which are internally generated, are essentially proportional to the system voltage.

^c Rise time. Initial rise time of the transient.

^d Duration. Full width at half maximum of the individual transient.

^e Rate of occurrence.

^f Duration of event. The order of magnitude for the total duration of an event with multiple transients is expressed in the units shown.

^g Source impedance.

Table 13 – Disturbance degrees and levels for conducted oscillatory transients in low-voltage AC power systems

Disturbance degrees	Phenomena (sources)		
	Local system response to impulsive disturbance ^a	Building response to impulsive disturbance ^a	Capacitor switching ^b
	Oscillatory transients frequency range		
	High frequency 0,5-30 MHz	Medium frequency 5-500 kHz	Low frequency 0,2-5 kHz
	5 - 50 ns ^c 0,5 - 5 μs ^d Frequent ^e 50-300 Ω ^f	0,5 μs ^c 20 μs ^d Occasional ^e 10-50 Ω ^f	1,5 μs ^c 3 ms ^d Infrequent ^e 10-50 Ω ^f
	Disturbance levels		
	A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements	
1	0,5 kV	1,0 kV	0,5 U _{peak}
2	1,0 kV	2,0 kV	1,0 U _{peak}
3	2,0 kV	4,0 kV	2,0 U _{peak}
4	4,0 kV	6,0 kV	3,0 U _{peak}
X (harsh)	Case-by-case according to the situation		
^a Values shown are open-circuit voltages (that is, no large loads connected at the time of occurrence, nor any surge protective devices installed in the system) for 120-690 V rms power systems. They reflect the external origin and the coupling mechanisms of these transients, which are essentially independent of the system voltage.			
^b Values shown are open-circuit voltages, for transients occurring at the peak of power-frequency sine wave, including the power-frequency voltage. These transients, which are internally generated, are essentially proportional to the system voltage.			
^c Rise time. Initial rise time of the first part of the transient.			
^d Duration. Full width at half maximum of the envelope of the transient.			
^e Rate of occurrence.			
^f Source impedance.			

6.2 Radiated high frequency phenomena

6.2.1 General

The description of radiated electromagnetic environments is based on the evaluation of three types of phenomena, each being a category of waveforms sharing some common time domain or frequency domain properties, as follows:

- radiated (continuous wave) oscillatory disturbances;
- radiated (modulated) signal disturbances;
- radiated (transient) pulsed disturbances.

Each type contains waveforms that can be reasonably well characterized with a limited number of parameters, thanks to their similarity. A given electromagnetic phenomenon might belong to only one type, or be considered as the superposition of several waveforms belonging to different types.

A given radiated electromagnetic environment can be described with an acceptable accuracy, by using these three types, and also considering the wave impedance (near-field and far-field effects). The definition of each type is given in the following subclauses, with tables showing disturbance degrees. The rationale for splitting a single reality – the radiated electromagnetic environment at a given location – into several types, is that the action of different types on the

item can have different mechanisms and different consequences. Table 14 gives an overview of the radiation sources which are considered.

Table 14 – Radiation sources

Table	Type of source
15	Radiated continuous oscillatory disturbances
16	Amateur radio bands below 30 MHz
17	27 MHz CB band
18	Analogue communication services below 30 MHz
19	Analogue communication services above 30 MHz
20	Mobile and portable units of cellular phones
21	Base stations of cellular phones
22	Medical and biological telemetry items
23	Unlicensed radio services (1)
24	Unlicensed radio services (2)
25	Amateur radio bands above 30 MHz
26	Paging service base station
27	Other RF items (1)
28	Other RF items (2)
29	Other RF items (3)
30	Other RF items (4)
31	Other RF items (5)
32	Other RF items (6)
33	RFID and railway transponder systems (1)
34	RFID and railway transponder systems (2)
35	Radiated pulsed disturbances
36	RADAR systems

6.2.2 Radiated continuous oscillatory disturbances

These disturbances, occurring as single or multiple events, can strongly couple with the item, because of an intentional selectivity, or because of an unintentional resonant coupling mechanism. The values encountered in practice strongly depend on the distance between victim and source. See Annex B for more information. Disturbances from modulated sources (e.g. mobile phones, CB radio) are dealt with in 6.2.3.

**Table 15 – Disturbance degrees and levels
for radiated continuous oscillatory disturbances (in V/m, rms) and
distance to source (in m)**

Disturbance degrees	Phenomena (sources)		
	ISM Group 2 Equipment	ISM Group 2 Equipment	ISM Group 2 Equipment
	Transmitter frequencies in MHz		
	6,765 to 6,795 ^a 13,553 to 13,567 26,957 to 27,283	40,66 to 40,70 433,05 to 434,79 ^a 902 to 928	2 400 to 2 500 5 725 to 5 875 24 000 to 24 250 61 000 to 61 500 ^a 122 000 to 123 000 ^a 244 000 to 246 000 ^a
	Disturbance level and distance		
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements		
1	0,3 V/m d m ^b	0,3 V/m d m ^b	0,3 V/m d m ^b
2	1 d	1 d	1 d
3	3 d	3 d	3 d
4	10 d	3 d	3 d
5	30 d	30 d	30 d
X (harsh)	Case-by-case according to the situation		
^a There are no limits for those frequencies and frequency bands for radiated disturbances (see CISPR 11).			
^b ISM group 2 equipment (according to CISPR 11) is not limited in the power used for the operation and therefore there are no limits to be observed for radiated disturbances with regard to EMC. Hence it is not possible to generally calculate distances.			

6.2.3 Radiated modulated disturbances

6.2.3.1 Radiated modulated disturbances below 30 MHz

Electromagnetic fields below 30 MHz are mainly due to the usage of amateur radio systems, CB equipment and AM broadcasting.

**Table 16 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m),
Amateur radio bands below 30 MHz**

Disturbance degrees	Phenomenon (sources)		
	Amateur radio station $P = 1 \text{ W (ERP)}$	Amateur radio station $P = 1\,500 \text{ W (ERP)}^a$ (for 5 MHz band $P = 50 \text{ W}$)	Amateur radio station $P = 1\,500 \text{ W (ERP)}^a$
	Transmitter frequencies in MHz		
	0,1357 - 0,1358 ^b	1,8 - 2,0 3,5 - 4,0 5,330 5, 5,366 5, 5,371 5, 5,403 5 7,0 - 7,3 10,1 - 10,157 3	14,0 - 14,350 18,068 - 18,168 21,0 - 21,45 24,890 - 24,990 28,0 - 29,7 ^b
		Disturbance level and distance	
		A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements
1		0,3 V/m d m ^b	0,3 905
2	1 d	1 271	1 271
3	3 d	3 90,5	3 90,5
4	10 d	10 27,1	10 27,1
5	30 d	30 9,05	30 9,05
X (harsh)	Case-by-case according to the situation		
NOTE The above mentioned power and frequency bands are a summary of all three ITU regions. The power is (if not otherwise mentioned) the allowed maximum output power of the amplifier. In case of an amateur radio station many antenna types (and resulting antenna gains) are possible. The calculations for frequency above 1,8 MHz in this table are done with an antenna gain of 2,15 dB of an half-wavelength dipole antenna. Higher gains are possible, but this antenna types are normally mounted on antenna towers 10 to 30 m above ground. In this case only in the direction of the main beam of the antenna the full field strength will occur.			
^a To simplify the table the highest frequency for each column is used in the calculation of the distance. For frequencies below 7 MHz the result may be incorrect because the calculations are done for far field conditions.			
^b For this frequency band no calculations are done. The distances for 1 W (ERP) are always in the near field and strongly depend on the antenna type used for transmission. Due to this fact the distances should be investigated case by case from measurements.			

**Table 17 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation disturbances
(in V/m, rms) and distance to source (in m), 27 MHz CB band**

Disturbance degrees	Phenomenon (sources)	
	CB mobile / portable $P_{ERP} = 4 \text{ W}$ (AM, FM) $P_{PEP} = 12 \text{ W}$ (SSB)	CB fixed installation $P_{ERP} = 4 \text{ W}$ (AM, FM) $P_{PEP} = 12 \text{ W}$ (SSB)
	Antenna gain = 0 dB (0 dBi)	Antenna gain = 2,15 dB (0 dBd)
	Transmitter frequencies in MHz	
	26,560 - 27,991	26,560 - 27,991
	Disturbance level and distance	
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements	
1	0,3 V/m 63,2 m	0,3 V/m 80,5 m
2	1 18,9	1 24
3	3 6,32	3 8,1
4	10 1,89	10 2,4
5	30 0,63	30 0,81
X (harsh)	Case-by-case according to the situation	
NOTE The above mentioned power and frequency bands are a summary of all three ITU regions. In case of a CB radio station (fixed installation) many antenna type (and resulting antenna gains) are possible.		

Table 18 – Disturbance degrees and levels for analogue communication services below 30 MHz

Disturbance degrees	Phenomenon (source)
	AM Broadcasting $P = 500 \text{ kW}$
	Transmitter frequencies in MHz
	0,150 MHz to 30 MHz
	Disturbance level and distance
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements
1	0,3 V/m 16 500 m
2	1 4 959
3	3 1 650
4	10 430
5	30 378,5
X (harsh)	Case-by-case according to the situation
NOTE The distances are derived assuming an antenna gain of 2,15 dBi of a half wavelength dipole antenna and at the lowest frequency. The table provides data for the frequency range 0,150 MHz to 30 MHz for 500 kW transmitter. Other power levels (50 kW to 2 500 kW) and antenna types (and resulting antenna gains) are also possible.	

6.2.3.2 Radiated modulated disturbances above 30 MHz

Radiated electromagnetic fields from digital equipment such as cellular phones and wireless LANs (Local Area Networks) can be categorized to continuous and modulated disturbances. Radiated disturbances of interest in this subclause are classified into the pulsed disturbance such as a spread spectrum and the multi-carrier disturbance such as an OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). A part of the modulation may be due to very frequent (several times per second) adjustments of the transmit power or due to the use of Time Domain Multiple Access (TDMA). In this last example the modulated carrier is active in short bursts resulting in a 100 % AM envelope repeated several times per second. A modulated disturbance has both the pulse and the oscillatory characteristics. A common factor is a continuous signal. The following tables give information about various radiation sources and the connected range of disturbance degrees.

Further technical details about the various radiation sources are given in Annex B.

**Table 19 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation
(analogue communication services above 30 MHz) disturbances (in V/m)
and distance to source (m)**

Disturbance degrees	Phenomena (sources)			
	Walkie-talkie $P = 5 \text{ W}$	TV - VHF $P = 320 \text{ kW}$	FM broadcast $P = 100 \text{ kW}$	TV - UHF $P = 500 \text{ kW}$
	Transmitter frequency in MHz			
	30 MHz to 1 000 MHz	48 MHz to 223 MHz	76 MHz to 108 MHz	470 MHz to 853 MHz
	Disturbance level and distance			
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements			
1	0,3 V/m 52,2 m	0,3 13 220	0,3 7 390	0,3 16 500
2	1 15,6	1 3 965	1 2 216	1 4 950
3	3 5,2	3 1322	3 739	3 1 650
4	10 1,57	10 396,5	10 221,6	10 495
5	30 1,09	30 132,2	30 73,9	30 165
X (harsh)	Case-by-case according to the situation			
NOTE The distances are derived assuming an antenna gain of 2,15 dBi of a half wavelength dipole antenna and at the lowest frequency The data provided in the table represent typical analogue communication services. Different antenna types (and resulting antenna gains) are possible.				

Table 20 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (mobile and portable phones) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)							
	GSM P = 2 W (Portable) P = 20 W (Mobile)	DCS1800 P = 4 W	DECT P = 0,25 W	CT-2 P = 0,01 W	PDC P = 0.8 W (Portable) P = 2 W (Mobile)	PHS P = 0,08 W	NADC P = 6 W	IMT-2000 (TDD) (FDD) P = 0,25 W
	Transmitter frequencies in MHz							
	890 to 915	1 710 to 1 784	1 880 to 1 960	864 to 868	940 to 955 1 429 to 1 453	1 895 to 1 918	825 to 845	1 900 to 1 980
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements							
1	0,3 V/m 104 m	0,3 47	0,3 12	0,3 2,3	0,3 33	0,3 6,6	0,3 58	0,3 12
2	1 31	1 14	1 3,5	1 0,7	1 9,9	1 2,0	1 16	1 3,5
3	3 10,5	3 4,7	3 1,2	3 0,23	3 3,3	3 0,66	3 5,7	3 1,2
4	10 3,2	10 1,4	10 0,35	10 0,063	10 0,99	10 0,2	10 1,6	10 0,35
5	30 1,1	30 0,47	30 0,12	30 0,04	30 0,33	30 0,061	30 0,57	30 0,11
6	100 0,31	100 0,14	100 0,031	100 0,027	100 0,094	100 0,023	100 0,17	100 0,031
X (harsh)	Case-by-case according to the situation							

NOTE 1 The output power, P, of each mobile or portable cellular is indicated by the maximum burst power, which means the average power within the burst signal.

NOTE 2 The calculation of distances is done with the maximum power indicated for that type of source.

Table 21 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (base stations) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)							
	GSM $P = 320 \text{ W}$ (ERP)	DCS1800 $P = 200 \text{ W}$ (ERP)	DECT $P = 0,25 \text{ W}$ (ERP)	CT-2 $P = 0,25 \text{ W}$ (ERP)	PDC $P = 96 \text{ W}$ (ERP)	PHS $P = 0,5 \text{ W}$ (ERP)	NADC $P = 500 \text{ W}$ (ERP)	IMT-2000 (TDD) (FDD) $P = 20 \text{ W}$ (ERP)
	Transmitter frequencies in MHz							
	935 - 960	1 805 - 1 880	1 880 - 1 960	864 - 868	810 - 826 1 477 - 1 501	1 895 - 1 918	870 - 890	1 900 - 1 920 2 110 - 2 170
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements							
1	0,3 V/m 2 060 m	0,3 1 630	0,3 57	0,3 57	0,3 1 130	0,3 81	0,3 2 590	0,3 520
2	1 620	1 490	1 17	1 17	1 337	1 25	1 770	1 155
3	3 206	3 163	3 5,7	3 5,7	3 113	3 8,1	3 259	3 52
4	10 62	10 49	10 1,7	10 1,7	10 34	10 2,5	10 77	10 15,5
5	30 21	30 16	30 0,57	30 0,57	30 11	30 0,81	30 26	30 5,1
6	100 6,2	100 4,9	100 0,17	100 0,17	100 3,4	100 0,24	100 7,7	100 1,5
X (harsh)	Case-by-case according to the situation							
NOTE The output power, P , of each base station is indicated by the maximum burst power, which means the average power within the burst signal. An absolute gain of each base-station antenna is assumed to be 16,0 dBi. For instance, the case where there is a base station in a roof of a building is assumed. The fields are also calculated from (B.4) in Annex B. In practice the resulting field strength can be much lower due to the placement and high directivity of the transmitting antennas.								

Table 22 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (medical and biological telemetry items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)			
	For tele-control (JP) <i>P</i> = 10 mW (ERP)	Medical telemetry (JP) <i>P</i> = 10 mW (ERP)	Wireless medical telemetry service (WMTS) (US) <i>E</i> = 0,2 V/m at 3 m	Medical telemetry (ISM) <i>P</i> = 0,2 W (ERP)
	Transmitter frequencies in MHz			
	426,025 - 469,4875	420,05 - 449,525	608 - 614	40,68
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements			
1	0,3 V/m 2,3 m	0,3 2,3	0,3 1,9	0,3 10
2	1 0,69	1 0,69	1 0,58	1 2,9
3	3 0,21	3 0,21	3 0,18	3 1,1
4	10 0,09	10 0,09	10 0,069	10 0,72
5	30 0,062	30 0,063	30 0,047	30 0,51
X (harsh)	Case-by-case according to the situation			
NOTE Medical implant devices are not included. An absolute gain of each antenna connecting with the item is assumed to be 2,14 dBi maximum. The fields are also calculated from (B.4) in Annex B.				

Table 23 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (unlicensed radio services) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (1)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)				
	Radio microphones (JP) <i>P</i> = 10 mW (ERP)	Radio control radio service (US) <i>P</i> = 0,75 W (EIRP)	Family radio service (FRS) (US) <i>P</i> = 0,5 W (ERP)	Low power radio service (LPRS) (US) <i>P</i> = 0,1 W (EIRP)	Multi-use radio service (MURS) (US) <i>P</i> = 2 W (Transmitter power output) Antenna gain: 3,0 dBi
	Transmitter frequencies in MHz				
	74,322 806,125 - 809,75	72,75	462 – 467	216	151, 154
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements				
1	0,3 V/m 2,3 m	0,3 16	0,3 17	0,3 5,7	0,3 37
2	1 0,69	1 4,7	1 5	1 1,7	1 11
3	3 0,22	3 1,5	3 1,7	3 0,54	3 3,7
4	10 0,065	10 0,56	10 0,48	10 0,20	10 1,1
5	30 0,041	30 0,38	30 0,14	30 0,14	30 0,34
X (harsh)	Case-by-case according to the situation				
NOTE 1 Radio microphones, wireless telemetries, radio control radio services, citizens band radio services, personal wireless communications, cordless phones, and other short range devices are categorized in the table. However, wireless telemetries and citizens band radio services are not treated here. Some frequencies of MURS and FRS allocate for cordless phones. The fields are also calculated from (B.4) in Annex B. NOTE 2 The relationship between effective radiated power (ERP) and equivalent isotropic radiated power (EIRP) is $EIRP = 1,64 \times ERP$.					

Table 24 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (unlicensed radio services) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (2)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)						
	Non-specific SRD (EU) $P = 10 \text{ mW (ERP)}$	Non-specific SRD (EU) $P = 0,5 \text{ W (ERP)}$	Alarm SRDs (EU) $P = 25 \text{ mW (ERP)}$	Model control SRDs (EU) $E = 0,1 \text{ W (ERP)}$	Wireless Audio SRD Applications (EU) $P = 10 \text{ mW (ERP)}$	PMR 446 equipment (EU) $P = 0,5 \text{ W (ERP)}$	Digital PMR 446 applications (EU) $P = 0,5 \text{ W (ERP)}$
	Transmitter frequencies in MHz						
	40,66 - 40,7 433,05 - 434,79	868 - 870	868,6 - 869,7	34,995 - 35,225 40,665 - 40,695	863 - 865	446,00625 - 446,09375	446,1 - 446,2
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements						
1	0,3 V/m 2,1 m	0,3 16	0,3 3,6	0,3 7,2	0,3 2,3	0,3 16	0,3 16
2	1 0,96	1 5,0	1 1,1	1 1,9	1 0,7	1 5,0	1 5,0
3	3 0,66	3 1,7	3 0,37	3 0,98	3 0,23	3 1,7	3 1,7
4	10 0,45	10 0,5	10 0,098	10 0,66	10 0,063	10 0,48	10 0,48
5	30 0,32	30 0,16	30 0,046	30 0,47	30 0,04	30 0,14	30 0,14
X (harsh)	Case-by-case according to the situation						
NOTE SRD and PMR mean the short range devices and the private mobile radio, respectively. Radio microphones, wireless telemetries, radio control radio services, citizens band radio services, personal wireless communications, cordless phones, and other short range devices are categorized in the table. However, wireless telemetries and citizens band radio services are not treated here. Some frequencies of PMR and digital PMR allocate for cordless phones. The fields are also calculated from (B.4) in Annex B.							

Table 25 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (amateur radio bands above 30 MHz) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)		
	Amateur radio station <i>P</i> = 1 500 W	Amateur radio station <i>P</i> = 1 500 W	Amateur radio station <i>P</i> = 1 500 W
	Transmitter frequency in MHz		
	50 – 54 144 – 148 219 – 220 420 – 450 902 – 928	1 240 – 1 300 2 300 – 2 450 3 300 – 3 500 5 650 – 5 925	10 000 – 10 500
			24 000 – 24 250
47 000 – 47 200			
75 500 – 81 500			
122 250 – 123 000			
		134 000 – 141 000	
		241 000 – 250 000	
		>275 000	
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements		
1	0,3 V/m 905 m	0,3 905	0,3 905
2	1 271	1 271	1 271
3	3 90,5	3 90,5	3 90,5
4	10 27,1	10 27,1	10 27,1
5	30 9,05	30 9,05	30 9,05
X (harsh)	Case-by-case according to the situation		
NOTE 1 The distances are derived assuming a power of 1500 W and an antenna gain of 2,15 dBi of a half wavelength dipole antenna. Practical limitations restrict the antenna gain for the lower frequency bands and the amplifier power for the higher frequency band. NOTE 2 The above mentioned power and frequency bands are a summary of all three ITU regions. The power is (if not otherwise mentioned) the allowed maximum output power of the amplifier. In case of an amateur radio station many antenna type (and resulting antenna gains) are possible. These antennas are normally mounted on antenna towers 10 to 30 m above ground or on a roof. In this case only in the direction of the main beam of the antenna the full field strength will occur.			

Table 26 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (paging service base station) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)				
	POCSAG (JP) <i>P</i> = 250 W (ERP)	POCSAG (EU) <i>P</i> = 100 W (ERP)	ERMES (EU) <i>P</i> =250 W (ERP)	FLEX™/Re FLEX™ (US) <i>E</i> =1 kW (ERP)	POCSAG (UK) <i>P</i> = 100 W (ERP)
	Transmitter frequencies in MHz				
	276,012 5 - 283,987 5	439 - 466	169	900	138, 153, and 466
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements				
1	0,3 V/m 370 m	0,3 230	0,3 370	0,3 740	0,3 230
2	1 111	1 70	1 111	1 222	1 70
3	3 37	3 23	3 37	3 74	3 23
4	10 11	10 7	10 11	10 22	10 7
5	30 3,7	30 2,3	30 3,7	30 7,4	30 2,3
6	100 1,1	100 0,69	100 1,1	100 2,2	100 0,69
X (harsh)	Case-by-Case according to the situation				
NOTE An absolute gain of each base station antenna is 2,15 dBi, if a half wavelength dipole antenna is used for the base station. The fields are also calculated from (B.4) in Annex B.					

Table 27 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (1)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)				
	RTTT $P = 8 \text{ W (ERP)}$	Wideband data transmission systems and HIPERLANs $P = 0,1 \text{ W (ERP)}$	Wideband data transmission systems and HIPERLANs $P = 0,2 \text{ W (ERP)}$	Wideband data transmission systems and HIPERLANs $P = 1 \text{ W (ERP)}$	Non specific short range devices $P = 0,025 \text{ W (ERP)}$
	Transmitter frequencies in GHz				
	5,795 - 5,815	2,400 - 2,483 5	5,150 - 5,350	5,470 - 5,725	2,400 - 2,483 5 5,725 - 5,875
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements				
1	0,3 V/m 66 m	0,3 58	0,3 83	0,3 183	0,3 3,7
2	1 20	1 17	1 24	1 55	1 1,1
3	3 6,6	3 5,8	3 8,2	3 18	3 0,74
4	10 2	10 1,7	10 2,5	10 5,5	10 0,22
5	30 0,66	30 0,58	30 0,82	30 1,8	30 0,074
X (harsh)	Case-by-case according to the situation				
NOTE The absolute gain of wideband data transmission systems / HIPERLANs is assumed to be 20 dBi maximum (for fixed wireless access service). The absolute antenna gain of RTTT and non specific short range devices is assumed to be 2,15 dBi.					

Table 28 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (2)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)		
	Wideband data transmission systems and HIPERLANs Terminal <i>P</i> = 0,1 W (ERP)	Wideband data transmission systems and HIPERLANs Terminal <i>P</i> = 0,2 W (ERP)	Wideband data transmission systems and HIPERLANs Terminal <i>P</i> = 1 W (ERP)
	Transmitter frequencies in GHz		
	2,400 - 2,483 5	5,150 - 5,350	5,470 - 5,725
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements		
1	0,3 V/m 7,4 m	0,3 10	0,3 23
2	1 2,2	1 3	1 7
3	3 0,74	3 1	3 2,3
4	10 0,22	10 0,3	10 0,7
5	30 0,074	30 0,1	30 0,23
X (harsh)	Case-by-case according to the situation		
NOTE The absolute gain of wideband data transmission systems / HIPERLANs is assumed to be 2,14 dBi (for terminals).			

Table 29 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (3)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)	
	Fixed microwave services $P_{\text{ERP}} = +55 \text{ dBW}$ (316 kW)	Vehicle-mounted field disturbance sensors (vehicle radar system) $P = 60 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ at 3 m
	Transmitter frequencies in GHz	
	92 - 95	46,7 - 46,9 76 - 77
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements	
1	0,3 V/m 10 200 m	0,3 135
2	1 3 080	1 45
3	3 1 020	3 15
4	10 308	10 4,5
5	30 102	30 1,5
X (harsh)	Case-by-case according to the situation	

Table 30 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (4)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)	
	Non specific Short range devices (ERC/REC 70-03, Annex ^a $P_{EIRP} = 100 \text{ mW}$	Road Transport and Traffic Telematics (RTTT) ^b
	Transmitter frequencies in GHz	
	61,0 - 61,5 122 - 123 244 - 246	63 - 64
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements	
1	0,3 V/m 5,75 m	0,3 x
2	1 1,7	1 x
3	3 0,57	3 x
4	10 0,17	10 x
5	30 0,06	30 x
X (harsh)	Case-by-case according to the situation	
^a No power limitations, it has to be assessed case by case.		
^b No power limits currently specified; however, this might change in future.		

Table 31 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, rms) and distance to source (in m) (5)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)	
	TETRA system $P = 8 \text{ W}$ (ERP)	UWB $P = 0,11 \text{ mW b}$ (EIRP)
	Transmitter frequencies	
	380 MHz - 921 MHz ^a	3,1 GHz - 10,6 GHz, 22 GHz - 29 GHz
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements	
1	0,3 V/m 66 m	0,3 0,25
2	1 20	1 0,074
3	3 6,6	3 0,025
4	10 2	10 0,007 4
5	30 0,66	30 0,002 5
X (harsh)	Case-by-case according to the situation	

^a See Table B.3.

^b ITU-R recommendation SM.1756, the spectrum mask is specified by EIRP as -41,3 dBm/MHz. If the spectrum is assumed to be flat in the occupied bandwidth (in a case of multiband OFDM UWB, the bandwidth of a channel group is 1584 MHz), the total power is evaluated as -9,3 dBm = 0,11 mW. An antenna gain of 0 dBi is assumed in this case.

Table 32 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation (other RF items) disturbances (in V/m, Pk) and distance to source (in m) (6)

	Phenomena (sources)		
Disturbance degrees	Road Transport and Traffic Telematics (RTTT) $P = 55 \text{ dBm (PK)}^a$ $P_{\text{EIRP}} = 50 \text{ dBm (AV)}^b$ $P_{\text{EIRP}} = 23,5 \text{ dBm (AV)}^b$	Field disturbance sensors, incl. vehicle radar systems $P = 500 \text{ mW (PEP)}^c$	Non specific equipment, indoor use only $P = 500 \text{ mW (PEP)}^c$
	Transmitter frequencies in GHz		
	76 - 77	57 - 64	92 - 95
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements		
1	0,3 V/m	0,3	0,3
	324 m	129	129
2	1	1	1
	97	38,5	38,5
3	3	3	3
	32,4	12,9	12,9
4	10	10	10
	9,7	3,85	3,85
5	30	30	30
	3,24	1,29	1,29
X (harsh)	Case-by-case according to the situation		
^a Calculation done with 55 dBm.			
^b Pulse radar only.			
^c Calculation done for 20 dBi antenna gain.			

6.2.3.3 Radio frequency identification (RFID) systems

Radio Frequency Identification (RFID) is a contactless identification technology. It operates by generation and propagation of electromagnetic waves. The purpose of an RFID system is to enable data to be transmitted by a transponder, which is read by an RFID reader and processed according to the needs of a particular application. There are three main components of an RFID - an antenna, a transceiver and a transponder. The antenna enables communication between the transponder and the transceiver. RFID is extensively used in tracking and access applications and can work in ranges exceeding 30 m depending on the frequency and type of transponder used.

RFID systems can be classified in accordance with their frequency of operation, however the frequency of use of an RFID system is restricted to the Industrial Scientific Medical (ISM) and Short Range Devices (SRD) frequency bands. RFID systems operate by a variety of coupling methods but the most common methods are inductive coupling for Low Frequency (LF) RFID systems and backscatter coupling for Ultra High Frequency (UHF) and Super High Frequency (SHF) RFID systems. RFID systems can also be classified based on how the transponder is powered: Passive RFID systems rely on the RF energy transferred from the transceiver to the transponder to power the transponder, whereas Active RFID systems use an internal power source (usually a battery) within the transponder to continuously power the transponder and its RF communication circuitry. Table B.7 summaries the RFID technology.

**Table 33 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation
(RFID and railway transponder systems) disturbances (electric field in V/m, rms)
and distance to source (in m)**

Disturbance degrees	Phenomena (sources)						
	RFID ^a <i>P</i> = 1 W	RFID ^b <i>P</i> = 4 W	Railway transponder system <i>P</i> = 20 W	RFID ^c <i>P</i> = 10 mW ERP	RFID ^d <i>P</i> = 1 W (Antenna gain = 6 dBi)	RFID ^e <i>P</i> = 4 W EIRP	RFID <i>P</i> = 4 W EIRP
	Transmitter frequencies						
	Below 135 kHz	13,56 MHz	27 MHz	433 MHz	860 - 960 MHz	2,45 GHz	5,875 GHz
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements						
1	0,3 V/m 0,2 m	0,3 3,3	0,3 20	0,3 2,3	0,3 36	0,3 36,55	0,3 36,55
2	1 0,11	1 1,6	1 6	1 0,69	1 11	1 11	1 11
3	3 0,062	3 0,9	3 2,5	3 0,21	3 3,6	3 3,7	3 3,7
4	10 0,035	10 0,49	10 1,1	10 0,091	10 1,1	10 1.1	10 1.1
5	30 0,02	30 0,28	30 0,62	30 0,063	30 0,36	30 0,37	30 0,37
X (harsh)	Case-by-case according to the situation						
NOTE 1 There may be different frequencies used for services such as RFID in different countries. A corresponding evaluation of the field strengths to be expected can be done according to the formula mentioned above (for further information on the frequency bands used see www.ero.dk). NOTE 2 The fields are calculated from (B.6) in Annex B in the cases of 135 kHz and 13,56 MHz RFID, and railway transponder systems. The fields are calculated from (B.4) in Annex B in the cases of the other systems. The loop current is given by the input power into the loop antenna of an RFID reader. When the impedance of the loop antenna is matched to that of the driver circuit of the RFID (usually $Z_0=50$ Ohms), the loop current, <i>I</i>, is obtained as $I=(P/Z_0)^{0,5}$. The values of the current are 0,14, 0,28, and 0,63 Amperes in the case of 135 kHz and 13,56 MHz RFID, and railway transponder systems, respectively. The loop area, <i>S</i>, as shown in Annex B is assumed as 1 m².							
^a	See ISO/IEC 18000-2.						
^b	See ISO/IEC 18000-3.						
^c	See ISO/IEC 18000-7.						
^d	See ISO/IEC 18000-6.						
^e	See ISO/IEC 18000-4; the power level is specified by EIRP, an antenna gain of 0 dBi is assumed.						

The disturbance degrees in near-field magnetic-fields are expressed in Table 34.

**Table 34 – Disturbance degrees and levels for modulated radiation
(RFID and railway transponder systems) disturbances (magnetic field in $\mu\text{A/m}$, rms)
and distance to source (in m)**

Disturbance degrees	Phenomena (sources)		
	RFID ^a <i>P</i> = 1 W ERP	RFID ^b <i>P</i> = 4 W ERP	Railway transponder system <i>P</i> = 20 W ERP
	Transmitter frequencies		
	Below 135 kHz	13,56 MHz	27 MHz
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements		
1	3 µA/m 16 m	3 600	3 5 300
2	10 10	10 180	10 1 600
3	30 7,2	30 60	30 530
4	100 4,8	100 17	100 160
5	300 3,3	300 5,2	300 53
6	1000 2,2	1000 2,7	1000 16
X (harsh)	Case-by-case according to the situation		
NOTE The fields are calculated from (B.7) in Annex B. The loop current is given by the input power into the loop antenna of an RFID reader. When the impedance of the loop antenna is matched to that the driver circuit of the RFID (usually <i>Z</i> ₀ = 50 Ohms), the loop current, <i>I</i> , is obtained as <i>I</i> =(<i>P</i> / <i>Z</i> ₀) ^{0.5} . The values of the current are 0,14, 0,28, and 0,63 Amperes in the case of 135 kHz, 13,56 MHz, and 27 MHz, respectively. The loop area, <i>S</i> , as shown in Annex B is assumed as 1 m ² .			
^a See ISO/IEC 18000-2.			
^b See ISO/IEC 18000-3.			

6.2.3.4 Magnetic fields from 9 kHz to 150 kHz

Magnetic fields are also generated by sources operating at frequencies other than power frequencies (or harmonics of power frequencies). The most typical application of such intentional generated magnetic fields is in short range communication systems. Other applications include induction heating.

For intentional radiators, the items tend to be short range communication systems of unidirectional and bidirectional capability. In general, these systems are characterised by a transponder system and a base station both, which comprise an inductive loop. Depending on the system and application, the transponder could be passive, a term used to describe the fact that the transponder does not contain a power source but obtains its operating power via magnetic coupling between the base station and the transponder, or active where the transponder has an integrated power source.

Short range communication systems are used extensively for supply chain management applications as well as in animal husbandry, retail security (i.e. RFID applications, see 6.2.3.3) and railway signalling systems to name a few. Typical frequencies of operation are 29 kHz, 30 kHz, 36 kHz, 43 kHz, 56 kHz, 125 kHz and 134,2 kHz.

For these items the radiated magnetic field is a function of the loop area and EIRP. Typical values of magnetic fields from such systems are given in Table 34.

6.2.4 Radiated pulsed disturbances

Pulsed (transient) radiated disturbances of interest are those which might, despite a short duration, have an influence on the item, because of their important instantaneous rate of rise. In fact, real pulses exhibit very complicated waveforms, which sometimes are only partially known because of the limited bandwidth of measurement tools.

The values encountered in practice strongly depend on the distance between victim and source (see Annex B for more information). Because the phenomenon involves coupling of a field into the equipment circuits, the derivative, or rate of rise of the pulse, and the front duration are the significant attributes of the phenomenon. Hence no specific distances can be given in Table 35.

For the purpose of this report, *pulsed* radiated disturbances are the radiated disturbances which do not last for more than 200 ms, and which do not change polarity more than 10 times for their duration (further information is given in Annex D).

Table 35 – Disturbance degrees and levels for radiated pulsed disturbances (rate of rise) and distance to source (in m)

Disturbance degrees	Phenomena (source)			
	Open field	Gas-insulated substations	Air-insulated substations	Below overhead lines
	Lightning strike to ground ^{a, b}	Disconnect switch ^c	Disconnect switch ^c	Conducting lightning surges and switching operations ^c
	Rise time			
	100 – 500 ns	10 ns	100 ns	1 μs
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements			
1	30 V m ⁻¹ ns ⁻¹ d m	100 d	30 d	3 d
2	100 d	300 d	100 d	10 d
3	300 d	1 000 d	300 d	30 d
4	1 000 d	3 000 d	1 000 d	100 d
5	3 000 d	10 000 d	3 000 d	300 d
X (harsh)	Case-by-case according to the situation			

^a At a distance *d* greater than about 30 m.

^b The amplitude of the disturbance degree depends on the distance and the steepness of the lightning strike. The shielding offered by metallic structures, buildings and terrain profile can be expected to be effective in reducing the amplitude.

^c The amplitude of the disturbance is very much dependent on the distance from the source. It also depends on the amplitude of the source phenomenon, which is roughly proportional to the operating voltage of the system. This fact is generally compensated by the need to keep, for insulation requirements, greater distances from sources operating at higher voltages. The latter situation does not apply to gas-insulated substations.

Table 36 – Disturbance degrees and levels for pulsed radiation (RADAR systems) disturbances (electric field in V/m, Pk) and distance to source (in m)

Disturbance degrees	Phenomena (sources)		
	Ground traffic control (Police) 500 mW (EIRP _{Pk})	Ground traffic control (Airport) 30 kW (EIRP _{Pk})	Car-mounted RADAR (Adaptive Cruise control) 316 W (EIRP _{Pk})
	Transmitter frequency in GHz		
	24,125	9,1	77
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements		
1	0,3 V/m 40,7 m	0,3 3160	0,3 324
2	1 12,2	1 948	1 97,0
3	3 4,07	3 316	3 32,4
4	10 1,22	10 94,8	10 9,70
5	30 0,41	30 31,6	30 3,24
X (harsh)	Case-by-case according to the situation		
NOTE The RADAR systems in this table are examples of systems which can be found in traffic areas or airports. In some situations higher levels or other frequencies have to be taken in account.			

7 Electrostatic discharge

7.1 General

Electrostatic discharge (ESD) occurs as a result of a charged person or object approaching another person or object. The ESD receptor is first subjected to the electric field associated with the charge, then, when dielectric breakdown occurs, there is a discharge with transient current of a complex nature that gives rise to a transient electromagnetic field. The ESD phenomenon is strongly dependent on ambient humidity, temperature, nature of surrounding dielectrics, etc.

7.2 ESD currents

Table 37 shows the values of the rate of current rise associated with the air discharge, the significant attribute in producing disturbing fields. This table also shows the charge voltage before discharge, a significant attribute in the potential for energy exchange, as well as current amplitude.

There is no strict correlation between the values of charge voltage and the rates of rise of current given in the table, because other characteristics of the ESD event can influence the outcome.

Table 37 – Disturbance degrees and levels for pulsed disturbances (rate of rise) caused by ESD

Disturbance degrees	Phenomena (sources)			
	Slow ESD		Fast ESD	
	Rise time:	5 ns	Rise time:	0,3 ns
	Duration:	15 ns	Duration:	2 ns
	Rate of occurrence:	Single	Rate of occurrence:	Single
	Frequency of occurrence:	^a	Frequency of occurrence:	^a
	Source:		Source:	
	100 Ω - 500 Ω ^b 100 Ω - 500 pF ^c		100 Ω - 500 Ω ^b 100 Ω - 500 pF ^c	
	Significant attribute			
	(A/ns)	(kV)	(A/ns)	(kV)
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements			
1	-	-	-	<1
2	25	-	25	2
3	40	-	40	4
4	80	8	80	8
5	100	15	-	-
6	-	30	-	-
X (harsh)	Case-by-case according to situation			
^a Depends on the number of persons in the area.				
^b Depends on the source: hand tool, bare hand, furniture.				
^c Depends on individual's isolation or size of furniture.				

7.3 Fields produced by ESD currents

Table 38 shows the values of transient electric and magnetic fields gradients external to the receptor, measured at a distance of 0,1 m from the discharge. See Annex C for further information.

Table 38 – Disturbance degrees and levels for radiated field gradients caused by ESD

Disturbance degrees	Level of radiated field gradients	
	$V m^{-1} ns^{-1}$	$A m^{-1} ns^{-1}$
A (controlled)	Case-by-case according to the equipment requirements	
1	2 000	5
2	4 000	10
3	8 000	20
4	16 000	40
X (harsh)	Case-by-case according to the situation	

8 Classification of environments

8.1 General

In general, the electromagnetic environment at a given location is determined by the combination of the naturally-occurring and man-made electromagnetic phenomena present and the disturbance level with which each phenomenon occurs.

The electromagnetic environment is not the same at all locations, since the electromagnetic phenomena described in clauses 5, 6 and 7 do not all occur at every location, nor do those phenomena present always occur with the same disturbance level. Since the majority of the phenomena described in Clauses 5, 6 and 7 are man-made, the existence of a given phenomenon and its associated disturbance level at a given location generally depends upon factors that include: the types and numbers of electrical and electronic equipment (including radio transmitting equipment) operated at and nearby the location.

For the purpose of simplicity, it is useful to describe a minimal set of location classes that contain the phenomena and associated disturbance levels that are typical of a large number of locations. This Technical Report defines a minimal set of archetypical location classes. The background to this selection is presented in 8.2; 8.3 through to 8.5 then describe each archetype location class.

8.2 Location classes

Patterns of land use are noted to vary significantly between different regions of the world. The observed differences are due largely to the combination of geographical, historical and cultural differences towards the concept of land use regulation and its enforcement through local legal frameworks.

One extreme pattern of land use is observed within those population centres that have developed with the concept of land use regulation (and its associated enforcement through local legal frameworks) adopted from the very outset. In this instance, the population centres are divided into a number of functionally distinct, clearly delineated, separate sections (often referred to as 'zones'). A change in land use occurs relatively infrequently, due to the time taken to engage with the relevant process embodied within the local legal framework.

The opposite extreme in the pattern of land use is observed within population centres that have developed without any application of the concept of land use regulation. In this instance, there is no division of the centre into functionally distinct, clearly delineated, separate sections; rather the centres are characterised by a largely ad hoc land use, with many diverse functions being performed within the same area. In such a location, changes in land use occur relatively frequently, again in a largely ad hoc manner.

Many other patterns of land use are observed across the different regions of the world that fall somewhere between these two extremes.

Land use regulation controls the activities that may take place at a given location. For the purposes of this document, it therefore similarly controls the types of electrical and electronic equipment (including radio transmitting equipment) that are likely to be situated at a given location and in doing so influences the types and severity of the electromagnetic phenomena present in the electromagnetic environment at a given location.

Within this document, three archetype land uses, location classes and hence electromagnetic environments are recognised, these being:

- Residential;
- Commercial/Public;
- Industrial;

In practice, the actual electromagnetic environment at a given location can be thought of as the weighted combination of the three archetypes. This concept is displayed on Figure 7.

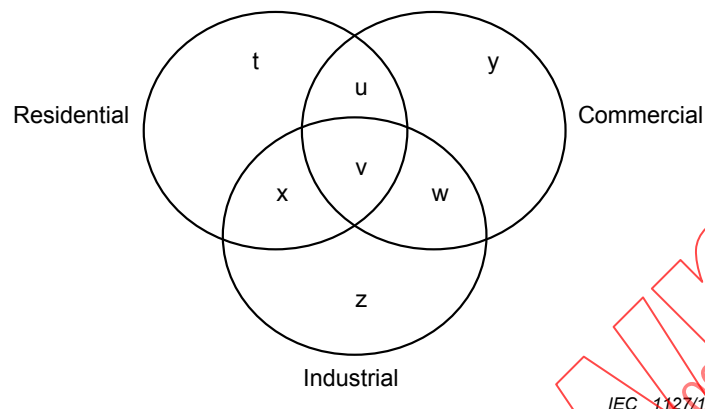


Figure 7 – Concept of location classes

Note that Figure 7 can be interpreted in two ways:

As a spatial diagram, indicating the environments created due to the specification and delineation of separate areas as Residential, Commercial and Industrial.

- Any location in the centres of these separate areas will therefore experience the archetypical electromagnetic environments (areas t, y and z on Figure 7). However, locations at the boundary or boundaries between these separated areas (areas u, v, w and x on Figure 7) will experience an electromagnetic environment that is a blend of the archetypical environments, containing phenomena from the adjacent archetypes.
- As a functional diagram, demonstrating how changes in the activities performed in a designated area (i.e. the area 'function') can lead to the location's environment deviating from the archetype through the introduction of electrical or electronic equipment (and hence of phenomena or a severity of phenomena) not associated with the archetype. Examples include:
 - The location and operation of a single/small number of ISM items within a residential area (e.g. a Community Health Centre located within a residential area). In this instance the residential electromagnetic archetype is perturbed by the electromagnetic phenomena associated with the operation of ISM equipment. This gives rise to area x of Figure 7.
 - The location and operation of a single item of industrial machinery within a commercial area to provide a specific service (e.g. a car wash located near to/within a public retail area). In this instance, the Commercial electromagnetic environment is perturbed by the electromagnetic phenomena associated with the operation of the industrial machinery. This gives rise to area w of Figure 7.
 - The entirely ad-hoc location of electrical and electronic equipment at a given area with undesignated land use (e.g. the Developing World scenario described earlier). In this instance, the electromagnetic environment will contain phenomena and severity levels associated with all three archetypes. This gives rise to area v of Figure 7.
 - The location and operation of telecommunications, office and IT equipment nature of SOHO (definition: Small Office/Home Office) activity means that low levels of administrative/service industry activity may be performed within domestic premises (i.e. Home Offices) rather than in commercial premises (i.e. Small Offices). This gives rise to area u of Figure 7.

It is noted that area z of Figure 7 can also be applied to roads and railways: by their very nature, roads and railways pass either by or through all areas of designated land use (often being the boundary between the separated areas of designated land use) and hence experience phenomena and a severity of phenomena from each archetype. The range and severity of phenomena will vary from location to location, depending upon the adjacent land use. These phenomena are in addition to any intrinsic phenomena associated with the road and railways: for example, the railways will have phenomena associated with signalling systems and the use of large electrical traction systems.

It is on this basis that this section describes the essential properties of the three archetypes.

8.3 Residential location class

8.3.1 Description of residential locations

In accordance with Figure 7, the Residential location exists in an area of land designated for the construction of domestic dwellings. The function of a domestic dwelling is to provide a place for one or more people to live.

The domestic dwelling delivers a number of functions that may employ electrical or electronic equipment. These functions include:

- the provision of either heating or cooling (depending upon the prevailing environment);
- the provision of light;
- the provision of hot water for the purposes of maintaining personal hygiene.

The domestic dwelling also supports a number of activities that may employ electrical or electronic equipment. Such activities include:

- the storage and preparation of food;
- the cleaning and drying of clothing;
- the operation of IT equipment
- the consumption of broadcast or streamed entertainment services;

A dwelling can be a single, separate building (as in a detached house) or a separate section of a larger building (as in an apartment in an apartment block).

This section considers the electromagnetic environment within a domestic dwelling. The approach taken is to treat the individual dwelling as an item of electrical or electronic equipment. This allows the dwelling to have the standard IEC ports.

8.3.2 Equipment typical to the residential location

Any equipment within the Residential location is connected to the internal low voltage power supply network via either transformer-based or Switched Mode power supplies.

The Residential Location is characterised by the ad hoc location of electrical and electronic equipment performed by the residents. Equipment items can therefore be placed very near to/in contact with one another in certain high density locations. These locations include:

- the home office desk, with PC located on/below the desk; VDU, speakers, printer, wireless keyboard and wireless mouse located on the desktop; portable telephone handset and/or cellular telephone handset located on the desktop, near to or in physical contact with one of the items;
- the 'adolescent's bedroom', that may contain the above described home office desk in addition to a TV set with DVD/VCR and games console.

High density locations typically access the internal low voltage power supply network via a single outlet socket that is fitted with a distribution board/power strip.

A non-exhaustive list of the types of equipment present and operated within the residential location is presented in Table 39. The equipment has been categorised according to function.

Table 39 – Exemplary equipment present in the residential location class

Equipment Function	Examples
Food preparation/Storage	Storage: Refrigeration and/or Freezing Preparation: Microwave Oven, Electric Oven, Electric hob, Electric Induction heating, Gas Oven, Gas Hob with electrostatic ignition Preparation: Toaster, Water kettle, Rice cooker, steamer, bread-maker, ice-cream maker, waffle iron, sandwich toaster, food processor, steamer, deep fat fryer
Environmental	Lighting: Fluorescent lighting, dimmer switches, LV transformers - halogen lamps Heating: Central heating system and electronic controller
Cleaning	Washing Machine, Drying Machine (separate or integrated), Vacuum Cleaner, Floor Polisher, Dishwasher
HVAC and Sanitation	Power Shower, Electronic toilet, Stair Lift, Tanning booth, Electric Blanket, Medical Equipment
Entertainment	TV broadcast receiver (terrestrial - analogue + digit) Radio broadcast receiver (terrestrial - analogue + digital) VCR/DVD/Personal or Digital Video Recorder (PVR or DVR) Associated equipment - surround sound speakers & amplifiers Hi Fi (networked and non-networked) Games consoles (networked and non-networked) Electronic toys/Cybertoy Remote controlled toys
IT	PC Wireless mouse/keyboards Home Network Equipment Home Gateway, Wireline/wireless items, PLT
Security	Cameras/camera networks Wireless gate/garage locks

8.3.3 Boundaries relevant for equipment operated at residential locations

The domestic dwelling has the following separate wireline infrastructure:

- low-voltage power supply distribution network;
- telephony extension wiring;
- coaxial distribution network.

Hence conducted environments are required for each infrastructure.

Some dwellings are supplied by their own generator.

The domestic dwelling can possess the following internal infrastructure:

- low-voltage power supply distribution network;
- telephony extension wiring;
- coaxial distribution network;
- LAN cabling;
- water distribution network;
- room lighting units;
- heating/ventilation/air-conditioning units.

Internal infrastructure may be installed either during the construction of the dwelling or subsequently during a refit/remodelling exercise.

The enclosure port of the dwelling is therefore the dwelling boundary. When the dwelling consists of a single, separate building (as in a detached house) the Enclosure port is the outer walls of the building. When the dwelling is a separate section of a larger building (as in an apartment in an apartment block), the enclosure port is the boundary (walls, ceiling and floor) to the dwelling.

8.3.4 Interfaces and ports to residential locations

The domestic dwelling can possess a number of external ports that connect internal infrastructure with external infrastructure as listed in the following antenna ports.

Reception antennas:

- internal coaxial distribution network that is connected to an external VHF **broadcast radio reception antenna**;
- internal coaxial distribution network that is connected to an external UHF terrestrial broadcast TV reception antenna;
- internal coaxial distribution network that is connected to an external coaxial distribution network and ultimately an external CATV broadcast reception antenna(s);
- internal coaxial distribution network that is connected to an external SHF satellite broadcast TV reception antenna;
- internal coaxial distribution network that is connected to an external xHF broadcast radio reception antenna.

Broadcast antennas:

- internal coaxial distribution network that is connected to an external Licensed Amateur radio antenna;
- internal coaxial distribution network that is connected to an external Licensed Citizen's Band (CB) antenna;
- internal coaxial distribution network that is connected to an external satellite-based internet access.

Power ports:

- internal low-voltage power supply distribution wiring that is connected to an external low voltage AC power distribution network.

Signal ports:

- Internal telephony extension wiring that is connected to an external wireline telecommunications network;
- Internal coaxial distribution network that is connected to an external cable TV distribution network.

8.3.5 Attributes of residential locations

In addition to the more or less general characterization of residential locations attributes can be used to conclude more quantitatively on the compatibility levels present at a residential location. Table 40 gives a list of attributes applicable to the residential location class.

Table 40 – Attributes of the residential location class

Ports	Attributes	General
	External environment ^a	
Enclosure	Amateur radio further than 100 m ^b	X
	CB Radio further than 20 m ^b	X
	Broadcast transmitter operating below 1,6 MHz further than 5 km ^b	X
	FM and TV transmitters further than 1 km ^b	X
	Cellular communication systems with remote basestation further than 200 m (hand-held transceivers, e.g. GSM, WiMAX etc.) ^b	X
	Paging systems, base stations, further than 1 km ^b	X
	Aviation RADAR further than 5 km ^b	X
AC Power	Feeding MV- or HV-line further than 20 m ^b	X
Signal	Telecommunication line ^c	X
	Cable TV ^d	X
	Internal environment ^e	
Enclosure	Cellular communication systems with external basestation (hand-held transceivers, e.g. GSM, etc.) ^f	X
	Portable communication systems with internal base-station (hand-held transceivers, mobile phones i.e. CT, CT2, DECT, Bluetooth, Wi-Fi etc) ^g	X
	High concentration of multimedia and household equipment	X
	Presence of microwave oven up to 1,5 kW	X
	Presence of medical equipment (Group 2 according to CISPR 11) further than 20 m ^b	X
	Proximity to MV/LV sub-stations further than 20 m ^b	X
	Proximity to arc welders (mobile) further than 20 m ^b	X
	Proximity to HV sub-stations further than 100 m ^b	X
AC Power	AC cabling LV	X
	High concentration of switched mode power supplies	X
Signal	Existence of PLT equipment	X
	Lines < 30 m ^h	X
	Lightning exposure	X

^a This portion of the table presents contributors to the electromagnetic environment within a location class that are located external to the location.

^b	If the stated separation is fulfilled, the radiated field strength will not exceed the compatibility level given in Table A.1, otherwise the compatibility level needs to be adjusted.
^c	This assumes a UTP connection from the PSTN.
^d	This assumes a coaxial cable entering the location.
^e	This portion of the table presents contributors to the electromagnetic environment within a location class that are located internal to the location.
^f	This deals with the radiated signal from the handheld transceivers located within the location class.
^g	This deals with the radiated signal from both: the handheld transceivers and the base stations located within the location class.
^h	This includes: Ethernet, security systems.

8.4 Commercial/public location class

8.4.1 Description of commercial/public locations

Commercial / Public location is defined as the environment in areas of the centre of city, offices, public transport systems (road/train/underground), and modern business centre containing a concentration of office automation equipment (PCs, fax machines, photocopiers, telephones, etc.). The following areas correspond to this environment:

- retail outlets, for example shops, supermarkets;
- business premises, for example offices, banks; data centres (server farms);
- area of public entertainment, for example cinemas, public bars, dance halls;
- places of worship (e.g. temples, churches, mosques, synagogues);
- outdoor locations for example petrol stations, car parks, amusement and sports centres.

8.4.2 Equipment and interference sources existent in commercial/public locations

Commercial/public locations are characterised by a high density of varying items of equipment installed and brought in by the public. Generally, the items of equipment provide a service for many users and can be operated simultaneously, and some of these might act as an adverse interference source. The electromagnetic environment in commercial/ public is not constant but varies as a function of time depending on the functional use of the installation. A non-exhaustive list of equipment typically operated in a commercial/public location is given as follows:

- Information Technology Equipment: A variety of fixed and mobile information technology equipment including but not limited to: mobile communication items, video information display systems, public address systems, audio frequency inductive loops, general IT equipment, POS terminals, audio frequency information systems (i.e. help points);
- Transportation Equipment: trams, buses, cars;
- Lifts and Escalators;
- Power equipment: low and medium voltage power equipment, power generators, UPS.

8.4.3 Boundaries relevant for equipment operated at commercial/public locations

There are several types of boundaries that should be considered for equipment used in commercial locations.

Boundaries of the commercial/public location with respect to the external environment:

- Separation by spatial conditions as fences, walls, or partitions;
- Separation by electrical conditions by the sub-stations that connect the commercial/public network to the other network;

- Separation by organizational conditions that controls access to the location of the installation.

The disturbances at those boundaries make up one part of the total electromagnetic environment to which an item of equipment is exposed at a commercial/public location.

The other part of the resultant electromagnetic environment is made up by the items of equipment in the location itself. The operation of those items of equipment causes electromagnetic disturbances forming a total disturbance level in the installation. The levels of disturbances as well as their characteristics might be affected by the placement of equipment and its installation conditions.

Boundaries of the commercial/public location with respect to the internal environment:

- Separation by different power supplies;
- Deliberate spatial separation of items of equipment;
- Deliberate spatial separation of connection lines.

8.4.4 Interfaces and ports to commercial/public locations

At commercial/public location boundaries there exist interfaces/ports through which electromagnetic phenomena may propagate. In case of an enclosure port such propagation is radiated electromagnetic fields whereas in the case of an AC port the propagation is one of electromagnetic conducted disturbances.

Commercial/public locations share boundaries with other such locations as well as with residential and industrial locations. The interfaces shared with these external environments are:

- Enclosure
- AC Port
- DC Port
- Signal Port (incl. telecommunication port)

There are equally interfaces with equipment installed within the same commercial/public location, such interface ports include:

- Enclosure
- AC Port
- DC Port
- Signal Port (incl. telecommunication port)
- Earth Port (incl. both, functional and safety earth port)

8.4.5 Attributes of commercial/public locations

In addition to the more or less general characterization of commercial/public locations attributes can be used to conclude more quantitatively on the compatibility levels present at a commercial/public location. Table 41 gives a list of attributes applicable to the commercial/public location class. The description by means of attributes further allows taking into account specific aspects of various locations of the commercial/public location class. The following table gives a list of attributes applicable to

- commercial locations;
- general public locations (park, amusement facilities, public offices, etc) ;
- public hospital, educational institution (school, university, college, etc);
- public traffic area, railway stations, and airport.

The difference in these locations of the commercial/public location class refers mostly to one or two electromagnetic phenomena only. Hence a specific commercial/public location can essentially be described by the attributes of the commercial/public general type with a modification referring to some specific electromagnetic phenomena which are more or less distinct in the specific commercial/public location.

Table 41 – Attributes of various types of the commercial/public location class

Ports	Attributes	Commercial	Public/General	Public/Hospital	Public/Traffic
	External environment ^a				
Enclosure	Amateur radio further than 20 m ^b	X	X	X	X
	CB Radio further than 20 m ^b	X	X	X	
	CB Radio between 5 and 20 m				X
	Broadcast transmitter operating below 1,6 MHz further than 5 km ^b	X	X	X	X
	FM and TV transmitters further than 1 km ^b	X	X	X	X
	Cellular communication systems with remote base station further than 200 m (hand-held transceivers, e.g. GSM, WiMAX etc.) ^b	X	X		
AC Power	Feeding MV- or HV-line ^b			X	X
Signal	Telecommunication line ^c	X	X	X	X
	Internal environment ^d				
Enclosure	Paging systems ^f	X	X	X	X
	Portable communication systems (hand-held transmitters, mobile phones) ^{e, f}	X	X	X	X
	Limited/Controlled use of portable communication systems ^b			X	X
	High concentration of ISM equipment (Group 1 according to CISPR 11) ^b			X	
	Proximity to low-power ISM equipment (Group 2 according to CISPR 11), typically less than 1 kW ^b	X	X	X	X
	Proximity to high-power ISM equipment (Group 2 according to CISPR 11), typically more than 1 kW ^b			X	
	Proximity to LV and MV sub-stations closer than 20 m ^b			X	X
	Proximity to HV sub-stations closer than 20 m ^b				X
	Proximity of medium-voltage and high-voltage lines closer than 20 m ^b		X	X	X
	Proximity to arc welders (mobile) ^b				X
	Proximity to arc welders closer than 20 m ^b				
AC Power	AC cabling LV ^b	X	X	X	X
	AC cabling MV ^b			X	X
	AC bus bar systems ^b			X	X
	Large power drive systems (> 16 A per phase) ^b			X	X

Ports	Attributes	Commercial	Public/General	Public/Hospital	Public/Traffic
DC Power	Switching of inductive or capacitive loads				X
	Possibility of high fault currents				X
	High inrush loads				X
	DC distribution system			X	X
Signal	Switching of inductive or capacitive loads				X
	High inrush loads				X
	Long lines (> 30m) ^g	X	X	X	X
	Conduit runs likely	X	X	X	X
Earth	Separation of different cable categories by distance	X	X	X	X
	Lightning exposure	X	X	X	X
	Overvoltage / lightning protection			X	X
	Equipotential bonding system			X	X
	Extensive ground mats, generally well controlled			X	X
	Possibility of large ground fault currents				X
^a This portion of the table presents contributors to the electromagnetic environment within a location class that are located external to the location. ^b If the stated separation is fulfilled, the radiated field strength will not exceed the compatibility level given in Table A.1, otherwise the compatibility level needs to be adjusted. ^c This assumes a UTP connection from the PSTN. ^d This portion of the table presents contributors to the electromagnetic environment within a location class that are located internal to the location. ^e This deals with the radiated signal from the handheld transceivers located within the location class. ^f This deals with the radiated signal from both: the handheld transceivers and the base stations located within the location class. ^g This includes: Ethernet, security systems.					

8.5 Industrial location class

8.5.1 Description of industrial locations

Industrial locations can generally be described by the existence of an installation with one or more of the following characteristics:

- industrial and scientific equipment is operated;
- a lot of items of equipment are installed and connected together and work simultaneously;
- significant amount of electrical power is generated, transmitted and/or consumed;
- installation is supplied from a dedicated high or medium voltage transformer;
- installation follows guidelines (e.g. installation of equipment, maintenance, operations);
- external influences are less dominant (because the disturbances are mostly produced by equipment of the industrial location itself).

The last characteristic stresses the fact that the electromagnetic environment at an industrial location is predominantly produced by the equipment and installation present at the location rather than by influences external to the industrial installation.

The above characteristics do not apply to any industrial installation in the same extent. There are types of industrial installations where some of the electromagnetic phenomena appear in

a more severe degree, for example high levels of radiated electromagnetic disturbances are more likely to be expected in industrial installations where ISM equipment is operated that uses radiofrequency for treatment of material. On the other hand there are also types of industrial installations where some of the electromagnetic phenomena appear in a less severe degree, for example when installation conditions are maintained preventing an electromagnetic phenomenon to appear, or if it appears then only with a reduced amplitude. This situation can be expressed and described by attributes specific for various locations of the industrial location class (see 8.5.5)

Industrial locations exist in case for the following exemplary installations: Metalworking, pulp and paper, chemical plants, car production, power stations, sub-stations.

8.5.2 Equipment and interference sources existent in industrial locations

Industrial installations are characterized by the fact that many items of equipment are installed together, being operated simultaneously, and some of those might act as severe interference source. A non exhaustive list of equipment typically operated in an industrial location is given as follows:

- equipment which generates and/or uses locally radiofrequency for industrial, scientific or similar purposes
 - general: laboratory equipment, scientific equipment, semiconductor converters, industrial electro-heating equipment with operating frequencies less than or equal to 9 kHz, machine tools, industrial process measurement and control equipment, semiconductor manufacturing equipment;
 - detailed: signal generators, measuring receivers, frequency counters, flow meters, spectrum analysers, weighing machines, chemical analysis machines, electronic microscopes, switched mode power supplies and semiconductor converters, semiconductor rectifiers/inverters, resistance heating equipment with built-in semiconductor AC power controllers, arc furnaces and metal melting ovens, plasma and glow discharge heaters, X-ray diagnostic equipment, computerised tomography equipment, patient monitoring equipment, ultrasound diagnostic and therapy equipment, ultrasound washing machines, regulating controls)
- equipment which generates and/or uses radiofrequency energy for the treatment of material, for inspection/analysis or for similar purposes
 - general: Microwave-powered UV irradiating apparatus, microwave lighting apparatus, industrial induction heating equipment operating at frequencies above 9 kHz, induction cookers, dielectric heating equipment, industrial microwave heating equipment, electric welding equipment, electro-discharge machining (EDM) equipment
 - detailed: Metal melting, billet heating, component heating, soldering and brazing, arc welding, arc stud welding, resistance welding, spot welding, tube welding, wood gluing, plastic welding, plastic preheating, food processing, biscuit baking, food thawing, paper drying, textile treatment, adhesive curing, material preheating, short-wave diathermy equipment, microwave therapy equipment, magnetic resonance imaging (MRI), medical HF sterilizers, high frequency (HF) surgical equipment, crystal zone refining

8.5.3 Boundaries relevant for equipment operated at industrial locations

There are several types of boundaries relevant to be considered for equipment used in industrial locations.

Boundaries of the industrial location with respect to the external environment:

- separation by spatial conditions as fences or walls;
- separation by electrical conditions as the sub-stations which connect the industrial network to the public one;

- separation by organizational conditions as controlled access to the location of the installation.

The disturbances at those boundaries make up one part of the total electromagnetic environment to which an item of equipment is exposed at an industrial location.

The other part of the resultant electromagnetic environment is made up by the items of equipment in the installation itself. The operation of those items of equipment causes electromagnetic disturbances forming a total disturbance level in the installation. The levels of disturbances as well as their characteristics might be affected by the placement of equipment and its installation conditions.

Boundaries of the industrial location with respect to the internal environment:

- separation by different power supplies;
- deliberate spatial separation of items of equipment;
- deliberate spatial separation of connection lines.

NOTE Defining and deliberately introducing boundaries within an industrial installation could be established by introducing a zone concept.

8.5.4 Interfaces and ports to industrial locations

At boundaries which are relevant for equipment in industrial locations there exist interfaces/ports through which electromagnetic phenomena propagate. In case of an enclosure port such propagation is done by electromagnetic fields, in case of the AC port for example the propagation is done by conducted phenomena (e.g. surges, harmonics).

As in case of boundaries there exist interfaces/ports with respect to the external environment

- Enclosure
- AC port
- Signal port (incl. telecommunication port)

and interfaces ports between items of equipment within the industrial installation

- Enclosure
- AC port
- DC port
- Signal port (incl. telecommunication port)
- Earth port

8.5.5 Attributes of industrial locations

In addition to the more or less general characterization of industrial locations, attributes can be used to conclude more quantitatively on the compatibility levels present at an industrial location. Table 42 gives a list of attributes applicable to the industrial location class. The description by means of attributes further allows taking into account specific aspects of various locations of the industrial location class. The following table gives a list of attributes applicable to

- general industrial locations,
- heavy-industrial locations,
- process industry locations,
- power station and high-voltage substations.

The difference in those locations of the industrial location class refers mostly to one or two electromagnetic phenomena only. Hence a specific industrial location can essentially be described by the attributes of the general type with a modification referring to some specific electromagnetic phenomena which are more or less distinct in the specific industrial location.

Table 42 – Attributes of various types of the industrial location class

Ports	Attributes	General	Heavy	Process	Power
	External environment ^a				
Enclosure	Amateur radio further than 20 m ^b	X	X	X	X
	Broadcast transmitter operating below 1,6 MHz further than 5 km ^b	X	X	X	X
	FM and TV transmitters further than 1 km ^b	X	X	X	X
	Industrial area with limited access		X	X	X
	HV / MV sub-station close to sensitive area	X	X		X
	Cellular communication systems with remote base station further than 200 m (hand-held transceivers, e.g. GSM, WiMAX etc.) ^b	X	X	X	X
	Paging systems, base stations, further than 100 m ^b	X	X		X
	Aviation RADAR further than 5 km ^b	X	X	X	X
AC Power	Feeding MV- or HV-line ^b	X	X	X	X
Signal	Telecommunication line ^c	X	X	X	X
	Inside Installation ^d				
Enclosure	Paging systems ^f	X	X		X
	Portable communication systems (hand-held transmitters, mobile phones) ^{e, f}	X	X		
	Limited/Controlled use of portable communication systems ^b			X	X
	Presence of low power (< 100 mW) items using ISM frequencies according to CISPR 11 ^b			X	
	High concentration of ISM equipment (Group 1 according to CISPR 11) ^b	X	X	X	X
	Proximity to low-power ISM equipment (Group 2 according to CISPR 11), typically less than 1 kW ^b	X	X		
	Proximity to high-power ISM equipment (Group 2 according to CISPR 11), typically more than 1 kW ^b		X		
	Proximity to LV/MV sub-stations closer than 20 m ^b	X	X		X
	Proximity to arc welders (mobile) ^b		X		
	Proximity to arc welders ^b		X		
	Proximity to HV sub-stations ^b				X
	Proximity of medium-voltage and high-voltage lines closer than 20 m ^b		X		X
	Pipe heating systems ^b			X	
AC Power	AC cabling LV ^b	X	X	X	X
	AC cabling MV ^b		X	X	X
	AC bus bar systems ^b		X		X
	Large power drive systems (> 16 A per phase) ^b		X	X	
	Power factor correction			X	

Ports	Attributes	General	Heavy	Process	Power
	Possibility of high fault currents		X		X
	Arc furnaces		X		
DC Power	Switching of inductive or capacitive loads	X	X		
	High-inrush loads		X		
	DC distribution systems	X	X	X	X
	Rectifier		X	X	
Signal	Switching of inductive or capacitive loads		X	X	X
	High inrush loads		X		
	Outdoor exposure			X	X
	Long lines (> 30 m) ^g	X	X	X	X
Earth	Conduit runs likely	X	X	X	X
	Separation of different cable categories by distance			X	X
	Lightning exposure	X	X	X	X
	Overvoltage / lighting protection			X	X
	Equipotential bonding system	X		X	X
	Extensive ground mats, generally well controlled			X	X
	Metallic structures			X	X
	Interconnected separate ground mats			X	
	Large ground loops		X		
	Possibility of large ground fault currents		X	X	X
^a This portion of the table presents contributors to the electromagnetic environment within a location class that are located external to the location. ^b If the stated separation is fulfilled, the radiated field strength will not exceed the compatibility level given in Table A.1, otherwise the compatibility level needs to be adjusted. ^c This assumes a UTP connection from the PSTN. ^d This portion of the table presents contributors to the electromagnetic environment within a location class that are located internal to the location. ^e This deals with the radiated signal from the handheld transceivers located within the location class. ^f This deals with the radiated signal from both: the handheld transceivers and the base stations located within the location class. ^g This includes: Ethernet, security systems					

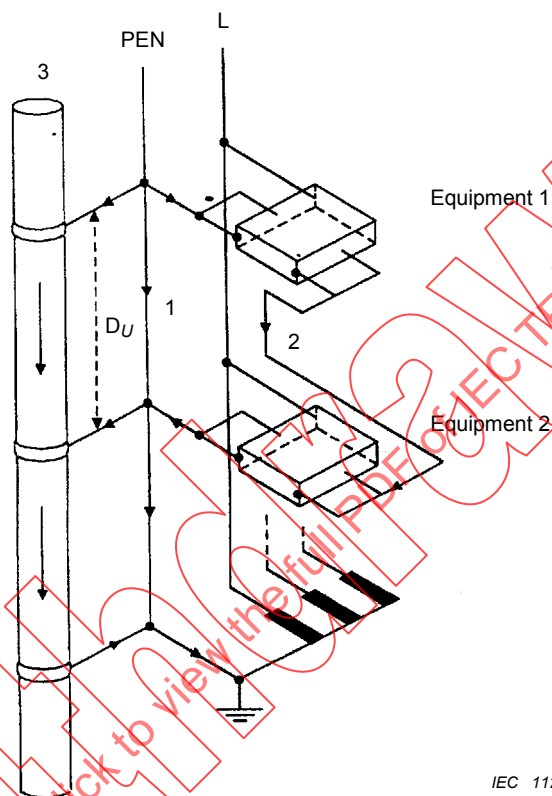
8.6 Types of power supply networks

Power supply networks build an essential part of electrical installations, beside the electrical and electronic components, items of equipment, apparatuses or systems used therein. Though the purpose of such networks is to provide equipment with electrical power, they show also characteristics in terms of EMC. Depending on the type of power supply network, for example disturbances in the grounding system can be produced or the possibility and efficiency of EMC measures can be affected. In this respect the actual type of a power supply network has to be considered as a factor contributing to the electromagnetic environment.

There are several types of power networks and they can be distinguished with respect to their earthing arrangements (see IEC 60364-4-44). In case of earthed systems, i.e. systems which are connected at least at one network point to a local reference earth, mainly two types of low voltage installations exist.

The first type is schematically shown in Figure 8 and is characterised by the fact that neutral (N) and protective conductor (PE) are combined together into only one conductor, the PEN conductor. In this type of power system (TN-C system) operating currents do not only use the

neutral conductor as return path, they use as a by-pass also all the conductive components of the grounding or equipotential bonding system. The extent of the operational currents in this by-pass arrangement depends in the ratio between its impedance related to that of the PEN conductor. As a result common mode currents in the power cables as well as currents in the by-pass arrangement occur with the consequential generation of power frequency magnetic fields (radiated low frequency phenomena, see 5.2). And furthermore the situation has to be taken into account that operating currents might flow in any circuits connected to the equipotential bonding system, such as the shields of signal cables (conducted low frequency phenomena, see 5.1).



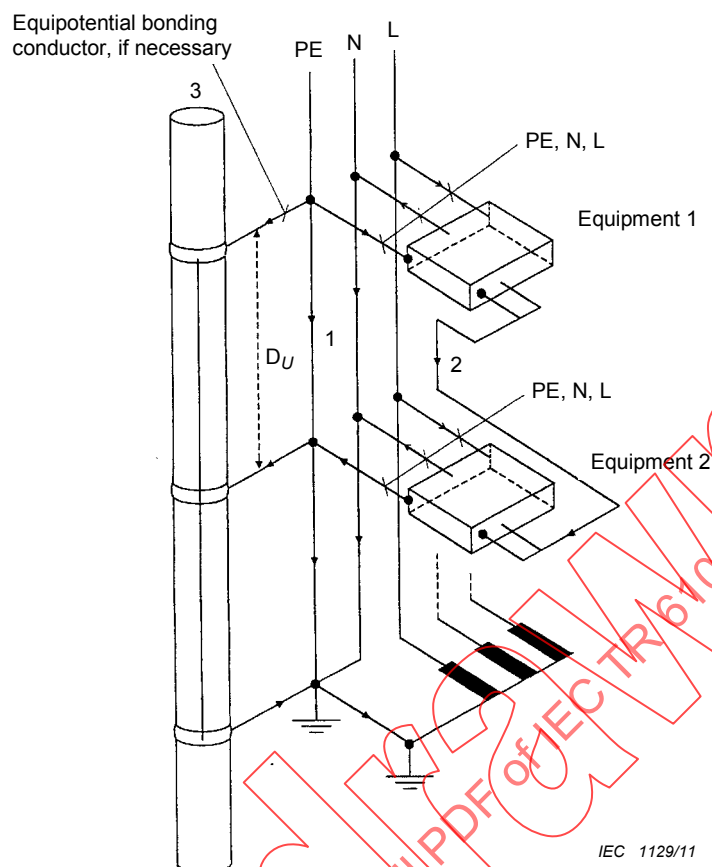
IEC 1128/11

Key

- 1 PEN conductor
- 2 Shielded interconnection cable
- 3 Metallic structure of the equipotential bonding system

Figure 8 – Situation for TN-C power installation systems

From an EMC point of view the second type of low-voltage installation should be preferred, i.e. the TN-S system. It is schematically shown in Figure 9 and here the neutral and protective earth conductors are strictly separated except at one point where both are connected but only once – for example at the low-voltage transformer or at the switchgear board. This type of installation prevents operational current from flowing outside the phase and neutral conductors. Therefore the equipotential bonding system is free of operational currents and no effects such as significant low frequency conducted and radiated phenomena are to be expected.



Key

- 1 PE conductor
- 2 Shielded interconnection cable
- 3 Metallic structure of the equipotential bonding system

Figure 9 – Situation for TN-S power installation systems

8.7 Alterations in electromagnetic environments

The electromagnetic environment at a location is likely to experience variations in its electromagnetic profile due to a variety of reasons. The variations experienced may be exemplified by an increase in the amplitude of electromagnetic disturbances, the presence of electromagnetic phenomena not previously observed at the location, a deterioration of equipment emissions (due to ageing etc), variation in the physical environmental conditions (i.e. temperature, dust, humidity etc.) of the location, etc.

System integrators and equipment installers are advised to undertake a critical review of the electromagnetic environment of their intended installation and/or undertake an electromagnetic site survey at regular intervals to ensure that the electromagnetic profile of the intended location is duly represented in the equipment EMC specification.

8.8 Further conducted electromagnetic phenomena

8.8.1 Description of conducted phenomena other than in Clauses 4 and 5

Both transient and continuous signals can be coupled directly or indirectly on conducting metallic wires and cables. The signals (voltages) can be coupled as differential signals between individual wires or as common mode voltages with respect to a reference plane, typically called ground. The sources in a location can be other equipment connected to the

same wires and cables. It may also be coupled from one wire/cable to another wire/cable by electromagnetic fields.

The wire/cable lengths and separation distances are a major factor that influence the levels defined in the different location classes.

8.8.2 REIN

Repetitive Electrical Impulse Noise (REIN) is the term given to a specific phenomenon that creates both a conducted and radiated disturbance to the local electromagnetic environment.

The disturbance is characterized by a burst of noise that lasts for up to 100 µs and has a repetition frequency equal to twice the fundamental frequency of the local power network. Thus, where the fundamental frequency of the power network is 50 Hz, the REIN repetition frequency is 100 Hz (i.e. 10 ms between the onset of each burst); where the fundamental frequency of the power network is 60 Hz, the REIN repetition frequency is 120 Hz (i.e. 8.3 ms between the onset of each burst).

The conducted disturbance level is highest on LV power distribution installation, where it appears as both a common mode and differential mode disturbance. The conducted disturbance is launched onto the LV power distribution installation by attached electrical and/or electronic equipment.

The conducted disturbance level is lower on telephony distribution installation, where it again appears as a common mode and differential mode disturbance. For the telephony distribution installation, the disturbance level of the common mode disturbance is higher than that of the differential mode. This pattern indicates that common mode disturbance is coupled onto the telephony extension installation from adjacent sections of the LV power distribution installation; the differential mode disturbance arises as a result of modal conversion of the coupled common mode disturbance by the unbalance about earth of the telephony distribution installation.

Hence all items connected to the building's telephony distribution installation (i.e. voice telephony items, data modems, fax machines etc.) will experience a simultaneous common mode and differential mode input conducted disturbance to the signal port.

The PSD of the differential mode conducted disturbance on the telephony distribution installation is as follows:

$$Noise_{REIN}(f) = \begin{cases} -86 \text{ dBm/Hz}; & f < 316 \text{ kHz} \\ \max\left(-86 - 80 \log_{10}\left(\frac{f(\text{MHz})}{0.316 \times 10^6}\right), -116 \text{ dBm/Hz}\right) & 316 \text{ kHz} < f \leq 750 \text{ kHz} \\ -116 \text{ dBm/Hz} & 750 \text{ kHz} < f < 2.2 \text{ MHz} \\ \max\left(-116 - 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{f(\text{MHz})}{2.2 \times 10^6}\right), -150\right) & f \geq 2.2 \text{ MHz} \end{cases} \quad (2)$$

The PSD of the common mode conducted disturbance on the telephony distribution installation is -40 dBm/Hz in the frequency range from 150 kHz to 30 MHz.

The radiated disturbance is produced by the common mode current that is induced upon the building's LV power and telephony distribution installation. This common mode disturbance is free to propagate throughout the building's distribution installation and along the external infrastructure connected to the building.

8.8.3 SHINE

Single High Intensity Noise Event (SHINE) is the term given to a specific phenomenon that creates both a conducted and radiated disturbance to the local electromagnetic environment.

The disturbance is characterised by a burst of noise that lasts up to 4 s.

The conducted disturbance level is higher on LV power distribution installation, where it appears as both a common mode and differential mode disturbance. The conducted disturbance is launched onto the LV power distribution installation by attached electrical and/or electronic equipment.

The conducted disturbance level is lower on telephony distribution installation, where it again appears as a common mode and differential mode disturbance. For the telephony distribution installation, the disturbance degree of the common mode disturbance is higher than that of the differential mode. This pattern indicates that common mode disturbance is coupled onto the telephony extension installation from adjacent sections of the LV power distribution installation; the differential mode disturbance arises as a result of modal conversion of the coupled common mode disturbance by the unbalance about earth of the telephony distribution installation.

Hence all items connected to the building's telephony distribution installation (i.e. voice telephony items, data modems, fax machines etc.) will experience a simultaneous common mode and differential mode input conducted disturbance to the signal port.

The PSD of the differential mode conducted disturbance on the telephony distribution installation is -86 dBm/Hz between 138 kHz to 7 MHz

The PSD of the common mode conducted disturbance on the telephony distribution installation is -40 dBm/Hz in the frequency range from 150 kHz to 30 MHz.

The radiated disturbance is produced by the common mode current that is induced upon the building's LV power and telephony distribution installation. This common mode disturbance is free to propagate throughout the building's distribution installation and along the external infrastructure connected to the building.

8.9 Mitigation aspects

When considering disturbance voltages, the differential mode (or normal mode or symmetrical) voltage is the voltage occurring between two current-carrying conductors. The common mode (or asymmetrical) voltage is the average of the voltages of the considered conductors (at least two) and the chosen reference. This reference can be a safety earth wire, a water pipe, an instrument rack, a chassis, etc. The asymmetrical voltage is measured between one of the considered conductors and the chosen reference. The three types of voltages are not independent. For example, in the case of two "hot" conductors and a reference, the difference vector between the two asymmetrical voltage vectors gives the differential mode voltage, while half of the vector sum of these two voltages gives the common mode voltage. Hence, the phase angle * between the asymmetrical voltages strongly determines the amplitudes of the differential and common mode voltages relative to the asymmetrical voltages.

An important aspect of designing systems for electromagnetic compatibility is to recognize that significant voltage differences can exist between the conductors of different systems, such as the power system and a data link system. These voltage differences are determined by the amplitudes of the disturbances occurring in the respective system, and the bonding and grounding practices mandated and implemented, or existing by default at the particular site. The disturbance degrees cited in clause 5, especially for a.c. mains, are given for "no protective devices installed" cases.

However, protective schemes, such as filters or surge protective devices installed at the mains port of the equipment, can produce changes in the voltage difference between protective earth conductors and local “ground” at the site of the equipment. This situation motivates consideration of a reference medium with disturbance voltages applicable to reference conductors belonging to different systems, where each can have its own (and different) ground or earth reference.

In the location tables shown in Annex A, disturbance degrees have been selected to define the environment levels recommended for several location classes. These disturbance degrees, resulting from their sources, have been defined in Clauses 5, 6 and 7. For each location class, a listing of the major electromagnetic attributes of that location, together with necessary explanatory notes is given in 8.1 through 8.5.

8.10 Description of location classes with regard to the requirements of EMC basic standards

The electromagnetic environment at a location of interest is a fact on its own and in most cases it can not be related one-to-one to the descriptions of electromagnetic phenomena as they are given for example in EMC basic standards of the IEC 61000-4 series. The detailed manifestation of electromagnetic phenomena depends on many parameters and conditions, such as the electromagnetic characteristics of equipment operating at a location of interest or the installation practice applied and in most cases those phenomena do not show the same characteristics as described in an EMC basic standard.

However, when immunity requirements are to be specified that reflect the stress due to an electromagnetic environment, it is in most cases not a practical approach to develop new immunity tests which consider the particular manifestation of electromagnetic phenomena at a location of interest. Such specific immunity tests would consider a single situation at a single point in time only.

On the other hand, there are already a lot of standardized immunity tests available, such as those of the IEC 61000-4 series. In many cases it can be taken advantage of those EMC basic standards when their immunity tests reflect the electromagnetic phenomena at a location of interest in a certain extent. This means that such standardized tests can be used, either directly or partly modified, to conclude on corresponding immunity requirements. Hence in many cases an approach might be followed where the stress due to an electromagnetic environment is reflected by the application of appropriate immunity standards. Table 43 provides an overview of the electromagnetic phenomena as compared to EMC basic standards.

NOTE The assessment of the extent to which a standardized immunity test reflects an electromagnetic phenomenon in real environment represents a crucial task and needs careful evaluation.

As the various location classes are characterized by different electromagnetic phenomena, different with respect to their occurrence as well as different with respect to their disturbance degrees, different immunity requirements result for equipment intended to be used at those various location classes and hence different sets of EMC basic standards may apply, also different in the applied immunity test level. Special attention, however, should be paid to the fact if equipment is intended to be used at locations which are assigned to different location classes.

Table 43 – Overview of phenomena versus basic standard, related table and chapter

Phenomena		Basic test standard	Table	Subclause	Remark
LF-conducted					
Power supply networks	Harmonics	IEC 61000-4-13	2	5.1.1	IEC 61000-2-2 IEC 61000-2-4 IEC 61000-2-12
	Voltage amplitude variations	IEC 61000-4-14	3	5.1.2.1 a)	IEC 61000-2-4
	Voltage dips	IEC 61000-4-11	None	5.1.2.1 b)	
	Voltage interruptions	IEC 61000-4-11	None	5.1.2.1 c)	
	Voltage unbalance	IEC 61000-4-27	4	5.1.2.1 d)	IEC 61000-2-2 IEC 61000-2-4 IEC 61000-2-12
	Voltage frequency variations	IEC 61000-4-28	5	5.1.2.2	IEC 61000-2-2 IEC 61000-2-4 IEC 61000-2-12
Power supply networks	Common mode voltages	IEC 61000-4-16	6	5.1.3	
	Signalling voltage 0,1 kHz -3 kHz	IEC 61000-4-13	7	5.1.4	EN 50065
	Induced LF	IEC 61000-4-16	7		EN 50065
	DC in AC networks		None	5.1.7	
Signal and control cables	Induced LF (normal conditions)	IEC 61000-4-16	8	5.1.6	
	Induced LF (fault conditions)	IEC 61000-4-16	8	5.1.6	
LF – radiated					
LF magnetic field	DC	IEC 61000-4-8	9	5.2.1	
	Railway	IEC 61000-4-8	9	5.2.1	
	Power system	IEC 61000-4-8	9	5.2.1	
	Power system harmonics (n = harmonics)	IEC 61000-4-8	9	5.2.1	
	not power system related	IEC 61000-4-8	9	5.2.1	
LF electric field	DC lines		10	5.2.2	IEC 61000-2-3
	Railway (16 2/3 Hz)		10	5.2.2	
	Power system (50-60 Hz)		10	5.2.2	
HF phenomena					
Direct-conducted CW	PLT	IEC 61000-4-6	None	6.1.2	
HF-conducted induced CW	10 kHz -150 kHz	IEC 61000-4-6	11	6.1.3	
	0,15 MHz - 150 MHz	IEC 61000-4-6	11	6.1.3	
HF-conducted signalling	3 kHz -95 kHz		7	5.1.4	EN 50065
	95 kHz – 148,5 kHz		7	5.1.4	EN 50065
	148,5 kHz - 500 kHz		7	5.1.4	EN 50065
Unidirectional transients	Nanoseconds	IEC 61000-4-4	12	6.1.4	
	Microseconds, close	IEC 61000-4-5	12	6.1.4	
	Microseconds, distant	IEC 61000-4-5	12	6.1.4	
	Milliseconds	IEC 61000-4-5	12	6.1.4	

- a) the electromagnetic environment in which the item will be used;
- b) the criticality of the different possible interferences.

Different immunity characteristics might be appropriate for the different functions of a multi-function item. For instance, a safety-related function should have a higher immunity level than a convenience-related function. Therefore, a more rigorous approach should take into consideration the need for undisturbed operation of each function performed by an item. However, it would not be realistic to require this selective specification of immunity as a general requirement, because available data are generally insufficient or imprecise.

The choice of different immunity characteristics for different functions of the same item is relevant because of the statistical nature of an electromagnetic environment, an aspect of EMC which has been recently emphasized. It should be stressed that the proposed approach is not only relevant for very complex systems having many different functions.

9.2 Uncertainties

9.2.1 Uncertainties in the test situation

Immunity test levels are the levels to be considered in the test situation. A test level is the magnitude of a quantity as measured in a well-defined method in a well-defined setup. However, there are several kinds of uncertainties that can influence an immunity test (see for example IEC 61000-4-3 or CISPR 16-4-1):

- precision and calibration of instrumentation;
- definition of the test set-up;
- definition of the set-up of the equipment under test.

These uncertainties can be assessed by checking reproducibility of a given test, when all specifications in the relevant standards are fulfilled. Depending on the type of measurement being made, such uncertainties generally lie in the 1 dB to 6 dB range, according to the type of measurement and the quality of the specification contained in the standard. Note that some test set-ups and test methods may be subject to higher uncertainties, however, standards and methods of measurement are continuously being improved.

The relevance of an immunity test is strongly determined by the degree to which it is possible to represent the actual distribution of a particular disturbance in the equipment under test by means of a test source and coupling network(s) connected to some ports of the equipment under test.

9.2.2 Uncertainties in the application situation

In the application situation, uncertainties are mainly related to the likelihood of the occurrence of a strong disturbance source that was not expected to be there.

9.2.3 Dealing with uncertainties

Dealing with uncertainties should be affected by selection of appropriate margins between the expected level of disturbances and the immunity limit. One of these margins will be selected for each equipment function depending upon its criticality. The use of an item of equipment in any controlled or uncontrolled environment could also influence the choice of the margins. Therefore, an item of equipment can be tested at different levels for its different functions. The choice of the appropriate margin for each function should be carried out by the relevant IEC product committee.

9.3 Dealing with high density sources

There are occasions where the local electromagnetic environment is characterized by a high concentration of identical emission sources or a combination of multiple emission sources (i.e.

separate equipment items). The resultant electromagnetic field at such a location may be analysed as a superposition of the electromagnetic fields due to the individual emission sources provided the emissions sources operate at a common frequencies and in the same polarity (or where the unintentional emissions from the sources can be assumed to be identical). Where the emissions sources operate at different frequencies, common emission frequencies per polarity can be identified.

The superposition of the electromagnetic fields due to multiple emissions sources has the potential to produce a system emissions level that is greater than the system emissions limit (as defined in an applicable product standard or generic standard). Such a situation would result where the individual noise sources are not intentionally assembled together as a system but are installed in close proximity as individual systems. The peak of the resultant electromagnetic field at the observation point would be a function of the individual emissions amplitude and of the phase difference between the individual emissions and an agreed reference at the observation point. At the point of observation, the peak emission amplitude per frequency can be expressed mathematically as:

$$E_i(t) = E_{oi} \cos(\alpha \pm \omega t) \quad (3)$$

where

- $E_i(t)$ is the instantaneous radiated emission level due to the i^{th} radiated emission at time t , at the point of observation
- $E_{oi}(t)$ is the amplitude of the i^{th} radiated emissions at the point of observation
- α_i is the phase difference between the i^{th} radiated emission and some agreed reference at the point of observation.

In estimating the peak emission, consideration of the propagation path and the influence of physical boundaries on the field strength need to be taken into account.

Where individual noise sources are intentionally assembled together as a system at a location, the installer is bound by the local regulation to ensure that the installation complies with the relevant system emissions limit.

9.4 Criticality criteria

Several levels of criticality can be considered that involve all the consequences of an interference. Depending upon the nature and mission of the item and its associated equipment, criteria for the definition of criticality can include:

- *catastrophic interference*: interference which might cause death, or major injuries, or extensive damage, or might lead to other considerable detrimental consequences;
- *critical interference*: interference which can result in minor injuries or extensive damage to equipment, or might lead to other important detrimental consequences;
- *major interference*: interference which can result in minor permanent damage to equipment, or can lead to other moderate detrimental consequences;
- *minor interference*: interference which can cause temporary loss of performance, and can have other minor detrimental consequences;
- *inconsequential interference*: interference which only causes loss of performance within tolerances, and does not require human intervention.

From this classification, it is clear that the criticality of an interference depends not only on the item under consideration, but also on all interactions between the item and the outside world. It should be kept in mind that a minor interference for the item of interest could have catastrophic consequences for the system in which it is included (for example: interference on the communication system of an aeroplane).

Generalized performance criteria A, B and C as defined in the generic EMC standards and also the more precise performance criteria as defined in EMC product or product family standards are not related to functional safety aspects and should therefore not be used as performance criteria for safety related functions even if testing with increased test levels. Therefore a specific performance criterion FS is defined taking into account functional safety aspects.

10 Disturbance levels of the various location classes

Annex A shows three tables that describe the disturbance levels to be expected in the three location classes. All the electromagnetic phenomena relevant for a location class are considered as well as the ports applicable to those phenomena. The description of the disturbance levels is done by means of disturbance degrees.

In this Technical Report the maximum electromagnetic disturbance, obtainable at a particular location or at a port of an item, is expressed in terms of disturbance levels. The disturbance levels specified may therefore equate to that at which compatibility is assured (then representing compatibility levels) or may exceed the level at which compatibility is assured. Some of the tables within this Technical Report, therefore specify *compatibility levels* as disturbance levels, this is particularly true for tables dealing with low frequency conducted phenomena.

The entries showing the disturbance levels should be read in such a way that an electromagnetic phenomenon is typically to be expected at the relevant port and this with a typical maximum disturbance level indicated by the disturbance degree derived from the tables in Clause 5.

Example: Table A.3 shows that induced conducted high frequency disturbances (Line: “HF-conducted”) have to be taken into account on a.c. and d.c. power lines and on signal lines. Details concerning the phenomenon are described in 6.1.2 and Table 11. For those lines a disturbance degree of 4 should be considered. This means that corresponding immunity tests should have at least an immunity level of 10 V. The appropriate immunity test method can be derived from Table 39 to be IEC 61000-4-6.

The disturbance levels given in the tables in Annex A were derived on the basis of

- results of measurements (e.g. in the frame of site surveys);
- experience from the past;
- technical judgment in connection with engineering arguments.

Hence the disturbance levels should be looked at as typical values of disturbances to be typically expected in an electromagnetic environment. However, it should be kept in mind that those typical values are not necessarily the maximum or worst-case ones. There are installations for example with particular ISM equipment where much higher field strength levels might occur than described by means of disturbance degrees in a typical environment.

Annex A (informative)

Compatibility levels/disturbance levels for location classes

The tables of this annex give the compatibility levels/disturbance degrees for the phenomena relevant in the location class under consideration.

Tables A.1 to A.3 present the environment that assumes radio transmitters such amateur radio, paging systems, and CB are at least not normally located within the location or not closer than indicated in the tables in which the attributes of the location classes are described. If, however, such transmitters are located at the location the disturbance degree can be expected to increase, requiring that the compatibility level be re-assessed.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61000-2-5:2011

Table A.1 – Disturbance levels in the residential location class

Phenomenon		For details concerning phenomenon, see subclause	For details regarding disturbance degree, see Table	Disturbance degrees for each port								
				Enclosure	AC power	DC power	Signal	Earth				
LF-conducted	Harmonics	5.1.1	2	—	2	—	—	—				
	Power supply voltage amplitude variations	5.1.2.1	3	—	2	—	—	—				
	Power supply voltage unbalance	5.1.2.1	4	—	2	—	—	—				
	Voltage dips	5.1.2.1	4	—	a)	—	—	—				
	Short interruptions	5.1.2.1		—	a)	—	—	—				
	Power supply voltage frequency variations	5.1.2.2	5	—	2	—	—	—				
	Power supply network common mode voltages	5.1.3	6	—	1	—	—	—				
	Signalling	5.1.4	7	—	1	—	—	—				
	Induced low-frequency voltages	5.1.6	8	—	—	—	1	—				
	DC voltage in AC networks	5.1.7	9	—	b)	—	—	—				
	Magnetic fields	5.2.1		2	—	—	—	—				
	Electric fields	5.2.2	10	1	—	—	—	—				
HF-conducted	Direct conducted CW	6.1.2	11	—	b)	—	b)	—				
Induced CW	6.1.3	—		3	3	3	3	—				
	Transients – Unidirectional	6.1.4	12	—	2	1	1	—				
	Nanoseconds											
	Microseconds											
	Milliseconds											

Phenomenon		For details concerning phenomenon, see subclause	For details regarding disturbance degree, see Table	Disturbance degrees for each port				
				Enclosure	AC power	DC power	Signal	Earth
	Transients – oscillatory	6.1.4	13	—	3	—	1	—
	Low frequency			—	2	—	1	—
	Medium frequency			—	1	—	1	—
	High frequency			—	—	—	1	—
HF-radiated	Radiated CW – ISM equipment	6.2.2	15	2	—	—	—	—
	Radiated modulated below 30 MHz	6.2.3.1	16	—	—	—	—	—
	Amateur radio			—	—	—	—	—
	CB radio			—	—	—	—	—
	AM broadcasting			—	—	—	—	—
	Radiated modulated 30 MHz – 1 000 MHz	6.2.3.2	18	—	—	—	—	—
	Analogue services			—	—	—	—	—
	Mobile units of phones			—	—	—	—	—
	Base stations of phones			—	—	—	—	—
	Medical/biological telemetry			—	—	—	—	—
				—	—	—	—	—
	Unlicensed radio services 1			—	—	—	—	—
	Unlicensed radio services 2			—	—	—	—	—
	Amateur radio >30 MHz			—	—	—	—	—
	Paging services/base			—	—	—	—	—
	TETRA			—	—	—	—	—

Phenomenon	For details concerning phenomenon, see subclause	For details regarding disturbance degree, see Table	Disturbance degrees for each port				
			Enclosure	AC power	DC power	Signal	Earth
Radiated modulated 1 GHz – 6 GHz Mobile units of phones Base stations Amateur radio Other RF services (1) Other RF services (2) UWB	6.2.3.2						
	Outside	20	4	—	—	—	—
		21	3	—	—	—	—
	Inside	21	5	—	—	—	—
		25	3	—	—	—	—
	27	5	—	—	—	—	
	28	4	—	—	—	—	
31	1	—	—	—	—		
Radiated modulated above 6 GHz Amateur radio Other RF items (3) Other RF items (4) UWB Other RF items (6)	6.2.3.2						
	25	3	—	—	—	—	—
		29	4	—	—	—	—
	30	1	—	—	—	—	
	31	1	—	—	—	—	
	32	c)	—	—	—	—	
	33	2	—	—	—	—	
RFID	6.2.3.3	34	2	—	—	—	
		35	2	—	—	—	
Radiated pulsed disturbances	6.2.4	36	1	—	—	—	
		37	3	—	—	—	
ESD	7.2	37	3	—	—	—	
	7.2	37	3	—	—	—	
	7.3	38	3	—	—	—	
a) See NOTE 2 below Figure 3.							
b) Under consideration.							
c) Services not widely used.							

Table A.2 – Disturbance levels in the commercial/public location class

Phenomenon	For details concerning phenomenon, see subclause	For details regarding disturbance degree, see Table	Disturbance degrees for each port			
			Enclosure	AC power	DC power	Signal
LF-conducted	Harmonics	5.1.1	—	3	—	—
	Power supply voltage amplitude variations	5.1.2.1	—	2	—	—
	Power supply voltage unbalance	5.1.2.1	—	2	—	—
	Voltage dips	5.1.2.1	—	a)	—	—
	Short interruptions	5.1.2.1	—	a)	—	—
	Power supply voltage frequency variations	5.1.2.2	—	2	—	—
	Power supply network common mode voltages	5.1.3	—	2	—	—
	Signalling	5.1.4	—	1	—	—
	Induced low-frequency voltages	5.1.6	—	—	—	2
	DC voltage in AC networks	5.1.7	—	b)	—	—
LF-radiated	Magnetic fields	5.2.1	2	—	—	—
	Electric fields	5.2.2	1	—	—	—
HF-conducted	Direct conducted CW	6.1.2	—	b)	—	b)
	Induced CW	6.1.3	—	3	3	3
	Transients – Unidirectional Nanoseconds Microseconds Milliseconds	6.1.4	—	2 2 2	1 1 —	1 1 —
	Transients – oscillatory Low frequency Medium frequency High frequency	6.1.4	— — —	3 2 2	— — —	1 1 1

Phenomenon		For details concerning phenomenon, see subclause	For details regarding disturbance degree, see Table	Disturbance degrees for each port				
				Enclosure	AC power	DC power	Signal	Earth
HF-radiated	Radiated CW – ISM equipment	6.2.2	15	2	—	—	—	—
	Radiated modulated below 30 MHz	6.2.3.1	16	3	—	—	—	—
	Amateur radio		17	2	—	—	—	—
	CB radio		18	2	—	—	—	—
	AM broadcasting							
	Radiated modulated 30 MHz – 1 000 MHz	6.2.3.2	19	3	—	—	—	—
	Analogous services		20	4	—	—	—	—
	Mobile units of phones		21	3	—	—	—	—
	Base stations of phones	Outside	21	5	—	—	—	—
	Medical/bio. telemetry	Inside	22	2	—	—	—	—
	Unlicensed radio services 1		23	3	—	—	—	—
	Unlicensed radio services 2		24	4	—	—	—	—
	Amateur radio > 30 MHz		25	3	—	—	—	—
	Paging services/base		26	1	—	—	—	—
	TETRA		31	3	—	—	—	—
	Radiated modulated 1 GHz – 6 GHz	6.2.3.2						
	Mobile units of phones		20	4	—	—	—	—
	Base stations	Outside	21	3	—	—	—	—
	Amateur radio	Inside	21	5	—	—	—	—
	Other RF services 1		25	3	—	—	—	—
	Other RF services 2		27	5	—	—	—	—
	UWB		28	4	—	—	—	—
			31	1	—	—	—	—

Phenomenon		For details concerning phenomenon, see subclause	For details regarding disturbance degree, see Table	Disturbance degrees for each port				
				Enclosure	AC power	DC power	Signal	Earth
	Radiated modulated above 6 GHz	6.2.3.2	25 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38	3 4 1 1 c)	— — — — — — — — — — — —	— — — — — — — — — — — —	— — — — — — — — — — — —	
	Amateur radio							
	Other RF items (3)							
	Other RF items (4)							
	UWB							
	Other RF items (6)							
	RFID	6.2.3.3		3 3	— —	— —	— —	
	Radiated pulsed disturbances	6.2.4		2 1	— —	— —	— —	
ESD	Slow	7.2		3	—	—	—	
	Fast	7.2		3	—	—	—	
	Fields	7.3		3	—	—	—	
a) See NOTE 2 below Figure 3.								
b) Under consideration.								
c) Services not widely used.								

Table A.3 – Disturbance levels in the industrial location class

Phenomenon		For details concerning phenomenon, see subclause	For details regarding disturbance degree, see Table	Disturbance degrees for each port								
				Enclosure	AC power	DC power	Signal	Earth				
LF-conducted	Harmonics	5.1.1	2	—	3	—	—	—				
	Power supply voltage amplitude variations	5.1.2.1	3	—	3	—	—	—				
	Power supply voltage unbalance	5.1.2.1	4	—	3	—	—	—				
	Voltage dips	5.1.2.1	5	—	a)	—	—	—				
	Short interruptions	5.1.2.1		a)	—	—	—	—				
	Power supply voltage frequency variations	5.1.2.2	—	3	—	—	—					
	Power supply network common mode voltages	5.1.3	6	—	3	—	—	—				
	Signalling	5.1.4	7	—	1	—	—	—				
	Induced low-frequency voltages	5.1.6	8	—	—	—	3	—				
	DC voltage in AC networks	5.1.7	9	—	b)	—	—	—				
	Magnetic fields	5.2.1		3	—	—	—	—				
	Electric fields	5.2.2	10	2	—	—	—	—				
HF-conducted	Direct conducted CW	6.1.2	11	—	b)	—	b)	—				
Induced CW	6.1.3	—		4	—	4	4	—				
	Transients – Unidirectional	6.1.4	12	—	—	—	—	—				
	Nanoseconds	2	4						2	2	2	—
	Microseconds		3						2	2	—	
	Milliseconds		1						—	—	—	

Phenomenon		For details concerning phenomenon, see subclause	For details regarding disturbance degree, see Table	Disturbance degrees for each port				
				Enclosure	AC power	DC power	Signal	Earth
HF-radiated	Transients – oscillatory	6.1.4	13	—	3	—	1	—
	Low frequency			—	2	—	1	—
	Medium frequency			—	1	—	1	—
	High frequency			4	—	—	—	—
	Radiated CW – ISM equipment	6.2.2	15					
	Radiated modulated below 30 MHz	6.2.3.1	16	3	—	—	—	—
	Amateur radio			2	—	—	—	—
	CB radio			2	—	—	—	—
	AM broadcasting	6.2.3.2	18					
	Radiated modulated 30 MHz – 1 000 MHz			3	—	—	—	—
	Analogue services			3	—	—	—	—
	Mobile units of phones			3	—	—	—	—
	Base stations of phones	Outside	21	5	—	—	—	—
	Inside			1	—	—	—	—
	Medical/bio. telemetry	22	23	2	—	—	—	—
	Unlicensed radio services 1			4	—	—	—	—
	Unlicensed radio services 2	25	26	3	—	—	—	—
	Amateur radio >30 MHz			2	—	—	—	—
	Paging services/base	31	31	2	—	—	—	—
	TETRA			2	—	—	—	—

Phenomenon	For details concerning phenomenon, see subclause	For details regarding disturbance degree, see Table	Disturbance degrees for each port			
			Enclosure	AC power	DC power	Signal
Radiated modulated 1 GHz – 6 GHz Mobile units of phones Base stations Amateur radio Other RF services (1) Other RF services (2) UWB	6.2.3.2	20 21 21 25 27 28 31	4 3 5 3 4 3 1	— — — — — — —	— — — — — — —	— — — — — — —
	Outside					
	Inside					
Radiated modulated above 6 GHz Amateur radio Other RF items (3) Other RF items (4) UWB Other RF items (6)	6.2.3.2	25 29 30 31 32	3 4 1 1 c)	— — — — —	— — — — —	— — — — —
RFID Radiated pulsed disturbances ESD	6.2.3.3	33 34 35 36 37 37 38	4 4 3 1 3 3 3	— — — — — — —	— — — — — — —	— — — — — — —
	6.2.4					
	7.2					
	7.2					
Fields	7.3					
a) See NOTE 2 below Figure 3.						
b) Under consideration.						
c) Services not widely used.						

Annex B (informative)

Radiated continuous disturbances

Radiated disturbances usually appear as a modulated carrier. Typical waveforms are given below. Figure B.1a is a FM or Φ M (phase modulation) signal, Figure B.1b is a double side band – suppressed carrier (DSB-SC) signal and Figure B.1c is an AM signal with single tone modulation.

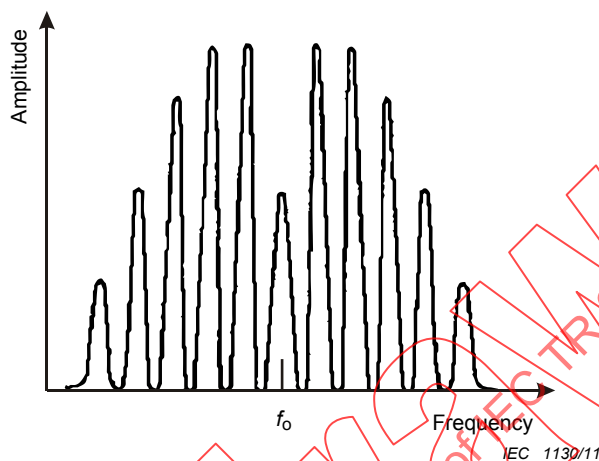


Figure B.1a – Typical waveform of a radiated disturbance with a FM signal

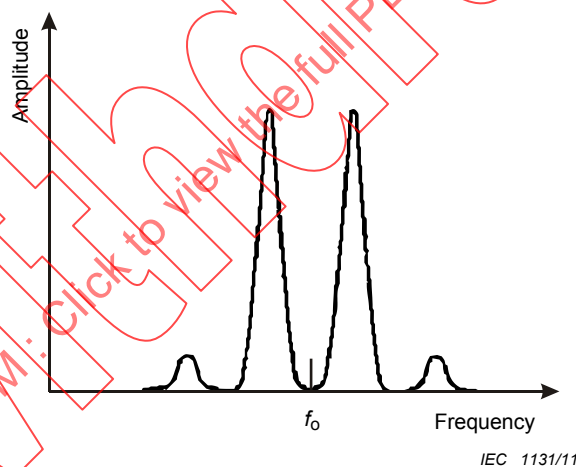


Figure B.1b – Typical waveform of a radiated disturbance with a double side band – suppressed carrier signal

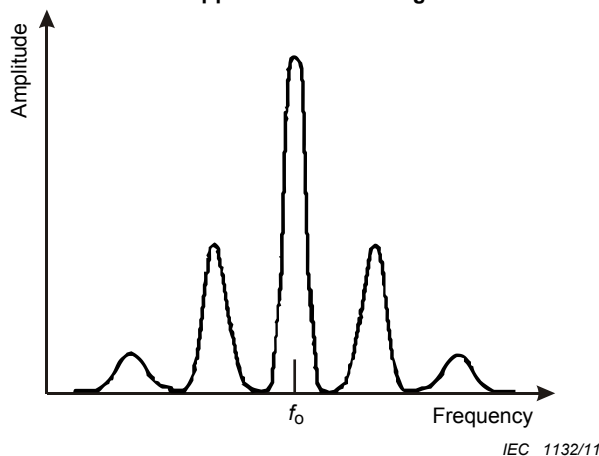


Figure B.1c – Typical waveform of a radiated disturbance with an AM signal

Figure B.1 – Typical waveforms for radiated disturbances

Typical sources of radiated fields can be:

- broadcasting transmitters;
- other fixed transmitters (e.g. base stations, wireless access point)
- portable and mobile transmitters;
- certain ISM equipments.

Many pulsed disturbances, such as the signals produced by radars and mobile phones using TDMA techniques, are bursts of oscillation-type radiated fields. A source which has a significant emission at harmonics of a fundamental frequency can be considered as emitting several distinct continuous oscillatory radiated disturbances, an example being the emission of a pulse width modulation switched-mode power supply.

In many cases, the interference likely to be produced by a radiated disturbance depends upon the modulation. The polarization is also important where it is well defined, for instance for the field produced by an antenna in its vicinity. These aspects are not accounted for in this annex.

In addition to the information given in 6.2 regarding disturbance levels, disturbance degrees and related field strength levels the following tables (Table B.1 to B.6) provide some technical data concerning various types of radiation sources. Table B.7 lists the amateur radio frequencies used in the ITU regions 1-3.

Table B.1 – Examples of field strengths from authorized transmitters

Service	Frequency range in MHz	ERP	Typical range of separation distance	Calculated field strength range in V/m ^a
LF broadcast and maritime	0,014 – 0,5	2 500 kW	2 km – 20 km	5,5 – 0,55
AM broadcast	0,2 – 1,6	50 – 800 kW	0,5 km – 2 km	12,5 – 0,78
HF communications including SW broadcasting	1,6 – 30	10 kW	1 km – 20 km	0,7 – 0,04
Fixed and mobile communications	29 – 40 68 – 87 146 – 174 422 – 432 438 – 470 860 – 990	50 W – 130 W 50 W – 130 W 50 W – 130 W 50 W – 130 W 50 W – 130 W 50 W – 130 W	2 m – 200 m	40 – 0,25
Portable telephones including cordless phones	1 880 – 1 990	5 W 1 W (DECT)	1 m – 100 m 0,5 m – 10 m	15,6 – 1,56 14 – 0,7
VHF TV	48 – 68 174 – 230	100 kW – 320 kW	0,5 km – 2 km	8 – 1,11 ^b
FM broadcast	88 – 108	100 kW	0,25 km – 1 km	8,9 – 2,2 ^b
UHF TV	470 – 853	500 kW	0,5 km – 3 km	10 – 1,6 ^b

^a Calculated using the formula;

$$E = 7 \frac{\sqrt{ERP}}{r},$$

assuming that the transmitting antenna behaves as a half-wave dipole in free space and in the far field.

^b The field strengths indicated are only present within the beam width of the transmitting antenna.

Table B.2 – Specifications of mobile and portable units

Parameters	System name								
	GSM	DCS 1800	DECT	CT-2	PDC	PHS	NADC	IMT-2000 TDD	IMT-2000 FDD
Transmitter frequency range in MHz	890 – 915	1 710 – 1 784	1 880 – 1 960	864 – 868	940 – 956 and 1 429 – 1 435	1 895 – 1 918	825 – 845	1 900 – 1 920	1 920 – 1 980
Access Technique	TDMA	TDMA	TDMA / TDD	FDMA / TDD	TDMA	TDMA / TDD	TDMA	CDAM / TDMA TDD	CDAM / TDMA TDD
Burst repetition frequency	217 Hz	217 Hz	100 Hz	500 Hz	50 Hz	200 Hz	50 Hz	N/A	N/A
Duty cycle	1:8	1:8	1:24 (also 1:48 and 1:12)	1:12	1:3	1:8	1:3	Continuous	Continuous
Maximum burst power	0,8 W; 2 W; 5 W; 8 W; 20 W	0,25 W; 1W; 4W	0,25 W	<10 mW	0,8 W; 2 W	80 mW	<6 W	0,25 W	0,25 W
Secondary modulation	2 Hz (DTX) and 0,16 Hz to 8,3 Hz (multi-frame)	2 Hz (DTX) and 0,16 Hz to 8,3 Hz (multi-frame)	None	None	None	None	None	None	None
Geographical area	World-wide	World-wide	Europe	Europe	Japan	Japan	US	Europe	Europe

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

Table B.3 – Specifications of base stations

Parameters	System name								
	GSM	DCS 1800	DECT	CT-2	PDC	PHS	NADC	IMT-2000 TDD	IMT-2000 FDD
Transmitter frequency range in MHz	935 – 960	1 805 – 1 880	1 880 – 1 960	864 – 868	810 – 826 and 1 477 – 1 501	1 895 – 1 918	870 – 890	1 900 – 1 920	2 110 – 2 170
Access Technique	TDMA	TDMA	TDMA / TDD	FDMA / TDD	TDMA	TDMA / TDD	TDMA	CDMA / TDMA TDD	CDMA / TDMA FDD
Burst repetition frequency	217 Hz	217 Hz	100 Hz	500 Hz	50 Hz	200 Hz	50 Hz	N/A	N/A
Duty cycle	1:8 – 8:8	1:8 – 8:8	1:2	1:2	1:3 – 3:3	1:8	1:3 – 3:3	Continuous	Continuous
Maximum burst power	2,5 W – 320 W	2,5 W – 200 W	0,25 W	0,25 W	1 W – 96 W	10 mW – 500 mW	500 W	20 W	20 W
Secondary modulation	2 Hz (DTX) and 0,16 Hz to 8,3 Hz (multi-frame)	2 Hz (DTX) and 0,16 Hz to 8,3 Hz (multi-frame)	None	None	None	None	None	None	None
Geographical area	Worldwide	Worldwide	Europe	Europe	Japan	Japan	US	Europe	Europe

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

Table B.4 – Specification of other typical RF items

Parameters	System name				
	RTTT	Wideband data transmission system and HIPERLANs	Wideband data transmission system and HIPERLANs	Wideband data transmission system and HIPERLANs	Non specific short range devices
Transmitter frequency in MHz	5 795 – 5 815	2 400 – 2483,5	5 150 – 5 350	5 470 – 5 725	2 400 – 2 483,5
Modulation type	None	FHSS	None	None	None
Maximum ERP	2 W or 8 W	100 mW and spectrum power density limitation	200 mW mean	1 W mean	10 mW 25 mW
Duty Cycle	No restrictions	No restrictions	No restrictions	No restrictions	No restrictions
Channel spacing	5 MHz or 10 MHz within some frequency ranges	None	None	None	None
Geographical area	Worldwide	Worldwide	Worldwide	Worldwide	Worldwide

Table B.4 may be used as references for Table 27 in 6.2.3.2.

Table B.5 – Data regarding RFID technology

Frequency Range	Coupling Mode	Permitted Field Strength or Transmission Power	Comments
<135 kHz (LF)	Inductive	72 dB(μA/m)	Low frequency
3,155 MHz – 3,4 MHz		13,5 dB(μA/m)	Used for Electronics Article Surveillance (EAS).
6,765 MHz – 6.795 MHz	Inductive	42 dB(μA/m)	Medium frequency
7,4 MHz – 8,8 MHz		9 dB(μA/m)	Used for EAS
13,553 MHz – 13,567 MHz	Inductive	60 dB(μA/m)	Medium frequency
26,957 MHz – 27,283 MHz	Inductive	42 dB(μA/m)	Medium frequency Note that 27,095 MHz is reserved for Railway application in Europe
433 MHz	Backscatter	10 mW ERP	Ultra High Frequency. Medium frequency
865 MHz – 868 MHz		100 mW ERP	Ultra High Frequency. Used for RFID only
865,6 MHz – 867,6 MHz		2W ERP	Ultra High Frequency. Used for RFID only
865,6 MHz – 868 MHz	Backscatter	500 mW ERP	Ultra High Frequency.
902 MHz – 928 MHz	Backscatter	4 W EIRP	Ultra High Frequency. Spread Spectrum
2,4 GHz – 2,483 GHz	Backscatter	4 W EIRP	Super High Frequency. Spread Spectrum
2,446 GHz – 2,454 GHz	Backscatter	0,5 W EIRP outdoor 4 W EIRP indoor	Super High Frequency. Used for RFID and Automatic Vehicle identification
5,725 GHz – 5,875 GHz	Backscatter	4 W North America 500 mW Europe	Super High Frequency
Indicated field strength values refer to a distance of 10 m.			

Table B.6 – Frequency allocations of TETRA system (in Europe)

Emergency systems			Civil systems		
Number	Frequency pair (MHz)		Number	Frequency pair (MHz)	
	Band 1	Band 2		Band 1	Band 2
1	380 – 383	390 – 393	1	410 – 420	420 – 430
2	383 – 385	393 – 395	2	870 – 876	915 – 921
			3	450 – 460	460 – 470
			4	385 – 390	395 – 399,9

Tables B.5 and B.6 may be used as references for Tables 21 – 26 in 6.2.3.2.

Table B.7 – Amateur radiofrequencies (ITU region 1-3)

Frequency band	Frequency unit	Power (PEP) W
135,7 - 137,8	kHz	1 W ERP
1,800 - 2,000	MHz	1 500
3,500 - 4,000	MHz	1 500
5,330 5	MHz	50
5,366 5	MHz	50
5,371 5	MHz	50
5,403 5	MHz	50
7,000 - 7,300	MHz	1 500
10,100 - 10,1573	MHz	1 500
14,000 – 14,350	MHz	1 500
18,068 - 18,168	MHz	1 500
21,000 - 21,450	MHz	1 500
24,890 - 24,990	MHz	1 500
28 - 29,7	MHz	1 500
50 – 54	MHz	1 500
144 – 148	MHz	1 500
219 – 220	MHz	1 500
222 – 225	MHz	1 500
420 – 450	MHz	1 500
902 – 928	MHz	1 500
1,240 - 1,300	GHz	1 500
2,300 - 2,450	GHz	1 500
3,300 - 3,500	GHz	1 500
5,650 - 5,925	GHz	1 500
10,00 - 10,50	GHz	1 500
24,00 - 24,25	GHz	1 500
47,00 - 47,20	GHz	1 500
75,50 – 81,50	GHz	1 500
122,25 – 123,00	GHz	1 500
134,00 – 141,00	GHz	1 500
241,00 – 250,00	GHz	1 500
>275,00	GHz	1 500

The following formulas give some technical background for the determination of field strength levels in the various tables of 6.2, taking into account far- and near field conditions. The

electric fields given in the tables of 6.2 are calculated by the following method considering the near field condition.

Near field terms should be also assumed when the distance, $d < \lambda/2\pi$. A dipole antenna or dipole-like antenna is used as the transmitting antenna for a cellular phone. The electric field strength of a dipole antenna is given as

$$E = \frac{\eta_0 I a}{2\lambda d} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^2 + \left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^4}, \quad (\text{B.1})$$

where

- η_0 is the wave impedance of free space in ohm (Ω),
- I is the dipole current in ampere (A),
- a is the length of dipole elements in metre (m),
- λ is the wave length in metre (m).

When $d > \lambda/2\pi$ in the far field condition, the electric field in Equation (B.1) is obtained from:

$$E = \frac{\eta_0 I a}{2\lambda d} \quad (\text{B.2})$$

Meanwhile, the electric field in the far field condition is given as

$$E = \frac{\sqrt{30 P G_a}}{d} \quad (\text{B.3})$$

where

- P is the input power (ERP) to the transmitting antenna in watt (W),
- G_a is the absolute gain of the antenna.

From Equations (B.2) and (B.3), the electric field E in (B.1) is rewritten as

$$E = \frac{\sqrt{30 P G_a}}{d} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^2 + \left(\frac{\lambda}{2\pi d}\right)^4}. \quad (\text{B.4})$$

When $d < \lambda/2\pi$ in the near field condition, the electric field E in Equation (B.4) is obtained from:

$$E = \frac{\lambda^2 \sqrt{30 P G_a}}{4\pi^2 d^3} \quad (\text{B.5})$$

The distances in the table are calculated with the gain, G_a , assumed to be 1,64 (2,15 dB) which is an absolute gain of a half-wavelength dipole antenna. Each electric field is calculated from (B.4).

The magnetic fields given in Tables 33 and 34 in 6.2.3.3 are calculated by the following method considering the near field condition.

For the frequencies below 135 kHz, at 13,56 MHz and at 27 MHz, near field condition is assumed. The near-field threshold distance, d , is given as $d < \lambda/2\pi$. A loop antenna is used

as the transmitting antenna for an RFID transmitter at these frequencies. The electric and magnetic fields of a loop antenna are given as

$$E = \frac{\eta_0 \pi I S}{\lambda^2 d} \sqrt{1 + \left(\frac{\lambda}{2\pi d} \right)^2} \quad (\text{B.6})$$

$$H = \frac{\pi I S}{\lambda^2 d} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2\pi d} \right)^2 + \left(\frac{\lambda}{2\pi d} \right)^4}, \quad (\text{B.7})$$

where

η_0 is the wave impedance of free space in ohm (Ω),

I is the loop current in ampere (A),

S is equal to $n^2 S_0$, where n and S_0 are the number of turns and loop area in square metres (m^2), respectively

λ is the wave length in metre (m).

The distances, d , in the table are calculated with the parameters I and S , respectively. When $\lambda > 2\pi d$, the electric and magnetic fields are derived from Equations (B.6) and (B.7):

$$E = \frac{\eta_0 I S}{2\lambda d^2} \quad (\text{B.8})$$

$$H = \frac{I S}{4\pi d^3}. \quad (\text{B.9})$$

The wave impedance is smaller than 120π in the near-field condition. The equation shows that the magnetic field in near field is independent from wavelength (frequency).

Annex C (informative)

Review of the historical assignment of radiated disturbance degrees

C.1 General

Edition 1 of this Technical Report considered the five different radiated disturbance degrees that are presented in Table C.1, below. The disturbance degrees were obtained from analysis of the probability, p , with which a piece of electronic equipment that was randomly located about a fixed broadcast antenna would experience a radiated electromagnetic field level equal to or less than a given value, E_L . Decade steps of probability values were taken and the values of E_L presented in Table C.1 were obtained.

Table C.1 – Radiated disturbance degrees defined in Edition 1

Disturbance degree	E_L (V/m)
1	0,3
2	1
3	3
4	10
5	30

During the preparation of Edition 2 of this Technical Report, the analysis documented within Annex B of Edition 1 was reviewed. The conclusion of the review was that the equation used within the Edition 1 to obtain the disturbance degrees presented in Table C.1 was incorrect. The corrected equations are presented here. During the preparation of Edition 2 of this Technical Report, it was decided to retain the original disturbance degrees for the purposes of historical continuity.

C.2 Revised analysis of radiated disturbance degrees

C.2.1 Analysis

We begin by assuming an idealised, isotropic transmitting antenna. The radiated electric field, E , about such an antenna may be described by the following equation:

$$E = \frac{\sqrt{30P}}{d} \quad (\text{C.1})$$

where

P is the total power radiated by the antenna,

d is the radial separation between the antenna and the point of observation.

We next consider an annulus centred on the idealised, isotropic transmitting antenna, with internal radius r and width, w . See Figure C.1.

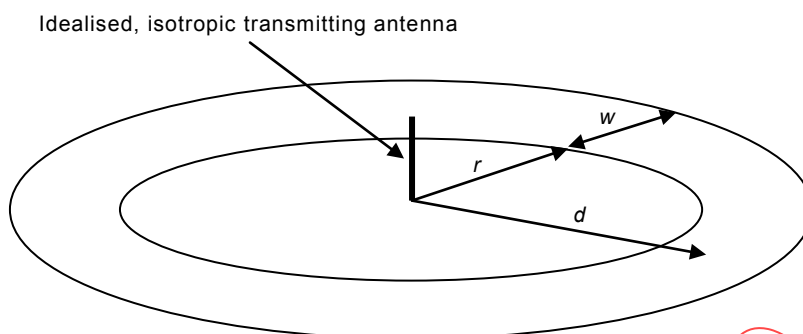


Figure C.1 – Problem Geometry

At the inner boundary to the annulus, $d = r$ and so $E(d) = E(r)$, which can also be written as E_i .

At the outer boundary to the annulus, $d = (r + w)$ and so $E(d) = E(r + w)$, which can also be written as E_o .

If we consider that our point of observation may be situated anywhere within the annulus, then it follows that:

$$r \leq d \leq (r + w) \quad (\text{C.2})$$

This in turn means that the radiated electric field within the annulus satisfies the following condition:

$$E_o \leq E(d) \leq E_i \quad (\text{C.3})$$

So, within the annulus, when d satisfies the condition presented as (C2), the radiated electric field level varies between the limits presented as (C3) in accordance with the equation presented as (C1).

The probability that the radiated electric field will not exceed a specified level, denoted as E_L and written as $p(E \leq E_L)$, may be written as follows (being obtained from the geometric arguments presented in Clause C.2.2.1):

$$p(E \leq E_L) = \frac{E_i^2 (E_L^2 - E_o^2)}{E_L^2 (E_i^2 - E_o^2)} \quad (\text{C.4})$$

Note that when $E_L = E_o$, $p(E \leq E_o) = 0$. This means that at no point within the annulus will the radiated electric field level be less than or equal to the radiated field level at the outer boundary, E_o : for the electric field to be less than this level, the point of interest will need to be located outside the outer boundary.

Similarly, when $E_L = E_i$, $p(E \leq E_i) = 1$. This means that at all points within the annulus, the radiated electric field level will be less than or equal to the radiated field level at the inner boundary, E_i .

If both the values of E_i and E_o and the probability threshold are known, it is possible to obtain values of E_L associated with this known probability threshold using the following expression::

$$E_L = \frac{E_o}{\sqrt{1 + p(E \leq E_L)(\beta^2 - 1)}} \quad (C.5)$$

where

$$\beta = \frac{E_o}{E_i} \quad (C.6)$$

Now, if $E_i \gg E_o$, then $\beta \rightarrow 0$, meaning that $(\beta^2 - 1) \rightarrow -1$. Hence it is possible to write (C.5) as follows:

$$E_L = \frac{E_o}{\sqrt{1 - p(E \leq E_L)}} \quad (C.7)$$

Equation (C.7) is to be compared with the equation presented in Annex B of the Edition 1:

$$E_L = \frac{E_o}{\sqrt{p(E \leq E_L)}}$$

C.2.2 Detailed Derivations

This clause presents the detailed mathematical arguments mentioned in Clause C.2.1.

C.2.2.1 Derivation of Equation C.4

It can be assumed that the point of observation is randomly located within the annulus: that is, that the point of observation can be located at any point within the annulus and that all points are equally likely to occur. A result of this is that the value of d for the point of observation is similarly randomly located: that is, the separation between the point of observation and the idealised, isotropic transmitting antenna may adopt any value within the range presented as (C.2) and is equally likely to adopt any such value.

It is noted that an isotropic radiating antenna is assumed here. Hence, at a given distance from the antenna, d_L , there exists a circular contour of length $2\pi d_L$ along the length of which the radiated electric field is at a constant level, E_L .

It is also noted that as the distance, d_L , increases, the associated electric field level, E_L , decreases. Hence, the radiated electric field will not exceed a given level, i.e. $E \leq E_L$, for as long as d exists within the following range:

$$d_L \leq d \leq (r + w) \quad (C.8)$$

i.e. as long as d exists between the value d_L and the outer edge of the annulus (located at $d = r + w$)

Given that the location of our point, P, is noted to be randomly located within the area of the annulus, the probability that the radiated electric field, E , will not exceed a given level, E_L , is the ratio of the area of the annulus that satisfies Equation (C.8) and the total area of the annulus itself:

$$p(E \leq E_L) = \frac{\pi \left((r+w)^2 - d_L^2 \right)}{\pi \left((r+w)^2 - r^2 \right)} = \frac{\left((r+w)^2 - d_L^2 \right)}{\left((r+w)^2 - r^2 \right)} \quad (\text{C.9})$$

Given that, from (C.2), it is possible to write:

$$d_L = \frac{7\sqrt{P}}{E_L} \quad (r+w) = \frac{7\sqrt{P}}{E_o} \quad r = \frac{7\sqrt{P}}{E_i}$$

It is possible to rewrite (C.9) as follows:

$$\begin{aligned} p(E \leq E_L) &= \frac{\left(\left(\frac{7\sqrt{P}}{E_o} \right)^2 - \left(\frac{7\sqrt{P}}{E_L} \right)^2 \right)}{\left(\left(\frac{7\sqrt{P}}{E_o} \right)^2 - \left(\frac{7\sqrt{P}}{E_i} \right)^2 \right)} \\ &\Leftrightarrow p(E \leq E_L) = \frac{\left(\frac{49P}{E_o^2} - \frac{49P}{E_L^2} \right)}{\left(\frac{49P}{E_o^2} - \frac{49P}{E_i^2} \right)} \\ &\Leftrightarrow p(E \leq E_L) = \frac{49P \left(\frac{1}{E_o^2} - \frac{1}{E_L^2} \right)}{49P \left(\frac{1}{E_o^2} - \frac{1}{E_i^2} \right)} \\ &\Leftrightarrow p(E \leq E_L) = \frac{\left(\frac{E_L^2 - E_o^2}{E_o^2 E_L^2} \right)}{\left(\frac{E_i^2 - E_o^2}{E_o^2 E_i^2} \right)} \\ &\Leftrightarrow p(E \leq E_L) = \left(\frac{E_L^2 - E_o^2}{E_o^2 E_L^2} \right) \left(\frac{E_o^2 E_i^2}{E_i^2 - E_o^2} \right) \\ &\Leftrightarrow p(E \leq E_L) = \left(\frac{E_L^2 - E_o^2}{E_L^2} \right) \left(\frac{E_i^2}{E_i^2 - E_o^2} \right) \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow p(E \leq E_L) = \frac{E_i^2 (E_L^2 - E_o^2)}{E_L^2 (E_i^2 - E_o^2)} \quad (\text{C.10})$$

Equation (C.10) therefore presents the relationship between the probability that the radiated electric field will not exceed a given level, E_L , with the value of E_L and the constants E_o and E_i .

C.2.2.2 Derivation of Equation C.5

When the probability factor is known, the threshold electric field value, E_L , may be found from rearranging (C.10) as follows:

$$\begin{aligned} p(E \leq E_L) &= \frac{E_i^2 (E_L^2 - E_o^2)}{E_L^2 (E_i^2 - E_o^2)} \\ \Leftrightarrow p(E \leq E_L) \frac{(E_i^2 - E_o^2)}{E_i^2} &= \frac{(E_L^2 - E_o^2)}{E_L^2} \\ \Leftrightarrow p(E \leq E_L) \left(\frac{E_i^2 - E_o^2}{E_i^2} \right) &= \left(\frac{E_L^2 - E_o^2}{E_L^2} \right) \\ \Leftrightarrow p(E \leq E_L) \left(1 - \frac{E_o^2}{E_i^2} \right) &= \left(1 - \frac{E_o^2}{E_L^2} \right) \end{aligned}$$

writing

$$\beta = \frac{E_o}{E_i} \quad (\text{C.11})$$

Then it is possible to write

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow (1 - \beta^2) p(E \leq E_L) &= \left(1 - \frac{E_o^2}{E_L^2} \right) \\ \Leftrightarrow (1 - \beta^2) p(E \leq E_L) - \left(1 - \frac{E_o^2}{E_L^2} \right) &= 0 \\ \Leftrightarrow (1 - \beta^2) p(E \leq E_L) + \frac{E_o^2}{E_L^2} - 1 &= 0 \\ \Leftrightarrow \frac{E_o^2}{E_L^2} &= 1 - (1 - \beta^2) p(E \leq E_L) \\ \Leftrightarrow \frac{E_o^2}{E_L^2} &= 1 + (\beta^2 - 1) p(E \leq E_L) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow E_L^2 &= \frac{E_o^2}{1 + (\beta^2 - 1)p(E \leq E_L)} \\ \Leftrightarrow E_L &= \sqrt{\frac{E_o^2}{1 + (\beta^2 - 1)p(E \leq E_L)}} \\ \Leftrightarrow E_L &= \frac{E_o}{\sqrt{1 + (\beta^2 - 1)p(E \leq E_L)}} \end{aligned} \quad (C.12)$$

Given the expression for β presented earlier as (C.11), it is possible to write

$$E_o = \beta E_i$$

And hence rewrite (C.12) as follows:

$$E_L = \frac{\beta E_i}{\sqrt{1 + (\beta^2 - 1)p(E \leq E_L)}} \quad (C.13)$$

Annex D (informative)

Radiated pulsed disturbances

There is a wide variety of pulsed radiated disturbances, although in this document we are interested in understanding the most common types. The primary causes of pulse radiated disturbances include:

- lightning discharges;
- static electricity discharges;
- on- and off-load switching in low-, medium- and high-voltage power networks;
- RADAR.

Several typical pulsed waveforms are shown below. Figure D.1 is an example of a measured electric field and its derivative for a lightning discharge at a distance of 30 m. Note that the electric field waveform includes the slow decreasing portion of the field created by the lightning leader, followed by the sharp increase due to the return stroke. The return stroke is responsible for the derivative waveform shown in the right portion of Figure D.1 with a significantly shorter time scale. Figure D.2 is an example of an electric field, and figure D.3 is the magnetic field at 0,1 m, both from a discharge of static electricity (see Tables 12 and 14, respectively, for additional level values).

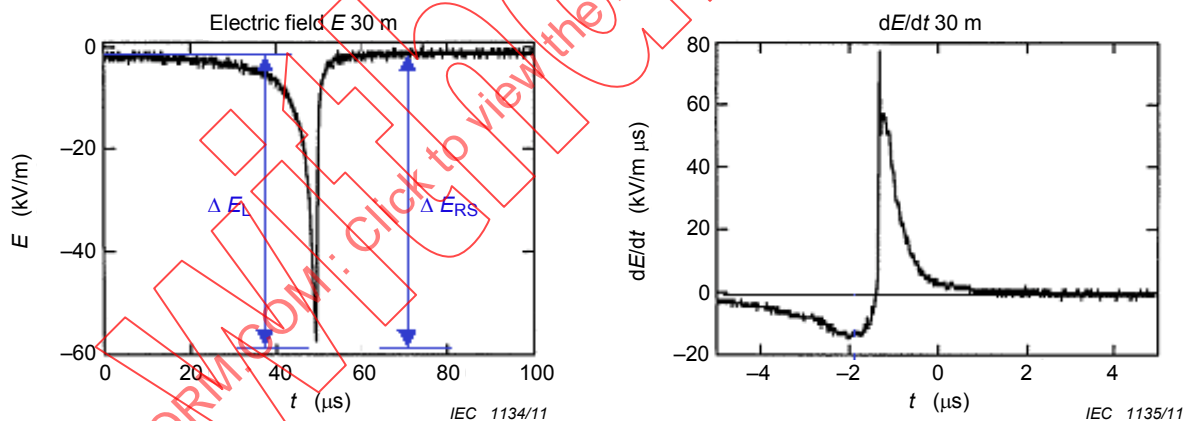


Figure D.1 – The measured electric field and the electric field derivative from a cloud to ground lightning strike measured at a distance of 30 m

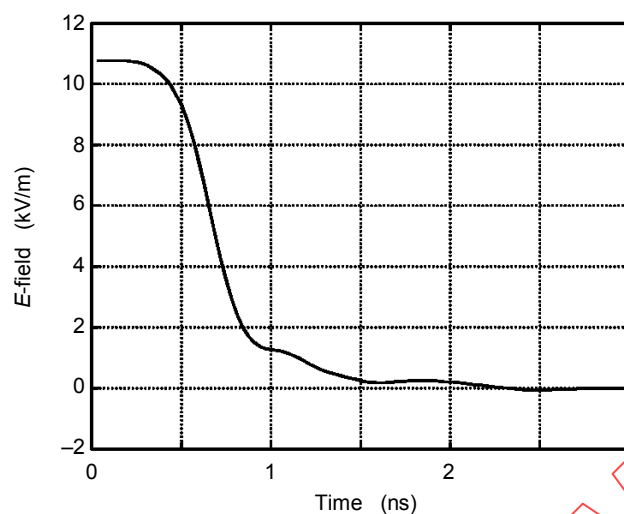


Figure D.2 – The measured electric field from an electrostatic discharge event at a distance of 0,1 m

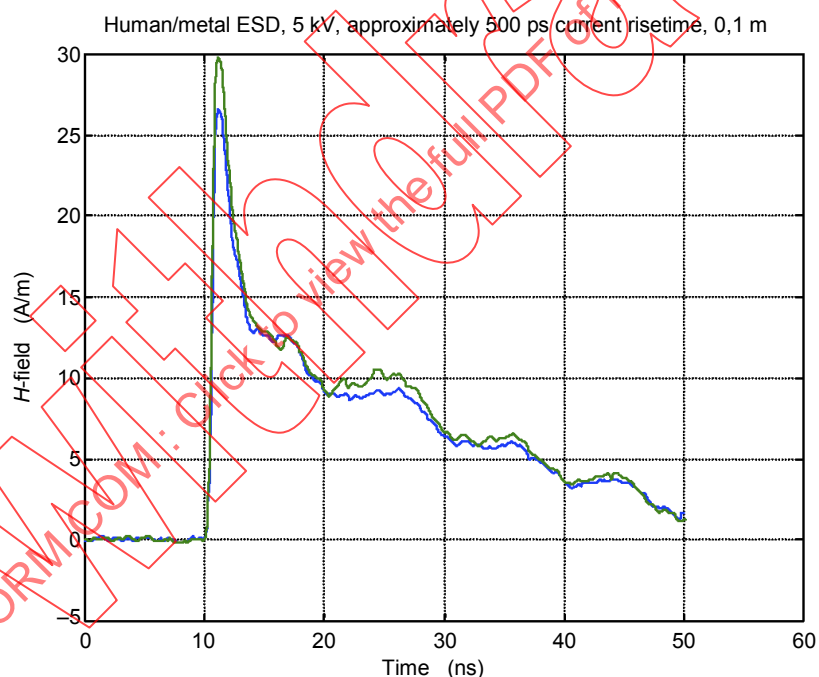


Figure D.3 – The measured magnetic field (two measurements) from an electrostatic discharge event at a distance of 0,1 m

For switching events primarily found in power system substations, high intensity electromagnetic pulsed fields are generated. While these fields decrease with range from the switching location, they couple efficiently to cables in substations or industrial facilities near industrial substations and create conducted transients that may impact control systems. Figure D.4 is an example of a measured electric field from the reconnection of a disconnect switch in a 500 kV substation.

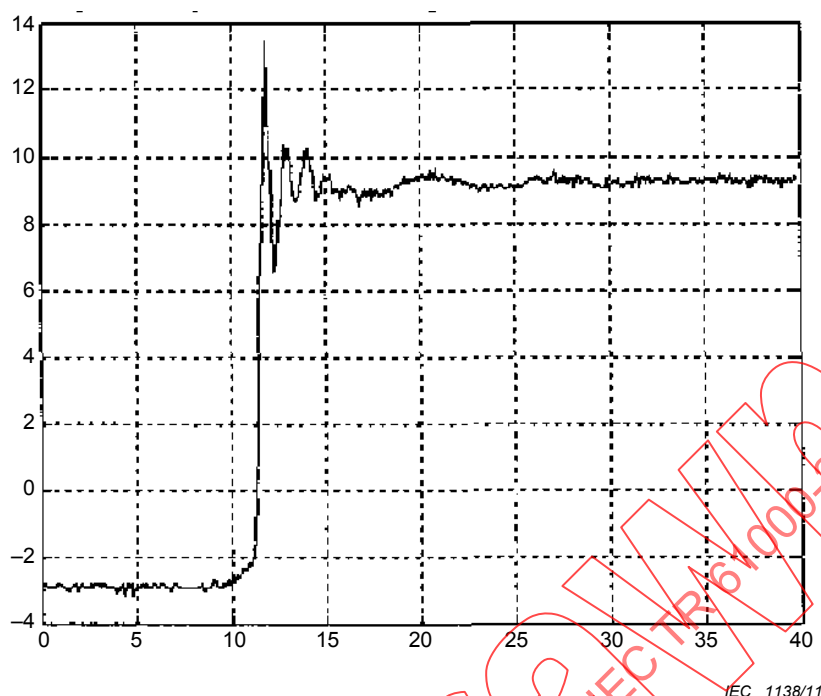


Figure D.4 – The measured electric field in kV/m vs. time in microseconds in a 500 kV power substation

For RADAR systems, often found near airports or on-board ships, the electromagnetic fields produced can be very high, mainly due to the high power involved. Table C.1 provides information concerning the names of the bands, the frequency range involved and the type of service provided by the RADAR. Table C.2 provides the power levels, frequency bands and the types of modulations used by particular radars. These power levels can be used to estimate the electric and magnetic field levels that may exist as a function of range from each RADAR system (see for example Table 15).

The most important parameters for pulses are: the amplitude, the derivative, the duration, the energy content, the repetition rate (number of pulses occurring in a given time frame), and the rate of occurrence (number of that particular phenomenon per year). The latter is considered in the statistical approach.

Table D.1 – Data regarding RADAR systems

Old Band name Germany	Band name EU	Band name US	Frequency	Type of Service
	C	L	0,5 GHz – 1 GHz	Long distance Air traffic control
L	D	L / S	1 GHz - 2 GHz	Long distance Air traffic control
S S	E F	S S / C	2 GHz - 3 GHz 3 GHz - 4 GHz	Medium range air traffic control, Terminal traffic control, Long distance weather RADAR,
C X	G H	C X	4 GHz - 6 GHz 6 GHz - 8 GHz	Medium range air traffic control, Air born weather RADAR,
X X	I J	X / K K	8 GHz - 10 GHz 10 GHz - 12 GHz	Short distance air traffic control, Ship / Navy RADAR, Air born surface Map RADAR, Ground traffic control (Police)
Ku	J	K	12 GHz - 18 GHz	Air born high resolution surface mapping by RADAR, Ground traffic control (Police)
K K	J K	K K	18 GHz - 20 GHz 20 GHz - 27 GHz	Not used because of high attenuation (water vapour)
Ka	K	K / Q	27 GHz - 40 GHz	Air born high resolution surface mapping by RADAR, Runway traffic control (Airport), Ground traffic control (Police)
	L	Q / V / W	40 GHz - 60 GHz	Used but not assigned to civil services
	M	W	60 GHz - 100 GHz	Car born RADAR (Adaptive Cruise control)

Table D.2 – Examples for civil RADAR systems

Band	Frequency	Power (P _{EIRP})	Modulation	Type of service
	0,9 GHz – 1,2 GHz	10 kW	Pulse	Flight navigation (DME/TECAN)
D		2 MW	Pulse	„Selenia” ALE 3x5 L Air traffic control (Airport)
	1,24 GHz -1,4 GHz	10 kW - 2,5 MW	Pulse	Air traffic control (ARSR)
	1,250 GHz -1,350 GHz	2,5 MW	Pulse (2µs, 3,50-480 Hz)	SRE-M6/7
	1,250 GHz -1,350 GHz	75 kW	Pulse (0,6µs, 12µ, 250µs)	SRE-M8
E		2,5 MW	Pulse (2,1 µs / 1050 Hz)	ASR-910
E	2,7 GHz – 2,9 GHz	22 kW	Pulse (1 µs, 55µs)	ASR-12
E	2,7 GHz -2,9 GHz	25 kW	Pulse (1µs, 2,45 µs)	ASR-E
	2,7 GHz – 2,9 GHz	15 / 28 kW	Pulse (1µs, 75µs)	STAR-2000
S	2,7 GHz – 2,9 GHz	24 kW	Pulse (10µs, 100µs, 800Hz)	ATCR-33S DPC
E		650 kW	Pulse (0,85µs)	ATC-Radar S-511
	2,7 GHz – 2,9 GHz	25 kW	Pulse	(DASR) ASR-11
	2,7 GHz – 2,9 GHz	1 MW	Pulse (325 – 1200 Hz)	ASR-9
	2,7 GHz -3,4 GHz	500 kW	Pulse	Air traffic control (Airport)
	5,255 GHz -5,850 GHz	50 kW	Pulse	Air born RADAR, Weather RADAR
	9,0 GHz -9,2 GHz	10 kW	Pulse	Ground traffic control (Airport, PAR)
X	9,170 GHz, 9,375 GHz, 9,410 GHz, 9,438 GHz, 9,490 GHz	30 kW	Pulse (40 ns, 800-8000Hz)	Scanter 2001 Ground traffic control (Airport)
	9,3 GHz -9,5 GHz	10 kW	Pulse	Ground traffic control (Airport); Weather RADAR'; Pilot RADAR (Ship)
	9,37 GHz	17 kW	Pulse (60 ns, 8192 Hz)	NOVA 9004 Ground traffic control (Airport, PAR)
	9,9 GHz 10,525 GHz			Ground traffic control (Police)
X	15,7 GHz – 16,7 GHz		Pulse (40 ns)	ASDE (Raytheon) Ground traffic control (Airport, PAR)
	13,45 GHz			Ground traffic control (Police)
	24,125 GHz	500mW (0,5 mW + 30db antenna gain)		Ground traffic control (Police)
	34,0 GHz -34,3 GHz			Ground traffic control (Police)
	77 GHz	0,223 - 316 W	FM / CW	Car born RADAR (Adaptive Cruise control)

Annex E (informative)

Power line telecommunications (PLT)

Power Line Telecommunications (PLT), Power Line Communications (PLC) and Broadband over Power Line (BPL) are different terms for the same type of systems used to deliver high speed data services over existing electricity supply cables. The term PLT will be used in this document.

The PLT concept is similar to the DSL concept because the power cable is used on a secondary basis like the phone cables used by DSL.

Due to the fact that power line cables are used to transmit high frequency signal in the frequency range between 2 MHz – 30 MHz, a wide frequency band is disturbed by the leaky emission of these cables.

Electricity supply cables are not designed, screened or balanced for high frequency use and even when buried below ground they can radiate significant emissions and have the potential to interfere with the reception of radio communication services including short wave broadcasts.

The radiated electromagnetic fields caused by PLT systems normally don't have the potential to disturb the function of equipment for household or industrial use because the field strength could be expected to be ~1 V/m. For conducted emission very close to a PLT system levels up to several V_{pp} could be expected and have to be taken into account.

Europe

In Europe two different types of PLT systems are used:

- Access PLT systems are used between an electricity substation and the PLT customers connected to it. A typical 500 kVA substation can serve up to about 200 electricity users, situated within a 200 metre radius, with the potential PLT customer base being a small percentage of these. To serve these customers with broadband internet access, each PLT enabled electricity substation shall be connected to an ISP via a dedicated high capacity link.
- In-house PLT systems are used for home networking purpose. All types of data (audio, video, data) are transmitted between different users inside a house or flat. Different types of PLT systems (Modem chipsets, modulation types, frequency bands) can not be used in close proximity due to the fact that at this moment no standardisation has been done between different manufacturers.

US

In the US the situation is similar to Europe, but some access PLT networks are configured differently. This is because the electricity distribution network is largely based on medium voltage overhead lines with small capacity pole mounted transformers each supplying a few customers. This has led to the development of PLT equipment that operates over the MV network.

JAPAN

Power line telecommunications are used only for home networking (limitation of indoor use) in Japan. The Japanese radio law prohibits the use of PLT for direct access to the customer to

avoid adverse electromagnetic radiation. Most of power distribution lines are laid as overhead wires in Japan. Communication lines and power distribution lines are often installed at same power-poles.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61000-2-5:2011

Bibliography

IEC 60050-121:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 121: Electromagnetism*
Amendment 1 (2002)
Amendment 2 (2008)

IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*
Amendment 1 (1998)

IEC 60050-603:1986, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 603: Generation, transmission and distribution of electricity – Power system planning and management*
Amendment 1 (1998)

IEC 60050-705:1995, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 705: Radio wave propagation*

IEC 60050-725:1994, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 725: Space radiocommunications*

IEC 60364-1:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60533:1999, *Electrical and electronic installations in ships – Electromagnetic compatibility*

IEC 61000-2-1:1990, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 1: Description of the environment – Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems*

IEC 61000-2-10:1998, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-10: Environment – Description of HEMP environment – Conducted disturbance*

IEC 61000-3-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*
Amendment 1 (2008)
Amendment 2 (2009)

IEC 61000-3-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-4: Limits - Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A*

IEC 61000-4 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques*

IEC 61000-4-1:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-1: Testing and measurement techniques – Overview of IEC 61000-4 series*

IEC 61000-4-20:2010, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20: Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides*

IEC 61000-4-21:2011, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-21: Testing and measurement techniques – Reverberation chamber test methods*

IEC 61000-4-34:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-34: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity*

tests for equipment with input current more than 16 A per phase
Amendment 1 (2009)

IEC 62040-3:2011, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 3: Method of specifying the performance and test requirements*

IEC 62271-1:2007, *High voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications*

CISPR 11:2009, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

ISO/IEC 14443-1, *Identification cards – Contactless integrated circuit cards – Proximity cards – Part 1: Physical characteristics*

ISO/IEC 14443-2, *Identification cards – Contactless integrated circuit cards – Proximity cards – Part 2, Radio frequency power and signal interface*

ISO/IEC 14443-3, *Identification cards – Contactless integrated circuit(s) cards – Proximity cards – Part 3: Initialization and anticollision*

ISO/IEC 14443-4, *Identification cards – Contactless integrated circuit cards – Proximity cards – Part 4: Transmission protocol*

ISO/IEC 15693-1, *Identification cards – Contactless integrated circuit cards – Vicinity cards – Part 1: Physical characteristics*

ISO/IEC 15693-2, *Identification cards – Contactless integrated circuit cards – Vicinity cards – Part 2: Air interface and initialization*

ISO/IEC 15693-3, *Identification cards – Contactless integrated circuit cards – Vicinity cards – Part 3: Anticollision and transmission protocol*

ISO/IEC 18000-2, *Information technology – Radio frequency identification for item management – Part 2: Parameters for air interface communications below 135 kHz*

ISO/IEC 18000-3, *Information technology – Radio frequency identification for item management – Part 3: Parameters for air interface communications at 13,56 MHz*

ISO/IEC 18000-4, *Information technology – Radio frequency identification for item management – Part 4: Parameters for air interface communications at 2,45 GHz*

ISO/IEC 18000-6, *Information technology – Radio frequency identification for item management – Part 6: Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz*

ISO/IEC 18000-7, *Information technology – Radio frequency identification for item management – Part 7: Parameters for active air interface communications at 433 MHz*

EN 50160, *Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems*

EN 50065-1, *Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz. General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances*

EN 50065-2-1, *Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz – Part 2-1: Immunity requirements for mains communications equipment and systems operating in the range of frequencies 95 kHz to 148,5 kHz and intended for use in residential, commercial and light industrial environments*

EN 50065-2-2, *Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz – Part 2-2: Immunity requirements for mains communications equipment and systems operating in the range of frequencies 95 kHz to 148,5 kHz and intended for use in industrial environments*

EN 50065-2-3, *Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz – Part 2-3: Immunity requirements for mains communications equipment and systems operating in the range of frequencies 3 kHz to 95 kHz and intended for use by electricity suppliers and distributors*

ETSI EN 300330, *Electromagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM): Short Range Devices (SRD): Technical characteristics and test methods for radio equipment in the frequency range 9 kHz to 25 MHz and inductive loop systems in the frequency range 9 kHz to 30 MHz*

ITU-T Recommendation K27, *"Protection against interference – Bonding configurations and earthing inside a telecommunication building"*

ITU-T Recommendation K62, *Protection against interference – System level radiated emissions compliance using mathematical modelling*

ITU-R Recommendation SM 1756, *Spectrum management – Framework for the introduction of Devices using Ultra-Wideband Technology*

ITU Recommendation P. 373-8, *Terminals and subjective and objective assessment methods – Definition of maximum and minimum transmission frequencies – Radiowave Propagation – Radio Noise*

The Federal Communications Commission (FCC), Code of Federal Regulations, Title 47 – Telecommunication, <http://wireless.gov/>
Part 15 – Radio Frequency Devices
Part 97 – Amateur Radio Services
Part 101 – Fixed Microwave Services

European Radiocommunications Office (ERO), <http://www.ero.dk>

ERC Recommendation 70-03 (Tromsø 1997 And Subsequent Amendments) Relating To The Use Of Short Range Devices (SRD), Version of 16 October 2009.

European Radiocommunications Office (ERO) Frequency Information System (EFIS) and National Frequency Tables, <http://www.efis.dk>

Paret, Dominique, *RFID and Contactless Smart Card Application*, John Wiley and Sons, ISBN: 978-0-470-01195-9, October 2005.

NATO RTO Technical Report: *HF Interference, Procedures and Tools*, TR-IST-050, June 2007, ISBN 978-92-837-0069-2, <http://www.rto.nato.int>

Office of Communications, "Amperion PLT Measurements in Crieff", OFCOM UK, 11 May 2005.

Straw, R. Dean (Ed.), *The ARRL Antenna Book*, Edition 20, American Radio Relay League, Feb 2006.

Broadband Forum, "VDSL2 Performance Test Plan, Revision 1.14," Working Text 114 (WT-114), April 2009.

Haubrich, H.-J. and Seitz, T., "Electrical and magnetic fields around overhead transmission lines", 10th International Zurich Symposium and Technical Exhibition on Electromagnetic Compatibility, March 1993, pp. 19-24.

Jaekel, B. W., "Common mode currents in low voltage power networks," XII. International Conference on Electromagnetic Disturbances EMD '2002, Palanga, Lithuania, Sept. 2002, pp. 15 – 20 (ISBN 9955-09-265-3).

Wang, Zezhong and Lu, Binxian, "The measurement and characteristics analysis of switching transient electric field in a 500 kV substation," EMC Europe 2002 International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Sorrento, Italy, September 9-13, 2002, pp. 194-197.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61000-2-5:2011

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	131
1 Domaine d'application et objet	133
2 Références normatives	134
3 Termes, définitions et abréviations	136
3.1 Termes et définitions	136
3.2 Abréviations	142
4 Guide d'utilisation du présent rapport	145
4.1 Approche	145
4.2 Raison d'être du système de classification	149
4.3 Phénomènes de l'environnement électromagnétique	149
4.4 Simplification de la base de données de l'environnement électromagnétique	150
5 Phénomènes électromagnétiques basse fréquence	154
5.1 Phénomènes basse fréquence conduits	154
5.1.1 Harmoniques de la fréquence fondamentale de l'alimentation	154
5.1.2 Variations de l'amplitude et de la fréquence de la tension d'alimentation	155
5.1.3 Tensions de mode commun du réseau d'alimentation électrique	157
5.1.4 Tensions des systèmes de transmission de signaux sur les réseaux électriques	160
5.1.5 Réseaux d'alimentation à flotage	161
5.1.6 Tensions induites à basse fréquence	162
5.1.7 Tension continue dans les réseaux CA	162
5.2 Phénomènes basse fréquence rayonnés	163
5.2.1 Champs magnétiques rayonnés	163
5.2.2 Champs électriques	164
6 Phénomènes électromagnétiques haute fréquence	165
6.1 Phénomènes haute fréquence conduits	165
6.1.1 Généralités	165
6.1.2 Phénomène d'onde entretenue conduite en CC	166
6.1.3 Onde entretenue induite	168
6.1.4 Transitoires	168
6.2 Phénomènes haute fréquence rayonnés	171
6.2.1 Généralités	171
6.2.2 Perturbations oscillatoires continues rayonnées	172
6.2.3 Perturbations modulées rayonnées	173
6.2.4 Perturbations impulsionnelles rayonnées	189
7 Décharges électrostatiques	191
7.1 Généralités	191
7.2 Courants de DES	191
7.3 Champs produits par les courants de DES	192
8 Classification des environnements	192
8.1 Généralités	192
8.2 Classes d'emplacements	192
8.3 Classe d'emplacement résidentiel	194
8.3.1 Description des emplacements résidentiels	194
8.3.2 Équipements caractéristiques de l'emplacement résidentiel	195

8.3.3	Limites pertinentes pour les équipements exploités dans des emplacements résidentiels	196
8.3.4	Interfaces et accès des emplacements résidentiels	197
8.3.5	Attributs des emplacements résidentiels	198
8.4	Classe d'emplacements commerciaux/publics	199
8.4.1	Description des emplacements commerciaux/publics	199
8.4.2	Équipements et sources d'interférences présents dans les emplacements commerciaux/publics	199
8.4.3	Limites pertinentes pour les équipements exploités dans des emplacements commerciaux/publics	200
8.4.4	Interfaces et accès des emplacements commerciaux/publics	200
8.4.5	Attributs des emplacements commerciaux/publics	201
8.5	Classe d'emplacements industriels	203
8.5.1	Description des emplacements industriels	203
8.5.2	Équipements et sources d'interférences présents dans les emplacements industriels	204
8.5.3	Limites pertinentes pour les équipements exploités dans des emplacements industriels	205
8.5.4	Interfaces et accès des emplacements industriels	205
8.5.5	Attributs des emplacements industriels	206
8.6	Types de réseaux d'alimentation	208
8.7	Modifications des environnements électromagnétiques	210
8.8	Phénomènes électromagnétiques conduits supplémentaires	210
8.8.1	Description des phénomènes conduits autres que ceux des Articles 4 et 5	210
8.8.2	Bruit impulsionnel électrique et répétitif (REIN)	211
8.8.3	Événement sonore unique à intensité élevée (SHINE)	212
8.9	Aspects relatifs à l'atténuation	212
8.10	Description des classes d'emplacements du point de vue des exigences des normes CEM fondamentales	213
9	Principes du choix des niveaux d'immunité	216
9.1	Approche	216
9.2	Incertitudes	217
9.2.1	Incertitudes en situation d'essai	217
9.2.2	Incertitudes en situation d'application	217
9.2.3	Comment gérer les incertitudes	217
9.3	Comment gérer les sources à densité élevée	217
9.4	Critères de gravité	218
10	Niveaux de perturbation des diverses classes d'emplacements	219
	Annexe A (informative) Niveaux de compatibilité/de perturbation des classes d'emplacements	220
	Annexe B (informative) Perturbations rayonnées continues	230
	Annexe C (informative) Examen de l'attribution historique des degrés de perturbation rayonnée	238
	Annexe D (informative) Perturbations impulsionnelles rayonnées	244
	Annexe E (informative) Télécommunications sur ligne d'alimentation (PLT)	249
	Bibliographie	251

Figure 1 – Schéma de l'approche en deux temps utilisée pour la classification avec les tableaux d'entrée axés sur les phénomènes et les tableaux de sortie, axés sur les emplacements	147
Figure 2 – Accès par lesquels des perturbations électromagnétiques pénètrent dans l'appareil.....	148
Figure 3 – Formes d'onde de tension types des creux et des interruptions (10 ms/division horizontale)	156
Figure 4 – Configuration type d'un convertisseur dans un PDS	158
Figure 5 – Formes d'onde de courant et de tension de chaque partie du PDS (1 ms/division horizontale).	159
Figure 6 – Tension de mode commun mesurée à la borne d'entrée d'un convertisseur	159
Figure 7 – Concept de classes d'emplacements.....	193
Figure 8 – Situation des systèmes TN-C d'installation de puissance	209
Figure 9 – Situation des systèmes TN-S d'installation de puissance	210
Figure B.1 – Formes d'onde typiques pour les perturbations rayonnées.....	230
Figure C.1 – Géométrie du problème	239
Figure D.1 – Champ électrique mesuré et dérivée de champ électrique depuis un nuage jusqu'à un coup de foudre au sol mesuré à une distance de 30 m	244
Figure D.2 – Champ électrique mesuré après une décharge électrostatique à une distance de 0,1 m	245
Figure D.3 – Champ magnétique mesuré (deux mesures) après une décharge électrostatique à une distance de 0,1 m.....	245
Figure D.4 – Champ électrique mesuré en kV/m par rapport au temps en microsecondes dans une sous-station électrique 500 kV.....	246
Tableau 1 – Principaux phénomènes provoquant des perturbations électromagnétiques.....	151
Tableau 2 – Degrés et niveaux de perturbation des harmoniques de tension dans les réseaux d'alimentation électrique (en pourcentage de la tension fondamentale, U_n/U_1).....	155
Tableau 3 – Degrés et niveaux de perturbation des variations de tension dans la plage normale de fonctionnement.....	156
Tableau 4 – Degrés et niveaux de perturbation pour les déséquilibres de tension	157
Tableau 5 – Degrés et niveaux de perturbation pour les variations de la fréquence d'alimentation	157
Tableau 6 – Degrés et niveaux de perturbation pour les tensions de mode commun	160
Tableau 7 – Degrés et niveaux de perturbation pour les tensions de signalisation dans les réseaux d'énergie (en pourcentage de la tension nominale)	161
Tableau 8 – Degrés et niveaux de perturbation pour les tensions de mode commun induites à basse fréquence dans les câbles de signal et de commande	162
Tableau 9 – Degrés et niveaux de perturbation pour les champs magnétiques basse fréquence à différentes fréquences	164
Tableau 10 – Degrés et niveaux de perturbation pour les champs électriques à basse fréquence	165
Tableau 11 – Degrés et niveaux de perturbation des tensions induites en ondes entretenues par rapport à la terre de référence	168
Tableau 12 – Degrés et niveaux de perturbation pour les transitoires unidirectionnels conduits dans les réseaux d'énergie basse tension en courant alternatif.....	170
Tableau 13 – Degrés et niveaux de perturbation pour les transitoires oscillatoires conduits dans les réseaux d'énergie basse tension en courant alternatif.....	171
Tableau 14 – Sources de rayonnement.....	172

Tableau 15 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes oscillatoires entretenus rayonnés (en V/m, RMS) et distance à la source (en m)	173
Tableau 16 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (en V/m, RMS) et distance à la source (en m), Bandes de radio amateur au-dessous de 30 MHz	174
Tableau 17 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (en V/m, RMS) et distance à la source (en m), Bande CB de 27 MHz	175
Tableau 18 – Degrés et niveaux de perturbation pour les services de communication analogique au-dessous de 30 MHz	175
Tableau 19 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (services de communication analogiques au-dessus de 30 MHz) (en V/m) et distance à la source (en m)	176
Tableau 20 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (téléphones mobiles et portables) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m)	177
Tableau 21 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (stations de base) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m)	178
Tableau 22 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (éléments de télémétrie médicale et biologique) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m)	179
Tableau 23 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (services radio sans licence) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (1)	180
Tableau 24 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (services radio sans licence) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (2)	181
Tableau 25 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (bandes radio amateur au-dessus de 30 MHz) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m)	182
Tableau 26 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (stations de base de service de téléavertissement) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m)	183
Tableau 27 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (1)	184
Tableau 28 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (2)	184
Tableau 29 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (3)	185
Tableau 30 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (4)	185
Tableau 31 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (5)	186
Tableau 32 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, crête) et distance à la source (en m) (6)	186
Tableau 33 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (RFID et systèmes de transpondeurs ferroviaires) (champ électrique en V/m, RMS) et distance à la source (en m)	187
Tableau 34 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (RFID et systèmes de transpondeurs ferroviaires) (champ magnétique en $\mu\text{A/m}$, RMS) et distance à la source (en m)	188
Tableau 35 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes impulsionnels rayonnés (vitesse de montée) et distance à la source (en m)	190
Tableau 36 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes impulsionnels rayonnés (systèmes RADAR) (champ électrique en V/m, crête) et distance à la source (en m)	190

Tableau 37 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes impulsionnels (vitesse de montée) provoqués par les DES.....	191
Tableau 38 – Degrés et niveaux de perturbation pour les gradients des champs rayonnés dus à des décharges électrostatiques (DES)	192
Tableau 39 – Équipements exemplaires présents dans la classe d'emplacement résidentiel.....	196
Tableau 40 – Attributs de la classe d'emplacements résidentiels	198
Tableau 41 – Attributs des divers types de la classe d'emplacements commerciaux/publics	202
Tableau 42 – Attributs de divers types de la classe d'emplacements industriels.....	206
Tableau 43 – Aperçu des phénomènes par rapport à la norme fondamentale, avec référence au tableau et au chapitre associés	214
Tableau A.1 – Niveaux de perturbation de la classe d'emplacements résidentiels.....	221
Tableau A.2 – Niveaux de perturbation de la classe d'emplacements commerciaux/publics	224
Tableau A.3 – Niveaux de perturbation de la classe d'emplacements industriels.....	227
Tableau B.1 – Exemples de valeurs de champs des émetteurs autorisés	231
Tableau B.2 – Spécifications des unités mobiles et portables	232
Tableau B.3 – Spécifications des stations de base.....	232
Tableau B.4 – Spécification des autres éléments RF types	233
Tableau B.5 – Données relatives à la technologie d'identification par radio-fréquence (RFID)	233
Tableau B.6 – Attribution des fréquences du système TETRA (en Europe)	234
Tableau B.7 – Fréquences radio amateur (régions de l'UIT 1 à 3).....	235
Tableau C.1 – Degrés de perturbation rayonnée définis dans l'édition 1	238
Tableau D.1 – Données relatives aux systèmes RADAR	246
Tableau D.2 – Exemples de systèmes de RADAR civils	247

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –**Partie 2-5: Environnement –
Description et classification des environnements électromagnétiques**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI 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 la CEI. La CEI 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 la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un Rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, par exemple "l'état de l'art".

Le CEI 61000-2-5, qui est un rapport technique, a été établi par le comité d'études 77 de la CEI: Compatibilité électromagnétique.

Il a le statut de publication fondamentale en CEM, conformément au Guide CEI 107.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1995 et constitue une révision technique.

Les modifications techniques majeures par rapport à l'édition précédente sont énumérées comme suit:

- La description de l'environnement électromagnétique émis a été faite plus en détail et les sources d'interférence considérées ont été mises à jour.
- Le concept de classes d'emplacements a été passé en revue et modifié.
- Les niveaux de perturbation pour les classes d'emplacements diverses ont été passés en revue, modifiés et les phénomènes ont été décrits plus en détail.

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

Projet d'enquête	Rapport de vote
77/385/DTR	77/390/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.

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

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 la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

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.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 2-5: Environnement – Description et classification des environnements électromagnétiques

1 Domaine d'application et objet

Avoir connaissance de l'environnement électromagnétique qui existe aux emplacements où il est prévu que des appareils et systèmes électriques et électroniques seront utilisés est une condition préalable essentielle au processus visant à obtenir la compatibilité électromagnétique. On peut parvenir à cette connaissance par différentes approches, notamment par une étude de site portant sur l'emplacement prévu, une évaluation technique de l'appareil et du système, ainsi qu'en consultant des ouvrages généraux.

La présente partie de la CEI 61000

- présente le concept de degrés de perturbation et définit ceux-ci pour chacun des phénomènes électromagnétiques,
- présente les différentes classes d'emplacements et les décrit au moyen d'attributs,
- fournit des informations générales sur les différents phénomènes électromagnétiques que l'on peut rencontrer dans l'environnement et
- compile des tableaux de niveaux de compatibilité pour les phénomènes électromagnétiques que l'on considère être liés à ces classes d'emplacement.

La présente partie de la CEI 61000 est destinée à servir de guide à l'attention des personnes chargées de considérer et de développer les exigences relatives à l'immunité. Il donne également des conseils élémentaires concernant le choix des niveaux d'immunité. Les informations présentées sont applicables à tout appareil, sous-système ou système électrique ou électronique fonctionnant dans l'un des environnements évoqués dans le présent Rapport Technique.

NOTE 1 Il convient de noter que les exigences d'immunité et les niveaux d'immunité déterminés pour les appareils destinés à être utilisés dans une certaine classe d'emplacement ne sont pas obligatoirement liés à l'environnement électromagnétique présent dans cet emplacement, mais aussi aux exigences des appareils eux-mêmes et de l'application dans laquelle ils sont utilisés (par exemple, lorsque l'on tient compte des exigences en matière de disponibilité, de fiabilité ou de sécurité). Cela peut conduire à des exigences plus strictes en ce qui concerne les niveaux d'immunité ou en ce qui concerne les critères d'aptitude à la fonction applicables. Ces niveaux peuvent aussi être considérés dans un cadre plus général, tel celui des normes génériques et de produits en prenant en compte les aspects statistiques et économiques et l'expérience commune dans certains domaines d'application.

NOTE 2 Les phénomènes électromagnétiques présentent en général une vaste gamme de paramètres et de caractéristiques, aussi ne peut-on pas établir de relation biunivoque entre ces paramètres et caractéristiques et les essais d'immunité standardisés qui reflètent essentiellement l'effet des phénomènes électromagnétiques provoqués par une installation d'essai bien décrite. Ce rapport suit néanmoins une approche visant à corrélérer, jusqu'à un certain point, les phénomènes électromagnétiques et les essais d'immunité standardisés. Cela pourra permettre aux utilisateurs de ce rapport de prendre en compte, au moins en partie, les essais d'immunité standardisés tels que ceux donnés par exemple dans la série CEI 61000-4, pour spécifier des exigences d'immunité.

Les descriptions des environnements électromagnétiques de ce rapport sont majoritairement des descriptions génériques, qui prennent en compte les caractéristiques des classes d'emplacement considérées. Par conséquent, il convient de garder à l'esprit qu'il peut exister des emplacements pour lesquels une description plus spécifique est nécessaire si l'on souhaite déterminer les exigences d'immunité applicables à ces emplacements spécifiques.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document référencé s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050(161):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*
Amendement 1 (1997)
Amendement 2 (1998)

CEI 60118-4:2006, *Electroacoustique – Appareil de correction auditive – Partie 4: Systèmes de boucles d'induction utilisées à des fins de correction auditive – Intensité du champ magnétique*

CEI 60364-4-44:2007, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques*

CEI/TR 61000-1-4:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-4: General – Historical rationale for the limitation of power-frequency conducted harmonic current emissions from equipment, in the frequency range up to 2 kHz*

Disponible en anglais seulement.

CEI 61000-2-2:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-2: Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation à basse tension*

CEI 61000-2-3:1992, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 3: Description de l'environnement – Phénomènes rayonnés et phénomènes conduits à des fréquences autres que celles du réseau*

CEI 61000-2-4:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-4: Environnement – Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence*

CEI 61000-2-8:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-8: Environnement – Creux de tension et coupures brèves sur les réseaux d'électricité publics incluant des résultats de mesures statistiques*

CEI 61000-2-9:1996, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 9: Description de l'environnement IEMN-HA – Perturbations rayonnées*

CEI 61000-2-12:2003, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-12: Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation moyenne tension*

CEI 61000-2-13:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-13: Environment – High-power electromagnetic (HPEM) environments – Radiated and conducted*

Disponible en anglais seulement.

CEI 61000-3-12:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-12: Limites – Limites pour les courants harmoniques produits par les appareils connectés aux réseaux publics basse tension ayant un courant appelé >16 A et ≤ 75 A par phase*

CEI 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

CEI 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

Amendement 1 (2007)

Amendement 2 (2010)

CEI 61000-4-4:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

Amendement 1 (2010)

CEI 61000-4-5:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de chocs*

CEI 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CEI 61000-4-8:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

CEI 61000-4-9:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-9: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique impulsionnel*

Amendement 1 (2000)

CEI 61000-4-10:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-10: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique oscillatoire amorti*

Amendement 1 (2000)

CEI 61000-4-11:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

CEI 61000-4-12:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-12: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'onde sinusoïdale amortie*

CEI 61000-4-13:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif*

Amendement 1 (2009)

CEI 61000-4-14:1999, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-14: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux fluctuations de tension pour le matériel dont le courant d'entrée est inférieur ou égal à 16 A par phase*

Amendement 1 (2001)

Amendement 2 (2009)

CEI 61000-4-16:1998, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-16: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux perturbations conduites en mode commun dans la gamme de fréquences de 0 Hz à 150 kHz*

Amendement 1 (2001)

Amendement 2 (2009)

CEI 61000-4-18:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-18: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'onde oscillatoire amortie*

Amendement 1 (2010)

CEI 61000-4-27:2000, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-27: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux déséquilibres pour des matériels avec un courant appelé n'excédant pas 16 A par phase*
Amendement 1 (2009)

CEI 61000-4-28:1999, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-28: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à la variation de la fréquence d'alimentation pour des matériels avec un courant appelé n'excédant pas 16 A par phase*
Amendement 1 (2001)
Amendement 2 (2009)

CISPR/TR 16-4-1:2009, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests*
Disponible en anglais seulement.

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document les termes et définitions de la CEI 60050(161) ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Pour la brièveté, au lieu de répéter la formulation "le dispositif, l'équipement ou le système", le terme "l'élément" est utilisé dans ce rapport.

3.1.1 coupure

arrêt de l'alimentation électrique, due en particulier à une pénurie, une défaillance mécanique ou une surconsommation de la part des utilisateurs

NOTE Coupure de courant entraînant la suppression de l'alimentation électrique dans une zone pour une courte durée ou une longue durée.

3.1.2 affaiblissement

réduction ou diminution de l'alimentation électrique, due en particulier à une pénurie, une défaillance mécanique ou une surconsommation de la part des utilisateurs

NOTE Baisse de tension de l'alimentation distribuée par un fournisseur, due à une défaillance du système de génération, de transmission, ou de distribution, ou effectuée délibérément sur le réseau de distribution d'électricité lorsque la demande dépasse les possibilités de fourniture. Le consommateur peut ou non remarquer la différence. Dans le pire cas, des dommages peuvent en résulter.

3.1.3 salve

suite d'un nombre fini d'impulsions distinctes ou oscillation de durée limitée

[CEI 60050-161:1990, 161-02-07]

3.1.4 salve (en AMRT)

ensemble de signaux émis par un terminal sous la forme d'un bloc de structure prédéterminée pendant un intervalle de temps affecté à ce terminal par un protocole d'accès multiple par répartition temporelle

[CEI 60050-725:1994, 725-14-15]

3.1.5

impédance caractéristique d'un milieu

impédance d'onde d'une onde progressive dans un milieu donné

[CEI 60050-705:1995, 705-03-23, modifié]

NOTE L'impédance caractéristique d'un milieu isotrope homogène est donnée par l'équation $\eta_l = \sqrt{\mu/\varepsilon}$,

où

μ est la perméabilité du milieu isotrope homogène, et

ε est la permittivité du milieu isotrope homogène.

3.1.6

niveau de compatibilité (électromagnétique)

niveau de perturbation électromagnétique utilisé comme niveau de référence pour assurer la coordination de l'établissement des limites d'émission et d'immunité

NOTE 1 Par convention, le niveau de compatibilité est choisi de telle sorte qu'il n'y ait qu'une faible probabilité d'être dépassé par le niveau réel de perturbation. Cela étant, la compatibilité électromagnétique n'est assurée que si les niveaux d'émission et d'immunité sont maîtrisés de telle sorte qu'en chaque endroit le niveau de perturbation résultant de l'ensemble des émissions soit plus faible que le niveau d'immunité de chaque dispositif, appareil ou système situé en ce même endroit.

[CEI 60050-161:1990, 161-03-10]

NOTE 2 Le niveau de compatibilité peut dépendre de phénomènes, du temps ou de l'emplacement.

3.1.7

degré de perturbation

intensité quantifiée et spécifiée, située à l'intérieur d'une plage de niveaux de perturbation correspondant à un phénomène électromagnétique particulier rencontré dans l'environnement en question

3.1.8

niveau de perturbation

grandeur d'une perturbation électromagnétique, mesurée et évaluée d'une façon donnée

3.1.9

accès par la borne de terre

accès qui n'est pas un accès par les bornes de signaux, de commande ou d'alimentation, destiné au raccordement à la terre

3.1.10

champ électrique

constituant d'un champ électromagnétique, caractérisé par l'ensemble des vecteurs champ électrique **E** et induction électrique **D**

[CEI 60050-121:1998, 121-11-67]

3.1.11

compatibilité électromagnétique

CEM

aptitude d'un dispositif, appareil ou système à fonctionner dans son environnement électromagnétique de façon satisfaisante et sans produire lui-même de perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement

[CEI 60050-161:1990, 161-01-07, modifié]

3.1.12

perturbation électromagnétique

phénomène électromagnétique susceptible de créer des troubles de fonctionnement d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système, ou d'affecter défavorablement la matière vivante ou inerte

NOTE Une perturbation électromagnétique peut être un bruit électromagnétique, un signal non désiré ou une modification du milieu de propagation lui-même.

[CEI 60050-161:1990, 161-01-05]

3.1.13

environnement électromagnétique

ensemble des phénomènes électromagnétiques existant à un endroit donné

NOTE 1 L'environnement électromagnétique dépend en général du temps et sa description peut exiger une approche statistique.

[CEI 60050-161:1990, 161-01-01]

NOTE 2 Il est très important de ne pas confondre l'environnement électromagnétique et l'emplacement lui-même.

3.1.14

champ électromagnétique

champ, déterminé par un ensemble de quatre grandeurs vectorielles reliées entre elles, qui caractérise, avec la densité de courant électrique et la charge électrique volumique, les états électrique et magnétique d'un milieu matériel ou du vide

NOTE Les quatre grandeurs vectorielles reliées entre elles, qui vérifient les équations de Maxwell, sont par convention:

- le champ électrique, E ,
- la densité de flux électrique, D ,
- le champ magnétique, H ,
- la densité de flux magnétique, B .

[CEI 60050-121:1998, 121-11-61]

3.1.15

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.

[CEI 60050-161:1990, 161-01-21]

3.1.16

accès par l'enveloppe

frontière physique de l'appareil à travers laquelle les champs électromagnétiques peuvent rayonner ou à laquelle ils peuvent se heurter

3.1.17

champ lointain

région dans laquelle la distribution angulaire du champ électromagnétique est indépendante de la distance à l'antenne

NOTE Si les dimensions de l'antenne sont inférieures à la longueur d'onde, cette région est définie pour $d > \lambda/2\pi$, où d est la distance à l'antenne et λ est la longueur d'onde du champ électromagnétique.

3.1.18**haute tension****HT**

- 1) au sens général, ensemble des niveaux de tension supérieurs à la basse tension
- 2) au sens restreint, ensemble des niveaux de tension les plus élevés utilisés dans les réseaux pour le transport massif d'électricité

[CEI 60050-601:1985, 601-01-27]

3.1.19**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

[CEI 60050-161:1990, 161-01-20]

3.1.20**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

[CEI 60050-161:1990, 161-03-14]

3.1.21**îlotage**

processus par lequel un réseau d'énergie électrique est fractionné en deux ou plus de deux réseaux séparés

NOTE Le passage en réseau séparé est soit une mesure d'urgence volontaire, soit le résultat d'actions de conduite ou d'automates de protection, soit le résultat d'une erreur humaine.

[CEI 60050-603:1986, 603-04-31]

3.1.22**Régions UIT**

les trois régions géographiques définies dans les réglementations relatives aux émissions radio sont les suivantes:

Région 1: Europe, Afrique, partie du Moyen-Orient située à l'ouest du Golfe Persique et comprenant l'Irak, l'ex-Union Soviétique et la Mongolie.

Région 2: Les Amériques, le Groenland et certaines îles du Pacifique Est.

Région 3: la majeure partie de l'Asie en dehors de l'ex-Union Soviétique, l'Iran et les pays à l'est de l'Iran et la majeure partie de l'Océanie.

[Réglementations Radio]

3.1.23**emplacement (CEM):**

lieu ou site repéré par des caractéristiques électromagnétiques distinctives

3.1.24**classe d'emplacement**

ensemble d'emplacements présentant une propriété commune quant à la nature et la densité des équipements électriques et électroniques utilisés, y compris les conditions d'installation et les influences externes (voir Annexe A)

3.1.25

basse tension

BT

ensemble des niveaux de tension utilisés pour la distribution d'énergie électrique et dont la limite supérieure généralement admise est de 1 000 V CA

[CEI 60050-601:1985, 601-01-26]

3.1.26

champ magnétique

constituant d'un champ électromagnétique, caractérisé par l'ensemble des vecteurs champ magnétique H et induction magnétique B

[CEI 60050-121:1998, 121-11-69]

3.1.27

puissance de salve maximum

puissance maximum instantanée obtenue durant une salve

3.1.28

moyenne tension

MT

ensemble de niveaux de tension compris entre la basse et la haute tension

[CEI 60050-601:1985, 601-01-28]

NOTE Le terme moyenne tension s'utilise habituellement pour les systèmes de distribution dont les tensions sont supérieures à 1 kV et s'applique généralement à des tensions allant jusqu'à 52 kV. (Voir CEI 62271-1:2007-10)

3.1.29

champ proche

région dans laquelle la distribution angulaire du champ électromagnétique est dépendante de la distance à l'antenne

NOTE Si les dimensions de l'antenne sont inférieures à la longueur d'onde, cette région est définie pour $d < \lambda / 2\pi$, où d est la distance à l'antenne et λ est la longueur d'onde du champ électromagnétique.

3.1.30

accès

interface particulière de l'appareil concerné avec l'environnement électromagnétique extérieur (voir Figure 1)

NOTE Dans certains cas, différents accès peuvent être combinés.

3.1.31

télécommunications sur ligne d'alimentation

PLT

utilisation des câbles d'alimentation d'un bâtiment ou du réseau de distribution comme trajet métallique pour la distribution de données

NOTE Les télécommunications sur ligne d'alimentation s'appellent également ligne d'alimentation large bande (BPL) et communication sur ligne d'alimentation (PLC).

3.1.32

accès par l'alimentation

accès sur lequel un conducteur ou câble transportant la puissance électrique primaire nécessaire au fonctionnement d'un appareil ou d'appareils associés est raccordé à l'appareil

3.1.33**accès par les bornes de signaux**

accès sur lequel un conducteur ou câble destiné à transporter des signaux est raccordé à l'appareil

NOTE En voici des exemples: lignes d'entrées, de sorties et de commandes analogiques, bus de données, antennes, réseaux de communication, etc.

3.1.34**microcoupure**

chute soudaine de tension au-dessous d'un seuil d'interruption spécifié, ayant lieu sur toutes les phases en un point particulier d'un système d'alimentation électrique, suivie du rétablissement de cette tension au bout d'un bref intervalle

NOTE Les microcoupures sont habituellement associées au fonctionnement d'appareillages de connexion et concernent l'apparition et la disparition de courts-circuits dans le système ou les installations auxquels ils sont reliés.

3.1.35**schéma TN**

système d'alimentation qui possède un point relié directement à la terre à la source, les parties conductrices accessibles de l'installation étant reliées à ce point par des conducteurs de protection

NOTE 1 Il existe trois types de schémas TN: TN-S, TN-C et TN-C-S.

NOTE 2 Une description des systèmes d'alimentation est donnée dans la CEI 60364-1.

3.1.36**facteur de déséquilibre**

dans un système triphasé, le degré de déséquilibre exprimé par le rapport (en pourcentage) des valeurs RMS de la composante de séquence négative (ou de séquence zéro) et de la composante de séquence positive de la tension ou du courant

3.1.37**variation de tension**

variation de la valeur efficace ou de la valeur de crête d'une tension entre deux niveaux consécutifs qui se maintiennent d'une façon assez stable pendant des durées déterminées mais non spécifiées

NOTE Le choix entre valeur efficace et valeur de crête dépend de l'application et il convient de le spécifier.

[CEI 60050-161:1990, 161-08-01]

3.1.38**creux de tension**

chute soudaine de tension au-dessous d'un seuil de creux spécifié, ayant lieu en un point particulier d'un système d'alimentation électrique, suivie du rétablissement de cette tension au bout d'un bref intervalle

NOTE 1 Un creux est habituellement associé à l'apparition et à la disparition d'un court-circuit ou de toute autre augmentation de courant extrême dans le système ou les installations auxquels le système d'alimentation électrique est relié.

NOTE 2 Un creux de tension est une perturbation électromagnétique à deux dimensions, dont le niveau est déterminé à la fois par la tension et par le temps (durée).

3.1.39**fluctuation de tension**

série de variations de la tension RMS, évaluée sous forme de valeur unique pendant chaque demi-période correspondant à deux passages à zéro successifs de la tension de source

3.1.40

impédance d'onde

pour une onde électromagnétique sinusoïdale et en notation complexe, quotient des grandeurs qui représentent respectivement le champ électrique et le champ magnétique en un point

[CEI 60050-705:1995, 705-03-22]

3.2 Abréviations

CA	courant alternatif
MA	modulation d'amplitude
AMN	artificial mains network (réseau d'alimentation artificiel)
ASD	adjustable speed drive (variateur de vitesse, également entraînement à vitesse variable)
AV	average (moyen, moyenne)
AVE	audio-visual equipment (matériel audiovisuel)
CATV	communal antenna TV (télédistribution)
CB	citizen band (bande publique)
CDMA	code division multiple access (accès multiple par différence de code)
CEPT	Conférence Européenne des administrations des Postes et des Télécommunications
CISPR	Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques
CMA	cConstant Modulus Algorithm (algorithme à module constant)
CT	cordless telephony (téléphonie sans fil)
CT-2	cordless telephone (téléphone sans fil), deuxième génération
CW	continuous wave (onde entretenue)
CC	courant continu
DCCS	digital cross connect system (système d'interconnexion numérique)
DCS	digital cellular system (système cellulaire numérique)
DECT	digital enhanced cordless telecommunications (télécommunications numériques évoluées sans fil)
DTX	discontinuous transmission (émission discontinue)
DVD	Digital versatile disc (disque universel numérique)
DVR	Digital video recorder (enregistreur vidéo numérique)
EDM	Electro-discharge machining (usinage électrolytique)
EIRP	effective isotropic radiated power (puissance rayonnée isotrope efficace)
EM	électromagnétique
CEM	compatibilité électromagnétique
EN	Euro Norme
ERC	European Radiocommunications Committee (Comité européen des radiocommunications)
ERMES	European radio messaging system (système européen de messagerie radio)
ERP	effective radiated power (puissance rayonnée efficace)
DES	décharge électrostatique

ETSI	European Telecommunications Standardisation Institute (Institut européen de normalisation des télécommunications)
UE	Union Européenne
EUT	equipment under test (matériel à l'essai)
FCC	Federal communications commission (Commission fédérale des communications)
FDD	frequency division duplex (duplexage par division de fréquence)
FDMA	frequency division multiple access (accès multiple par division de fréquence)
FHSS	Frequency hopping spread spectrum (étalement de spectre par saut de fréquence)
MF	modulation de fréquence
FOMA	freedom of mobile multimedia access (liberté d'accès multimédia mobile)
FRS	family radio service (service radio familial)
FSK	frequency shift keying (modulation par déplacement de fréquence)
GMSK	Gaussian minimum shift keying (modulation à déplacement minimum gaussien)
GSM	global system for mobile communications (système international pour les communications mobiles)
HIPERLAN	high performance radio local area network (réseau radio local haute performance)
HEMP	high-altitude EM pulse (impulsion électromagnétique haute altitude)
HPEM	high power EM (électromagnétique haute puissance)
HVAC	heating, ventilation and air conditioning (Chauffage, ventilation et climatisation)
CEI	Commission Électrotechnique Internationale
IDEN	integrated dispatch enhanced network (réseau amélioré à expédition intégrée)
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers (Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens)
IMT	international mobile telephone (téléphone mobile international)
ISM	industriel, scientifique et médical
ISO	International Standardisation Organisation (Organisation internationale de normalisation)
ATI	appareil de traitement de l'information
ITU	Union internationale des télécommunications
JP	Japon
LAN	local area network (réseau local)
BF	basse fréquence
LPRS	Low power radio service (Service radio basse puissance)
Mbps	mégabits par seconde
IRM	imagerie par résonance magnétique (également résonance magnétique nucléaire)
MURS	multi-user radio service (Service radio multi-utilisateurs)
N	neutre
NADC	cellulaire numérique nord américain
OFDM	orthogonal frequency division multiplexing (multiplexage par répartition)

	orthogonale de la fréquence)
PC	Personal computer (ordinateur personnel)
PCC	Point de couplage commun
PDC	personal digital cellular (cellulaire numérique personnel)
PDS	power drive system (aussi connu comme une pilotage ou ajustage de vitesse variable)
TP	Terre de protection
TPN	terre de protection - neutre
PEP	peak envelope power (puissance d'enveloppe de crête)
PHS	personal handy phone system (système de téléphone personnel)
PK	Peak (crête)
PLC	power line communications (communications sur ligne d'alimentation)
PLT	power line telecommunications (télécommunications sur ligne d'alimentation)
PMR	public mobile radio (Radio publique mobile)
POCSAG	Post office code standard advisory group (Groupe consultatif de normalisation des codes postaux)
PoE	Ports of entry (points d'accès)
PLV	point ou lieu de vente
PSD	power spectral density (densité spectrale de puissance)
RTCP	réseau téléphonique commuté public
PV	photovoltaïque
PVR	personal video recorder (enregistreur vidéo personnel)
PWM	pulse width modulated (à modulation de largeur d'impulsion)
RADAR	Radio Detection And Ranging (détection et mesure de distance par ondes radio)
RF	radio frequency (fréquence radio)
RFID	radio frequency identification (identification des fréquences radio)
RMS	root mean square (Valeur efficace)
RTTT	road traffic and transport telematics (télématique du trafic et du transport routier)
SHF	super high frequency (super haute fréquence)
SRD	sShort range device (dispositif à courte portée)
RSB	rapport signal sur bruit
BLU	bande latérale unique
TDD	time domain division (Division dans le domaine temporel)
TDMA	time domain multiple access (accès multiple à répartition dans le temps)
TETRA	terrestrial trunked radio (radio terrestre en tronçons)
THD	total harmonic distortion (distorsion harmonique totale)
TN-C	T signifie une liaison directe d'un pôle avec la terre, N signifie une liaison électrique directe du matériel au point de l'alimentation mis à la terre (en courant alternatif, le point mis à la terre est normalement le point neutre ou, si un point neutre n'est pas disponible, un conducteur de phase); C signifie que les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un

seul conducteur.

TN-S	T signifie une liaison directe d'un pôle avec la terre, N signifie une liaison électrique directe du matériel au point de l'alimentation mis à la terre (en courant alternatif, le point mis à la terre est normalement le point neutre ou, si un point neutre n'est pas disponible, un conducteur de phase); S signifie que les fonctions de neutre et de protection correspondent à des conducteurs distincts.
TV	télévision
UHF	ultra high frequency (ultra haute fréquence)
UK	United Kingdom (Royaume-Uni)
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (système universel de télécommunication mobile)
UPCS	Unlicensed Personal Communications Services (services de communication personnelle sans licence)
UPS	uninterruptable power system (alimentation sans interruption)
US	United States of America (États-Unis d'Amérique)
UTP	unscreened twisted pair (paire torsadée non blindée)
UV	ultraviolets
UWB	ultra wide band (bande ultra-large)
VCR	video cassette recorder (magnétoscope)
VHF	very high frequency (très haute fréquence)
WMTS	wireless medical telemetry service (Service de télémétrie médicale sans fil)
WLAN	wireless local area network (réseau local sans fil)

4 Guide d'utilisation du présent rapport

4.1 Approche

La présente classification des environnements électromagnétiques repose sur le classement ou sur la description des phénomènes électromagnétiques rencontrés dans des environnements typiques, et non sur les spécifications d'essais en vigueur. Cependant, en présence d'un choix entre des possibilités équivalentes, l'harmonisation avec des spécifications d'essais existantes (si elles sont concordantes) simplifiera la situation et facilitera l'acceptation des recommandations. La définition de l'environnement électromagnétique donnée par la CEI 60050(161) fait référence aux "phénomènes électromagnétiques". Dans le cadre du présent rapport, le terme *degré de perturbation* est utilisé pour quantifier les phénomènes qui contribuent à l'environnement électromagnétique, et il est indépendant de toute considération concernant les niveaux d'essai. Étant réservé à la spécification des *niveaux d'essai* dans d'autres publications de la CEI, le terme "niveau de gravité" ne sera pas utilisé, dans le présent rapport, pour la description de l'environnement.

Dans un document de classification, il faut donc partir de la notion et du terme de phénomène électromagnétique pour définir l'environnement et sélectionner les degrés de perturbation. Les Articles 5, 6 et 7 du présent rapport constituent la première étape de ce processus. Trois catégories principales de phénomènes ont été identifiées: phénomènes basse fréquence, phénomènes haute fréquence et décharge électrostatique. Il s'agit, dans un premier temps, de définir les caractéristiques des phénomènes (amplitude, forme d'onde, impédance de source, fréquence d'occurrence, etc.) de façon générique et d'établir les degrés (plages) prévisibles de perturbation. Dans un deuxième temps, UNE SEULE valeur sera retenue comme étant la plus représentative d'une plage donnée pour chacun des phénomènes

considérés dans un environnement particulier (classe d'emplacement). Cette valeur sera donc présentée comme conditionnant le niveau de compatibilité pour cette classe d'emplacement.

La Figure 1 illustre ce processus, qui fait intervenir deux types de tableaux: un ensemble de tableaux d'entrée axés sur les phénomènes et définissant une plage de niveaux de perturbation pour chaque phénomène donné et un ensemble de tableaux de sortie, axés sur l'emplacement et comprenant un tableau pour chaque classe, chacun des phénomènes identifiés dans les tableaux d'entrée étant alors assorti d'un niveau de compatibilité.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 61000-2-5:2011

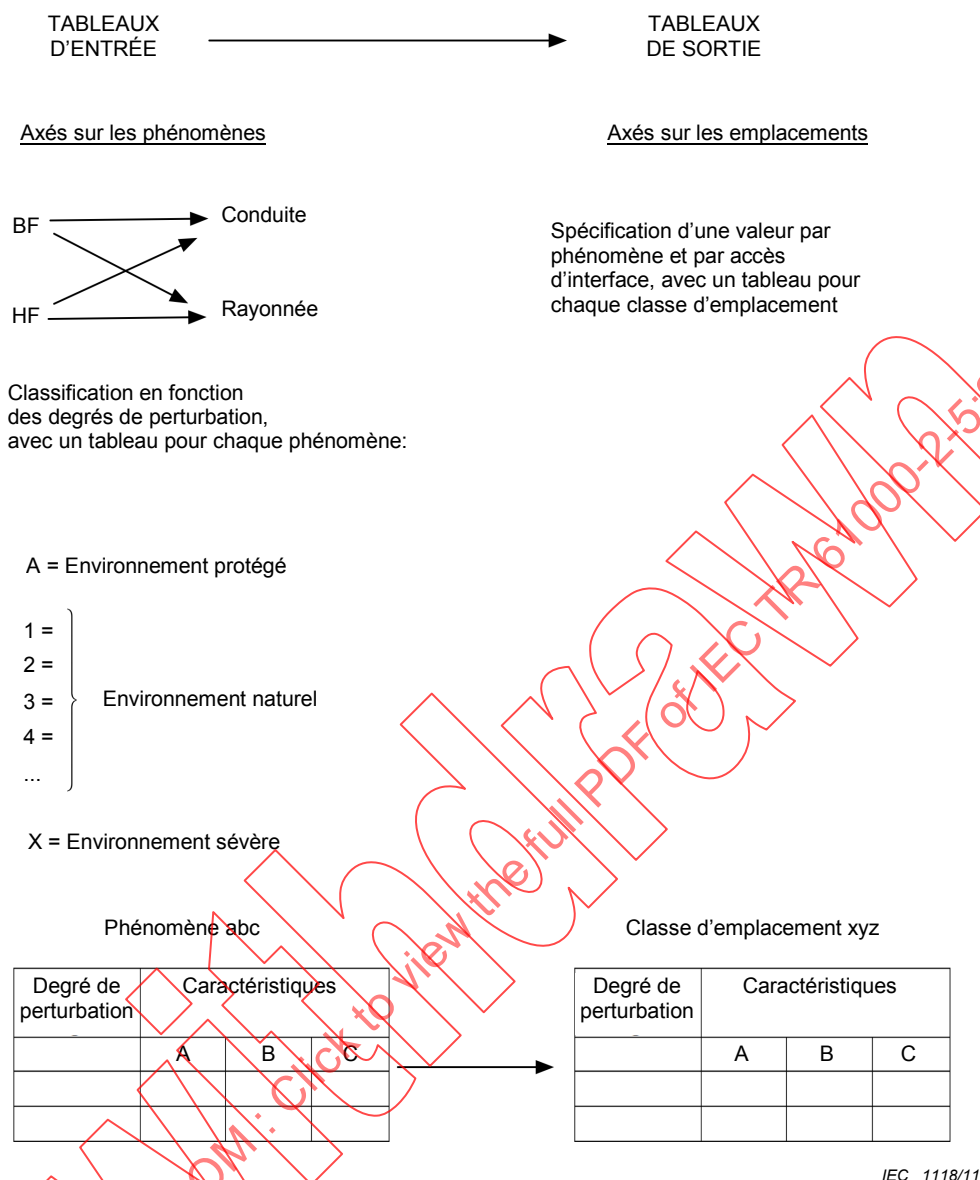


Figure 1 – Schéma de l'approche en deux temps utilisée pour la classification avec les tableaux d'entrée axés sur les phénomènes et les tableaux de sortie, axés sur les emplacements

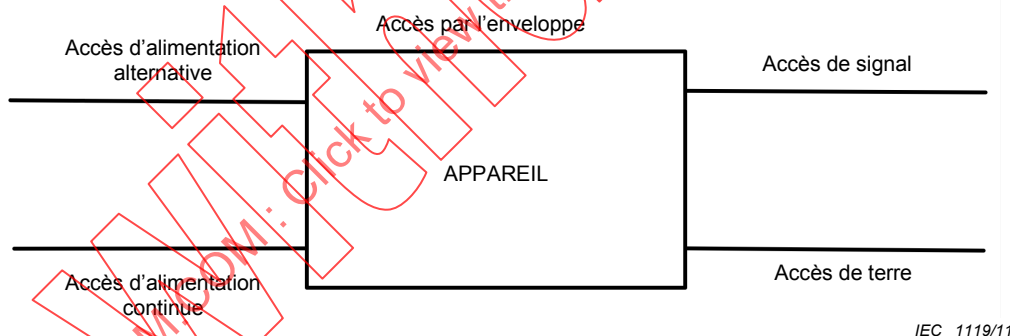
Les perturbations électromagnétiques affectent les appareils par rayonnement ou par conduction. A cet égard, il est judicieux de considérer un ensemble d'accès (comme le montre la Figure 2), par lesquels les perturbations entrent (ou sortent) de l'appareil concerné. La nature et le degré des phénomènes parasites dépendent du type d'accès, et les tableaux du présent rapport en tiennent compte. Les perturbations électromagnétiques rayonnées affectent les appareils à partir de sources proches ou lointaines, si bien que la propagation et le couplage peuvent être régis par les caractéristiques de champ proche ou de champ lointain. Après couplage à des conducteurs reliés aux appareils, mais situés hors de l'enceinte des appareils, les perturbations rayonnées deviennent des perturbations conduites. Elles sont étudiées en même temps que les différents phénomènes classés dans la catégorie des perturbations conduites. L'accès par l'enveloppe, représenté à la Figure 2, ne concerne que les perturbations rayonnées qui pénètrent dans les appareils à travers leur enveloppe (qu'il s'agisse d'une barrière effective telle qu'un écran, une enceinte métallique, etc., ou

d'une barrière physique sans influence électromagnétique, comme un boîtier en matière plastique).

L'appareil représenté sur la Figure 2 est un produit fini ayant une fonction intrinsèque pour une utilisation finale.

- L'accès par l'enveloppe est la limite physique de l'appareil que les champs électromagnétiques peuvent traverser ou influencer. Le boîtier de l'appareil est normalement considéré comme étant l'accès par l'enveloppe.
- L'accès par les bornes de signaux est un câble transportant les signaux destinés à l'appareil ou provenant de celui-ci ou servant à commander l'appareil. En voici des exemples: lignes de données/commande d'entrée/sortie (E/S), lignes de télécommunications, câbles d'antenne, etc.
- L'accès par la borne de terre est un raccordement de câbles qui n'est pas un accès par les bornes de signaux ou de puissance, destiné au raccordement à la terre à des fins fonctionnelles ou de sécurité.
- L'accès par l'alimentation est un conducteur ou un câble raccordé à l'appareil et transportant la puissance électrique (CA ou CC) nécessaire à son fonctionnement.

Il importe de différencier les accès soumis à des perturbations conduites car les phénomènes susceptibles de se produire dans les systèmes électriques sont différents de ceux qui surviennent sur les systèmes de communication, ainsi qu'en raison de l'importance des méthodes de mise à la terre de chacune de ces catégories de systèmes, terres qui servent souvent de référence pour les appareils. Pour les besoins de cette classification, l'accès de signal et l'accès de commande sont considérés comme similaires et par conséquent regroupés dans l'accès de signal. Les usagers doivent savoir que les valeurs indiquées correspondent aux perturbations mesurées entre les conducteurs des différents systèmes, selon un mode différentiel, un mode commun ou un mode asymétrique.



IEC 1119/11

Figure 2 – Accès par lesquels des perturbations électromagnétiques pénètrent dans l'appareil

Enfin, la classification des environnements en fonction de classes d'emplacement donnant lieu à des niveaux de compatibilité est présentée à l'Article 8, les tableaux de l'Annexe A fournissant des exemples spécifiques de classes d'emplacement. A cet égard, trois classes d'emplacements ont été identifiées dans le présent rapport (voir Figure 7). Les caractéristiques de ces classes d'emplacement reposent sur les caractéristiques électromagnétiques significatives d'un emplacement, plutôt que sur des aspects géographiques ou structurels. Les types d'emplacements indiqués dans la classification finale supposent que l'on définisse de façon spécifique des caractéristiques électromagnétiques significatives. Outre les classes répertoriées à l'Annexe A, d'autres classes d'emplacement peuvent être définies et ajoutées à cet ensemble, en fonction des besoins.

Il convient de noter que cette classification repose sur des données d'environnement réunies jusqu'en 2010. Les degrés de perturbation figurant à l'Annexe A sont donnés à titre d'exemple

de niveaux de compatibilité, afin de servir de guide aux comités de produit, et ne constituent pas des exigences d'immunité. Ces valeurs sont entachées de certaines incertitudes et peuvent être incapables de décrire correctement certains environnements extrêmes.

4.2 Raison d'être du système de classification

Le but d'un système de classification est de repérer un nombre limité de paramètres et de valeurs associées, susceptibles d'être choisis lors de la détermination d'exigences fonctionnelles. L'intérêt d'un tel système est avant tout économique, dans la mesure où il limite le nombre de variantes des différents appareils produits par un même fabricant. Il permet également de déterminer si des interfaces sont nécessaires.

Le système de classification proposé est assez exhaustif et présente de nombreux phénomènes électromagnétiques. Cela ne signifie pas pour autant que l'immunité d'un élément donné doit être contrôlée pour tous ces phénomènes, mais qu'un nombre limité d'entre eux peuvent être choisis selon l'environnement et les caractéristiques inhérentes de l'élément.

4.3 Phénomènes de l'environnement électromagnétique

L'environnement électromagnétique dans lequel les éléments électriques et électroniques sont censés fonctionner sans interférence est très complexe. Dans le cadre de la présente classification, trois catégories de phénomènes de l'environnement électromagnétique ont été définies pour décrire la totalité des perturbations :

- phénomènes de décharges électrostatiques (DES) (conduites et rayonnées);
- phénomènes basse fréquence (conduits et rayonnés, quelle que soit leur source, à l'exception des DES);
- phénomènes haute fréquence (conduits et rayonnés, quelle que soit leur source, à l'exception des DES).

Cette différenciation est nécessaire à la distinction des milieux dans lesquels se produisent les perturbations électromagnétiques. Sur le plan formel, lorsqu'il est question de l'environnement électromagnétique, c'est en fonction de la longueur d'onde λ de la perturbation considérée que l'on peut qualifier cet environnement de "long ou étendu" ou de "court ou de petite taille". Un élément est de petite taille ou une ligne est courte si la longueur d'onde est bien plus grande que ses dimensions. Dans cette situation, la fréquence est donc basse, puisque cette grandeur est inversement proportionnelle à la longueur d'onde. Un élément est de grande taille ou une ligne est longue si la longueur d'onde est bien plus petite que ses dimensions. Cependant, dans le contexte du présent rapport et conformément à l'approche de la compatibilité électromagnétique de la CEI, le terme basse fréquence s'applique aux fréquences égales ou inférieures à 9 kHz; le terme haute fréquence s'applique aux fréquences supérieures à 9 kHz.

Le rayonnement électromagnétique en différents emplacements peut être le résultat de la présence intentionnelle ou non intentionnelle d'éléments rayonnants et peut comprendre des champs électromagnétiques ayant des fréquences allant de 0 Hz (champs statiques) à 400 GHz. Les perturbations électromagnétiques peuvent être rayonnées à partir de sources proches ou lointaines, si bien que la propagation et le couplage peuvent être régis par les caractéristiques de champ proche ou de champ lointain. Le champ électrique en un emplacement donné qui en résulte dépend habituellement de la puissance irradiée, de la distance à l'élément rayonnant et de l'efficacité du couplage. La fréquence est également un facteur important pour la description des champs électromagnétiques présents en un emplacement.

Les perturbations rayonnées se produisent dans le milieu environnant l'appareil, tandis que les perturbations conduites se manifestent dans divers milieux métalliques. Le concept d'accès représenté à la Figure 2, au niveau duquel les perturbations affectent l'élément – permet de distinguer ces différents milieux: 1) enveloppe; 2) alimentation secteur alternative; 3) alimentation secteur continue; 4) lignes de signal; 5) interface entre les éléments et la terre

ou la référence. Les caractéristiques de la source, du couplage et de la propagation dépendent de la nature du milieu. Les tableaux de sortie de l'Annexe A représentent les niveaux de compatibilité pour différentes classes d'emplacement, en fonction des accès correspondants.

4.4 Simplification de la base de données de l'environnement électromagnétique

Il n'est ni possible ni absolument nécessaire de décrire un environnement électromagnétique dans ses moindres détails. Toute description se limite donc à certaines propriétés de cet environnement. Il convient que le processus de description commence par la sélection de propriétés électromagnétiques appropriées, correspondant aux différents phénomènes générateurs de perturbations électromagnétiques. Le Tableau 1 énumère ces phénomènes. Dans le présent rapport, le seuil entre les basses fréquences et les hautes fréquences est généralement considéré comme étant de 9 kHz; cependant, dans le cas d'un type de perturbation qui domine dans une plage de fréquences tout en débordant légèrement sur l'autre plage, on pourra légèrement déplacer ce seuil afin de maintenir le phénomène considéré dans une seule plage descriptive.

Un choix ne peut être approprié que s'il est assorti d'un domaine de validité. Étant donné le nombre des mécanismes de couplage possibles entre un objet et son environnement électromagnétique, il apparaît qu'une évaluation précise du niveau d'immunité requis pour un objet quelconque nécessite davantage d'informations que l'on en possède effectivement sur l'environnement en question. La description des environnements électromagnétiques est donc nécessairement limitée dans sa précision. Ces limitations sont les suivantes:

- certains aspects de l'environnement sont négligés faute d'informations *ad hoc*;
- certains aspects de l'environnement sont négligés parce que leur prise en compte compliquerait indûment le système de classification;
- une approche statistique peut s'avérer nécessaire, afin de ne considérer que les événements dont la probabilité n'est pas trop faible.

Les deux premières limitations sont associées à la sélection du type de perturbation, tandis que l'aspect statistique est pris en compte lors de la définition des classes d'environnement et du choix d'une valeur unique, plutôt que d'une plage de valeurs, pour les niveaux de compatibilité.

Les bases de données disponibles lors de la rédaction du présent rapport montrent la grande variété des perturbations conduites et rayonnées susceptibles de se produire dans les divers environnements où un appareil est utilisé. Une synthèse de ces bases de données peut faciliter l'évaluation de la capacité de ces appareils à supporter ces environnements ou de l'efficacité des moyens d'atténuation, cette évaluation s'effectuant en laboratoire. Cette synthèse aboutit à sélectionner un petit nombre de perturbations représentatives qui rendront ces essais uniformes, significatifs et reproductibles.

Tableau 1 – Principaux phénomènes provoquant des perturbations électromagnétiques

Phénomènes		Tableau	Paragraphe
Conduits BF			
Réseaux d'alimentation	Harmoniques	2	5.1.1
	Variations d'amplitude de la tension	3	5.1.2.1 a)
	Creux de tension	Néant	5.1.2.1 b)
	Coupure brèves de tension	Néant	5.1.2.1 c)
	Déséquilibre de tension	4	5.1.2.1 d)
	Variations de la fréquence de la tension	5	5.1.2.2
Réseaux d'alimentation	Tensions de mode commun	6	5.1.3
	Transmission de signaux sur le secteur 0,1 à 3 kHz	7	5.1.4
	BF induites	7	
	Courant continu dans le réseau CA	Néant	5.1.7
Câbles de signal et de commande	BF induites (conditions normales)	8	5.1.6
	BF induites (conditions de défaut)	8	5.1.6
Champ magnétique BF	Courant continu	9	5.2.1
	Ferroviaire	9	5.2.1
	Réseau d'énergie	9	5.2.1
	Harmoniques du système d'alimentation (n = harmoniques)	9	5.2.1
	sans rapport avec le réseau	9	5.2.1
Champ électrique BF	Lignes en courant continu	10	5.2.2
	Ferroviaire (16 2/3 Hz)	10	5.2.2
	Réseau d'énergie (50-60 Hz)	10	5.2.2
Phénomènes haute fréquence			
Onde entretenue conduite en CC	CPL (de 2 à 30MHz)	Néant	6.1.2
Onde entretenue induite, conduite en HF	10 à 150 kHz	11	6.1.3
	0,15 à 150 MHz	11	6.1.3
Signalisation de tension	3 à 95 kHz	7	5.1.4
	95 à 148,5 kHz	7	5.1.4
	148,5 à 500 kHz	7	5.1.4

Phénomènes		Tableau	Paragraphe
Transitoires unidirectionnels	Nanosecondes	12	6.1.4
	Microsecondes, proche	12	6.1.4
	Microsecondes, distant	12	6.1.4
	Millisecondes	12	6.1.4
Transitoires oscillatoires, conduits en HF	Haute fréquence	13	6.1.4
	Moyenne fréquence	13	6.1.4
	Basse fréquence	13	6.1.4
HF rayonnée			
Ondes entretenues rayonnées	ISM Groupe 2	15	6.2.2
Modulées rayonnées	Unités mobiles	20	6.2.3.2
	GSM		
	DCS1800		
	DECT		
	Stations de base	21	6.2.3.2
	Éléments de télémétrie médicale et biologique	22	6.2.3.2
	Services radio sans licence	23 24	6.2.3.2
	Services de téléavertissement (station de base)	26	6.2.3.2
	RFID + Transpondeur ferroviaire	27 30 32 33 34	6.2.3.3
	Autres éléments RF	18 19 27 28 29 30 31	6.2.3.2
	Stations de radio amateur	16 25	6.2.3.1 6.2.3.2
	CB	17	6.2.3.1
Impulsions rayonnées	Transitoires rayonnés	35	6.2.4
	Radar	36	6.2.4
DES	Lente	37 / 38	7.2 / 7.3
	Rapide	37 / 38	7.2 / 7.3
Impulsion électromagnétique haute altitude (HEMP)	Non abordé dans ce rapport; pour davantage d'informations, voir CEI 61000-2-9		

Phénomènes	Tableau	Paragraphe
Impulsion électromagnétique haute puissance (HPEM)	Non abordé dans ce rapport; pour davantage d'informations, voir CEI 61000-2-13	

Pour aider les concepteurs et les utilisateurs d'appareils à définir les niveaux des essais d'immunité, la classification ne comporte, pour chacun de ces phénomènes, qu'un seul niveau de compatibilité par classe d'emplacement. Les caractéristiques de chaque phénomène sont présentées sous forme de tableaux à partir desquels un choix peut être fait. Cette approche permet de disposer d'une référence commune pour la spécification des exigences d'immunité d'un appareil destiné à différents types d'emplacement, tout en permettant un compromis entre un surdimensionnement trop prudent et une réduction des marges de sécurité pour des raisons d'économie. La formulation des exigences applicables à des appareils déterminés reste du domaine des normes de produit et ne relève donc pas du présent rapport.

L'environnement dans lequel un appareil donné est censé fonctionner dépend de la présence et de la nature des sources de perturbations, ainsi que des conditions d'installation choisies. Les pratiques d'installation types prennent en considération l'atténuation susceptible d'être obtenue par la séparation, le blindage et la suppression du phénomène perturbateur. Il faut donc tenir compte des incidences de ces pratiques au moment de proposer des niveaux de perturbation relatifs à des emplacements spécifiques donnant généralement lieu à diverses pratiques d'installation. Le présent rapport indique un degré représentatif pour les différents types d'installations rencontrés fréquemment dans ces emplacements.

La liste des degrés de perturbation comprend un degré "A", qui s'applique aux environnements nécessitant une certaine atténuation ou un certain contrôle afin de satisfaire à des exigences précises, et un degré "X" reconnaissant que certaines situations peuvent donner lieu à des conditions exceptionnelles à prendre en compte de façon distincte. Le degré "A" correspond à une situation dans laquelle l'environnement dépend, dans une certaine mesure, de la nature du bâtiment ou des pratiques d'installation inhérentes à une classe d'emplacement donnée. Le degré "X" correspond à un degré de perturbation supérieur à celui rencontré habituellement.

Comme tout système de classification, celui-ci vaut essentiellement par son caractère général. Cette classification tient compte du fait qu'il peut exister des exigences exceptionnelles liées à un emplacement donné. On doit tenir compte des conséquences qui peuvent en résulter en concevant l'appareil pour lui permettre de fonctionner dans une catégorie de classification particulière. Par exemple, une catégorie particulière de transitoire de manœuvre peut se produire de façon exceptionnelle dans certaines classes d'emplacement. Pour déterminer s'il convient que l'appareil destiné à ce type d'emplacement soit "immunisé" contre cette perturbation en particulier, il convient de savoir si ses effets sont temporaires (par exemple, une diminution – certes indésirable, mais néanmoins acceptable – de la qualité de réception) ou permanents et réducteurs (dommage ou dysfonctionnement d'un appareil ayant des conséquences inacceptables).

Si, et c'est le cas général, un emplacement donné ne donne lieu à aucune exigence fonctionnelle particulière, la procédure se réduit aux aspects suivants:

- a) sélection de la classe d'emplacement appropriée parmi celles définies à l'Article 8 et à l'Annexe A,
- b) choix de l'immunité requise selon les principes énoncés à l'Article 9.

Le présent Rapport technique n'a pas pour objet de spécifier l'immunité de l'appareil, mais de permettre à des comités de produit de procéder à ces choix de façon rationnelle, au vu des éléments d'information *ad hoc*. Les informations figurant dans les tableaux ci-après peuvent se rapporter à des conditions d'environnement électromagnétique bien connues, telles que les

phénomènes basses fréquences ou, dans d'autres cas, ne sont proposées qu'en tant que niveaux représentatifs pour les besoins de la présente classification.

5 Phénomènes électromagnétiques basse fréquence

5.1 Phénomènes basse fréquence conduits

5.1.1 Harmoniques de la fréquence fondamentale de l'alimentation

La fréquence fondamentale des réseaux d'alimentation électrique s'accompagne d'harmoniques de tension. Ceux-ci sont dus aux harmoniques de courant de la fréquence fondamentale de l'alimentation, qui sont injectés dans le réseau par les charges non linéaires raccordées au réseau, ces harmoniques de courant étant convertis en tensions par l'impédance du réseau.

Le nombre de charges non linéaires utilisées dans les emplacements résidentiels, commerciaux et industriels a augmenté de façon significative ces dernières années. Il existe deux types de charges non linéaires:

- Le très grand nombre de charges de faible capacité (c'est-à-dire, consommant individuellement moins de 1 kW), qui sont essentiellement les charges monophasées que l'on trouve dans le réseau de distribution d'électricité basse tension. Ces charges comportent généralement des entrées à redresseurs; il s'agit d'éléments tels que les appareils ménagers, les AVE, les ATI, etc.
- Le petit nombre de charges de grande capacité (c'est-à-dire, consommant individuellement plus de 1 kW), que l'on peut trouver dans les réseaux de distribution d'électricité basse tension, moyenne tension et haute tension. Ces charges comprennent les entraînements électriques de puissance industriels et différents appareils de fabrication.

Pour les réseaux électriques publics basse tension, les principales sources d'harmoniques de tension sont ce très grand nombre de charges de faible capacité. La CEI 61000-1-4 passe en revue l'origine et les effets des émissions d'harmoniques de courant conduits, qui se superposent à la fréquence industrielle dans les réseaux basse tension.

Pour les réseaux d'alimentation industriels basse tension, moyenne tension et haute tension, l'origine principale des harmoniques de tension est ce petit nombre de charges de grande capacité.

L'action conjuguée des harmoniques produits par les zones résidentielles, commerciales et industrielles perturbe la tension du réseau d'alimentation. Le Tableau 2 montre:

- le niveau de perturbation des composantes harmoniques individuelles de la tension;
- la distorsion harmonique totale (THD),

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_n}{U_1} \right)^2} \quad (1)$$

où

U_n est l'amplitude de la n ième harmonique de la fréquence fondamentale de l'alimentation;

U_1 est l'amplitude de la fréquence fondamentale de l'alimentation.

NOTE 1 La définition de la THD tient compte du fait que toutes les composantes harmoniques n'atteignent pas leur amplitude de crête simultanément.

NOTE 2 On considère ici toutes les harmoniques jusqu'à la 40^{ème}, celle-ci comprise, conformément à la CEI 61000-3-2.

Tableau 2 – Degrés et niveaux de perturbation des harmoniques de tension dans les réseaux d'alimentation électrique (en pourcentage de la tension fondamentale, U_n/U_1)

Rangs de l'harmonique	THD	Impairs (non multiples de 3)								Impairs et multiples de 3					Pairs			
		5	7	11	13	17	19	23-25	>25	3	9	15	21	>21	2	4	6-10	>10
Document de base	CEI 61000-2-2, CEI 61000-2-4 et CEI 61000-2-12																	
Degrés de perturbation																		
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements																	
1	5	3	3	3	3	2	a	a	a	3	1,5	0,3	0,2	0,2	2	1	0,5	c
2	8	6	5	3,5	3	2	a	a	a	5	1,5	0,4	0,2	0,2	2	1	0,5	c
3	10	8	7	5	4,5	4	b	b	b	6	2,5	2	1,75	1	3	1,5	1	1
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation																	
NOTE 1 Les degrés de perturbation A, 1, 2, 3 et X correspondent aux classes A, 1, 2, 3 et X définies dans la CEI 61000-2-4; voir Article 4.																		
NOTE 2 La Classe 1 s'applique aux réseaux d'alimentation protégés et possède des niveaux de compatibilité inférieurs à ceux des réseaux électriques publics. Elle concerne l'utilisation d'appareils très sensibles aux perturbations de l'alimentation électrique, comme les instruments des laboratoires technologiques, certains appareils d'automatisation et de protection, certains ordinateurs, etc.																		
NOTE 3 La Classe 2 s'applique aux réseaux électriques publics basse tension (voir CEI 61000-2-2). Elle peut également s'appliquer aux environnements commerciaux et industriels (petites et moyennes installations industrielles, locaux commerciaux).																		
NOTE 4 La Classe 3 s'applique aux environnements industriels. Elle a des niveaux de compatibilité supérieurs à ceux de la Classe 2 pour certains phénomènes de perturbation. Par exemple, il convient de considérer cette classe lorsque l'une quelconque des conditions suivantes est remplie:																		
– une partie substantielle de la charge traverse des convertisseurs de puissance; – on se trouve en présence de machines à souder; – il y a des démarrages fréquents de gros moteurs; – les charges varient rapidement.																		
NOTE 5 La Classe X s'applique aux environnements définis arbitrairement, comme les réseaux électriques industriels fortement perturbés (aciéries, centrales électriques, etc.).																		
Les niveaux suivants correspondent aux valeurs qui ne dépassent pas 95 % de la valeur RMS moyenne pendant 10 minutes au cours de chaque période d'une semaine dans des conditions de fonctionnement normales (informations provenant de l'EN 50160).																		
a = 2,27 × (17/n) – 0,27 (où n est l'ordre de la composante harmonique)																		
b = 4,5 × (17/n) – 0,5 (où n est l'ordre de la composante harmonique)																		
c = 0,25 × (10/n) + 0,25 (où n est l'ordre de la composante harmonique)																		

5.1.2 Variations de l'amplitude et de la fréquence de la tension d'alimentation

5.1.2.1 Variation d'amplitude

L'amplitude de la tension du réseau d'alimentation 50/60 Hz peut subir différentes perturbations.

- a) Des fluctuations continues ou intermittentes (relativement rapides et répétées de façon aléatoire) à l'intérieur de la plage normale de fonctionnement se produisent sur une plage de fréquences comprise entre 25 par seconde et une par minute. L'effet le plus désagréable de ces fluctuations consiste en un papillotement des niveaux d'éclairage (concernant surtout les lampes à incandescence à basse tension), qui suscite une gêne physiologique. Les sources de ces fluctuations sont généralement des charges industrielles telles que des fours à arc (réseau haute tension), des appareils de soudage (réseau basse tension), ainsi que les manœuvres de charges importantes ou de batteries de condensateurs. Le Tableau 3 énumère les niveaux de perturbation des fluctuations de tension dans la plage normale de fonctionnement.

Tableau 3 – Degrés et niveaux de perturbation des variations de tension dans la plage normale de fonctionnement.

Degrés de perturbation	Norme de base
	CEI 61000-2-4
	Niveaux de perturbation
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements
1	$\pm 8 \%$
2	$\pm 10 \%$
3	- 15 % à + 10 %
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation
NOTE 1 Les degrés de perturbation A, 1, 2, 3 et X correspondent aux classes A, 1, 2, 3 et X définies dans la CEI 61000-2-4; voir Article 4.	
NOTE 2 Des variations allant de - 15 % à + 10 % peuvent se produire pendant une durée inférieure à 60 secondes. Pour une durée plus longue, la plage de - 10 % à + 10 % s'applique.	

- b) Dans la plupart des cas, les creux de tension durent moins d'une seconde. Dans les régions alimentées par des lignes aériennes, le nombre de creux de tension peut atteindre plusieurs centaines par an, selon le nombre de coups de foudre et les conditions météorologiques recensées dans la région. Dans les régions alimentées par des câbles d'alimentation souterrains, un consommateur raccordé au réseau BT peut subir des creux de tension dont la fréquence peut aller d'une dizaine par an à environ une centaine par an, selon les conditions de l'endroit.
- c) Des interruptions d'alimentation assez brèves, dont la durée ne dépasse pas 180 s, peuvent également se produire. La plupart d'entre elles cessent au bout de 60 s. Les interruptions de plus de 180 s ne sont plus considérées comme des problèmes de CEM, mais comme des coupures.
- d) Les déséquilibres de tension peuvent être dus à la présence de charges asymétriques ou de grosses charges monophasées (systèmes de traction ou fours monophasés, par exemple). Le Tableau 4 montre les degrés de perturbation.

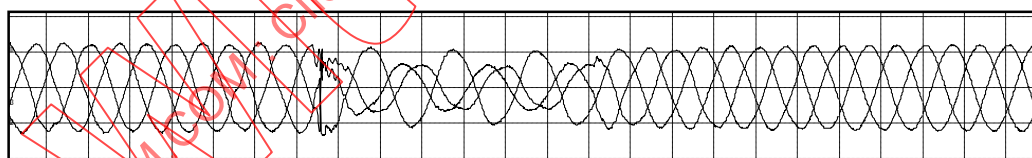


Figure 3a – Creux de tension

IEC 1120/11

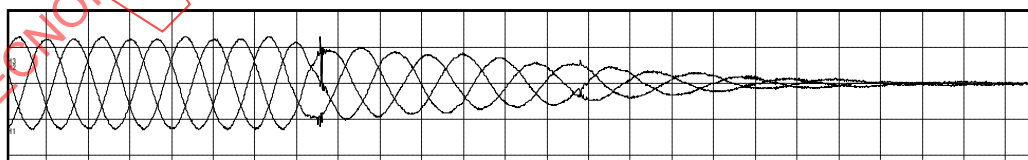


Figure 3b – Interruption d'alimentation courte

IEC 1121/11

Figure 3 – Formes d'onde de tension types des creux et des interruptions (10 ms/division horizontale)

NOTE 1 Les creux de tension et les interruptions brèves peuvent avoir différentes origines:

- courts-circuits dans les réseaux basse tension éliminés par fusion de fusible (quelques millisecondes);
- défaillances des lignes aériennes MT et HT ou d'autres appareils, suivies ou non suivies d'un réenclenchement automatique de presque 70 ms à 1 000 ms);
- manœuvres de grosses charges, en particulier de moteurs et de batteries de condensateurs.

- La Figure 3 donne des exemples de formes d'onde de tension en cas de creux de tension ou d'interruption d'alimentation brève.

NOTE 2 Les degrés de perturbation et les niveaux de compatibilité de ces phénomènes, c'est-à-dire les creux de tension et les interruptions d'alimentation brèves, ne sont pas disponibles actuellement. Les publications CEI 61000-2-2, CEI 61000-2-4, CEI 61000-2-8, CEI 61000-4-11 et CEI 61000-4-34 donnent d'autres informations sur ces phénomènes et indiquent les niveaux d'immunité appropriés qui les concernent.

Tableau 4 – Degrés et niveaux de perturbation pour les déséquilibres de tension

Degrés de perturbation	Norme de base
	CEI 61000-2-2, CEI 61000-2-4 et CEI 61000-2-12
	Niveaux de perturbation
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements
1	2 %
2	2 %
3	3 %
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation
NOTE 1 Les degrés de perturbation A, 1, 2, 3 et X correspondent aux classes A, 1, 2, 3 et X définies dans la CEI 61000-2-4; voir Article 4.	
NOTE 2 Les niveaux sont indiqués pour le rapport entre la composante de séquence de phase négative et la composante positive.	

5.1.2.2 Variations de fréquence

La fréquence fondamentale d'un réseau d'alimentation électrique est généralement très stable: elle ne varie guère de plus de 0,2 %. Cependant, si le réseau d'alimentation connaît des perturbations, sa fréquence fondamentale peut subir des variations qui peuvent atteindre 4 % (voir Tableau 5).

Tableau 5 – Degrés et niveaux de perturbation pour les variations de la fréquence d'alimentation

Degrés de perturbation	Norme de base
	CEI 61000-2-2, CEI 61000-2-4 et CEI 61000-2-12
	Niveaux de perturbation
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements
1	± 1 Hz
2	± 1 Hz
3	± 1 Hz
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation
NOTE 1 Les degrés de perturbation A, 1, 2, 3 et X correspondent aux classes A, 1, 2, 3 et X définies dans la CEI 61000-2-4; voir Article 4.	
NOTE 2 Pour les réseaux d'alimentation isolés, la valeur utilisée est de ± 2 Hz.	

5.1.3 Tensions de mode commun du réseau d'alimentation électrique

Dans les réseaux d'alimentation électrique, il convient d'identifier aussi bien les tensions de phase que les tensions entre phases. Les tensions de phase correspondent à la tension du conducteur de phase par rapport à la terre concernée. Les tensions entre phases peuvent être considérées comme la tension de "mode normal" (ou de mode différentiel), tandis que la tension de mode commun est donnée par la moyenne des tensions de phase. Pour les

systèmes polyphasés, la tension de mode commun est égale à la tension du neutre. Comme le neutre est habituellement relié à la terre, le conducteur du neutre est traversé par un courant relatif lorsque la tension de mode commun est présente.

Il convient que la tension de mode commun soit stationnaire dans les réseaux d'alimentation électrique. S'ils véhiculent des composantes à haute fréquence, des ruptures de l'isolation, des augmentations du courant de terre ou des rayonnements électromagnétiques bruyants peuvent se produire. Cela peut aller jusqu'à entraîner des chocs électriques.

Les convertisseurs de puissance à semi-conducteurs sont largement utilisés dans les machines industrielles et les générateurs répartis, comme les PDS, les systèmes de génération PV, etc. Bien souvent, ces dispositifs sont raccordés directement au réseau d'alimentation électrique, sans transformateurs. Cet agencement peut provoquer des variations rapides de la tension de mode commun à cause de la fréquence de commutation. Dans le cas de convertisseurs PWM, la fréquence des variations de la tension de mode commun peut aller de plusieurs centaines de Hertz à plus de 100 kHz.

La Figure 4 montre une configuration type de convertisseur à semi-conducteurs d'entraînement électrique de puissance: une tension réseau triphasée CA est convertie en tension CC par un redresseur à diodes. Pour simplifier l'explication, on suppose que le point neutre du réseau CA est relié à la terre. La tension CC est ensuite convertie en une tension triphasée CA dont la fréquence et l'amplitude peuvent être réglées par un inverseur PWM. La tension de sortie alimente un moteur à induction ou un moteur synchrone.

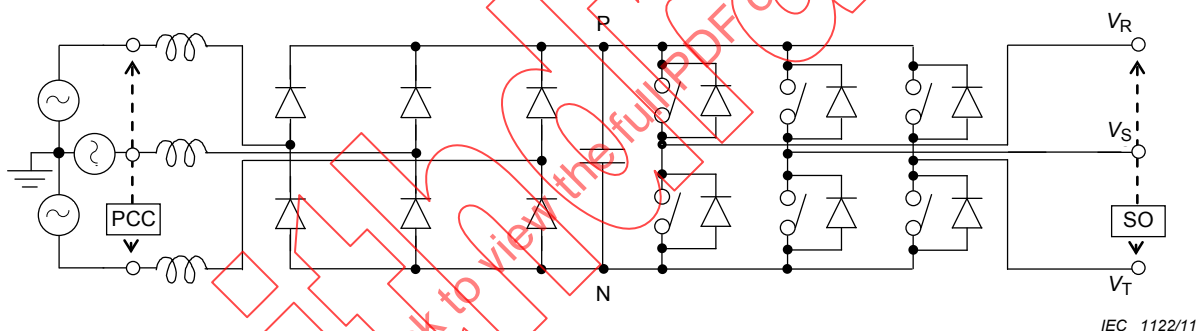
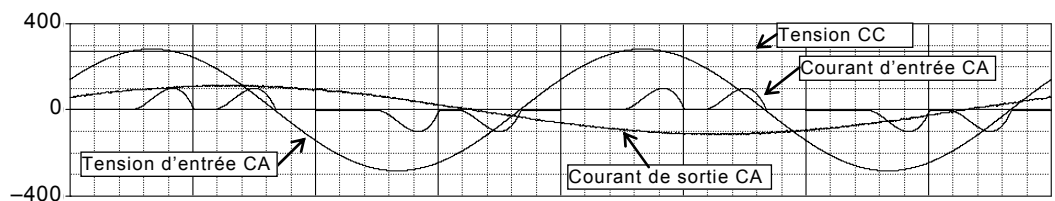


Figure 4 – Configuration type d'un convertisseur dans un PDS

La Figure 5 donne un exemple de formes d'onde de tension et de courant à chaque position d'un PDS. La fréquence du réseau CA est de 50 Hz. La fréquence de sortie du PDS est de 25 Hz. Une tension entre phases d'entrée CA représentative, un courant de phase d'entrée CA représentatif, la tension CC et un courant de phase de sortie CA représentatif sont représentés à la Figure 5a. Le courant de phase d'entrée CA contient d'importantes composantes harmoniques, tandis que le courant de sortie CA est régulé de façon à être pratiquement sinusoïdal. La Figure 5b indique aussi bien le potentiel du pôle positif CC (P) par rapport à la terre que celui du pôle négatif (N). Le potentiel de la ligne CC par rapport à la terre fluctue à 150 Hz (50×3). La différence de potentiel CC de la ligne fluctue à 300 Hz (50×6), même si cette fluctuation soit très petite. La Figure 5c représente la tension de mode commun (neutre) de la sortie du PDS, qui contient des multiples des composantes à la fréquence de la porteuse PWM (5 kHz). L'enveloppe de la tension de mode commun suit les potentiels P et N CC. Une caractéristique importante du PDS est que la tension de mode commun de sortie oscille à la fréquence de la porteuse PWM, tandis que le courant de sortie est pratiquement sinusoïdal.

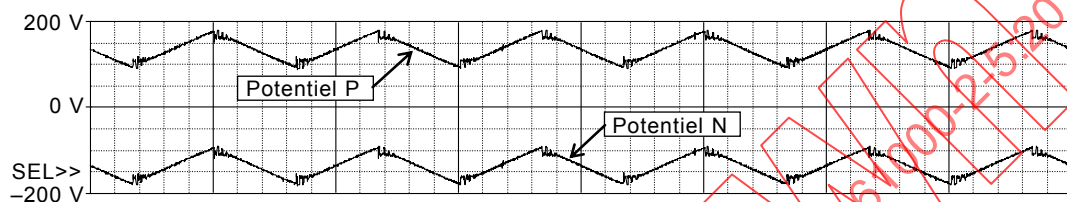
Un exemple de tension de mode commun PDS mesurée est présenté à la Figure 6. La figure a été prise pour des valeurs comprises entre 150 kHz et 30 MHz à travers un AMN. La capacité du moteur était de 3,7 kW et la fréquence de commutation du PDS de 14,5 kHz. Étant donné qu'un récepteur de mesure de crête a été utilisé à la place d'un récepteur de

mesure de quasi-crête, la valeur détectée est supérieure de quelques dB. On a constaté qu'une tension de perturbation de mode commun conduite d'environ 100 dB(μ V) est générée.



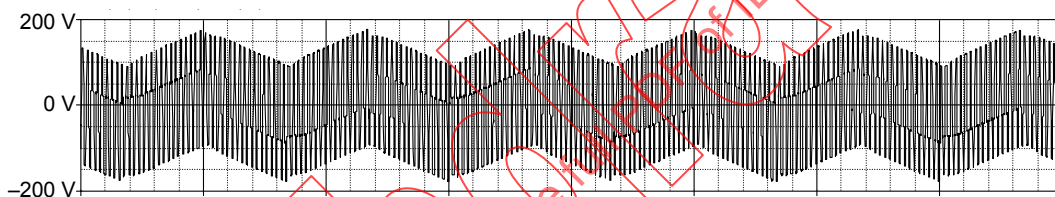
IEC 1123/11

Figure 5a – Formes d'onde des courants d'entrée et de sortie, et tension de liaison



IEC 1124/11

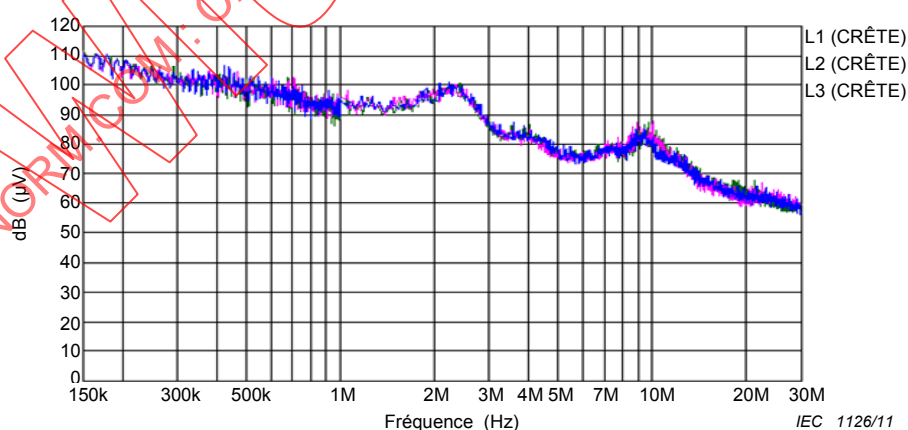
Figure 5b – Fluctuation du potentiel de liaison CC



IEC 1125/11

Figure 5c – Tension de mode commun de la sortie PDS

Figure 5 – Formes d'onde de courant et de tension de chaque partie du PDS (1 ms/division horizontale)



IEC 1126/11

NOTE La tension de mode commun produite par un PDS provoque des interférences diverses:

- a) augmentation du courant de palier conduisant à une réduction de durée de vie;
- b) surtension conduisant à une détérioration de l'isolation des enroulements du moteur;
- c) génération d'un courant de terre stationnaire;
- d) induction d'interférences radio.

Figure 6 – Tension de mode commun mesurée à la borne d'entrée d'un convertisseur

Tableau 6 – Degrés et niveaux de perturbation pour les tensions de mode commun

Degrés de perturbation	Norme de base
	CEI 61000-4-16
	Niveaux de perturbation
1	1 V
2	3 V
3	10 V
4	30 V
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation
NOTE Une description plus détaillée des environnements, en ce qui concerne les conditions d'installation ou les appareils en fonctionnement, est donnée à l'Annexe B de la CEI 61000-4-16.	

5.1.4 Tensions des systèmes de transmission de signaux sur les réseaux électriques

Les réseaux d'alimentation électriques sont conçus pour transporter de l'énergie, mais on peut aussi les utiliser pour transmettre des informations, au moyen de "systèmes de transmission de signaux sur les réseaux électriques". Les normes *ad hoc* envisagent trois types de systèmes:

- les systèmes de télécommande centralisée utilisés par les entreprises publiques d'électricité sur les réseaux publics de distribution dans une plage comprise entre 100 Hz et 3 kHz, mais généralement inférieure à 500 Hz, avec des signaux pouvant atteindre 5 % U_n dans les conditions normales et jusqu'à 9 % U_n dans les cas de résonance. Ces systèmes sont utilisés dans certains pays d'Europe et ailleurs;
- les systèmes à courants porteurs sur lignes électriques utilisés par les entreprises publiques d'électricité sur les réseaux publics de distribution, dans une plage comprise entre 3 kHz et 95 kHz, avec des niveaux de signal admissibles pouvant atteindre 5 % U_n . Ces signaux sont fortement atténués sur les réseaux (>40 dB). Ces systèmes sont surtout utilisés en Europe et aux États-Unis, mais leur usage se répand dans d'autres pays;
- systèmes de commande pour utilisateurs (résidentiels ou industriels), dans une plage comprise entre 95 kHz et 148,5 kHz en Europe (région 1 de l'UIT), avec des niveaux de signal admissibles pouvant atteindre 0,6 % U_n ou 5 % U_n , respectivement. Aux États-Unis et au Japon, la fréquence supérieure est de 500 kHz, avec des niveaux de signaux admissibles compris entre 2 mV et 0,6 mV.

Tableau 7 – Degrés et niveaux de perturbation pour les tensions de signalisation dans les réseaux d'énergie (en pourcentage de la tension nominale)

Degrés de perturbation	Plage de fréquences en kHz			
	0,1 - 3	3 - 95	95 - 148,5	148,5 - 500
	Niveaux de perturbation			
A (protégé) ^a	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements			
1 ^b	0,1 kHz à 0,5 kHz: 5 % U_n 0,5 kHz à 3 kHz: 5% U_n à 1,3 % U_n	3 kHz à 9 kHz: 9 kHz à 95 kHz: 5 % U_n	Cas général: 0,6 % U_n Zones industrielles: 5 % U_n	2 à 0,6 (mV, pas des %)
X (sévère) ^c	Cas par cas en fonction de la situation			
NOTE 1 Degré A: Il pourrait exister des signaux résiduels, produits par couplage à partir de systèmes voisins qui sont susceptibles de comporter des signaux intentionnels. A la différence des autres tableaux, le degré A ne correspond pas, ici, à un environnement protégé. En outre, certains types d'installations peuvent offrir une certaine protection contre ce phénomène perturbateur. En cas de perturbation induite par les réseaux voisins, il peut être nécessaire d'installer des circuits de blocage ou des circuits d'atténuation. NOTE 2 Degré 1: Dans la plage comprise entre 0,1 kHz et 3 kHz, les valeurs correspondent aux niveaux d'injection normaux dans des installations réelles. En dehors de cette plage, les valeurs indiquées correspondent au niveau d'injection maximal admissible mesuré sur une impédance de référence. Ces valeurs sont appliquées uniquement en région 1 de l'UIT, d'autres valeurs pourraient être utilisées en région 2 ou 3 de l'UIT. NOTE 3 Degré X: En temps normal, les signaux sont plus ou moins atténués lors de leur passage dans le réseau. Cependant, dans certains cas de résonance, ils peuvent être amplifiés. Dans la plage comprise entre 0,1 kHz et 3 kHz, le maximum autorisé est de 9 % U_{nom}.				
^a	Réseaux sans transmission de signaux superposée.			
^b	Niveau d'émission à proximité de l'émetteur.			
^c	Cas particuliers (résonances).			
^d	pas d'informations disponibles.			

5.1.5 Réseaux d'alimentation à îlotage

Le terme "îlotage" désigne le processus consistant à scinder un système d'alimentation en deux îles ou davantage. L'îlotage se produit en général lorsqu'une mesure d'urgence est exécutée délibérément ou lorsqu'une action automatique de protection/commande se déclenche. Si l'échelle du réseau d'îlotage est relativement faible, l'électricité fournie par ce réseau peut connaître des fluctuations de fréquence et des fluctuations de tension plus importantes que la normale.

Pour se protéger en cas de coupures ou d'affaiblissements, les installations telles que les hôpitaux, les parcs de serveurs, les centres commerciaux et les entrepôts disposent en général de systèmes de secours indépendants de leurs systèmes électriques. Ces systèmes de secours sont des générateurs de secours ou des ASI. Lorsqu'un système de secours est en train d'être utilisé, les fluctuations de la fréquence de l'alimentation et de l'amplitude de la tension peuvent être supérieures aux conditions normales spécifiées dans les articles précédents.

L'îlotage ne se limite pas aux situations décrites ci-dessus. Dans certains environnements, les conditions d'utilisation d'un réseau d'alimentation électrique relativement modeste peuvent être les conditions normales. Voici des exemples de ce genre d'environnements:

- une petite île, une ville ou une maison isolée physiquement de tout réseau de distribution public, qui utilise par conséquent un réseau électrique distinct et indépendant, alimenté par un générateur diesel, un système d'alimentation photovoltaïque ou toute autre source d'énergie;
- un bâtiment (bateau ou avion) ou une installation off-shore.

Dans ces situations, les conditions d'une qualité d'alimentation normale peuvent ne pas être réunies. Pour les petits réseaux électriques, il est recommandé d'effectuer une évaluation au cas par cas pour déterminer les différents aspects de la qualité de l'alimentation.

5.1.6 Tensions induites à basse fréquence

Les courants basse fréquence dans les câbles peuvent induire (en fonction notamment des courants réels, de la configuration physique, de la nature des câbles et d'autres paramètres) des tensions de mode commun basse fréquence dans des câbles adjacents. L'impédance de couplage varie en fonction de la proximité des câbles et de la longueur sur laquelle ceux-ci sont effectivement parallèles.

Le Tableau 8 décrit les tensions induites en mode commun. Des tensions en mode différentiel peuvent aussi se produire et dépendent fortement de la nature du câble et des extrémités.

Tableau 8 – Degrés et niveaux de perturbation pour les tensions de mode commun induites à basse fréquence dans les câbles de signal et de commande

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources) et norme de base		
	Câbles de distribution et d'alimentation traversés par des courants à la fréquence du réseau et ses harmoniques en conditions normales de service CEI 61000-4-16		Situation de défaut dans le réseau d'énergie ^a CEI 61000-4-16
	Niveaux de perturbation		
	50 Hz à 1 kHz ^b	1 kHz à 20 kHz	50 Hz à 1 kHz
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	0,05 - 1	0,05	100
2	0,15 - 3	0,15	300
3	0,5 - 10	0,5	1 000
4	1 - 20	1	3 000 ^c
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation		
NOTE Valeurs en V rms.			
^a Ces valeurs peuvent être limitées par l'UIT-T ou par d'autres méthodes d'atténuation imposées.			
^b Dans la plage considérée, le niveau de perturbation diminue à mesure que la fréquence augmente.			
^c Peut être limité par amorçage des distances d'isolement. Des tensions supérieures peuvent se rencontrer sur des circuits de terre isolés.			

5.1.7 Tension continue dans les réseaux CA

La présence de tension CC dans les réseaux CA est provoquée principalement par les orages géomagnétiques capables d'induire des niveaux élevés de courants quasi continus dans le réseau haute tension. On a pu mesurer des courants CC atteignant des centaines d'ampères dans les réseaux haute tension, capables de faire chuter la tension au point qu'elle n'est plus que de 10 % de la tension assignée pendant plusieurs centaines de secondes. Il existe également le phénomène des harmoniques générés dans les transformateurs, qui se propagent à travers le réseau électrique. Ces événements sont rares (une fois par an) et propres à l'emplacement géographique (latitudes du Nord et du Sud), aussi est-il recommandé d'attribuer à ces événements une probabilité très faible pour un emplacement donné. On remarque que dans des cas graves, on peut avoir un effondrement complet de la tension sur l'ensemble du réseau électrique.

Il n'est pas facile de déterminer un niveau de perturbation précis pour ce phénomène rare, mais on peut considérer que les niveaux d'harmoniques de classe 3 du Tableau 2 et les fluctuations de tension de classe 3 du Tableau 3 conviendront à tous les emplacements raccordés au réseau électrique public.

5.2 Phénomènes basse fréquence rayonnés

5.2.1 Champs magnétiques rayonnés

Des champs magnétiques dans la gamme de la fréquence du réseau électrique sont produits par plusieurs types de sources:

- câbles et lignes électriques présents à proximité, en particulier les lignes électriques aériennes;
- champs parasites émis par les transformateurs;
- systèmes de jeux de barres;
- installations d'appareillages à basse tension;
- appareillages des systèmes électriques, comme les entraînements électriques de puissance, les redresseurs, les générateurs, etc.

Dans le cas des câbles d'alimentation électrique, les courants de mode commun peuvent, eux aussi, produire des champs magnétiques, selon le type de système d'alimentation électrique dont il s'agit (par exemple pour les systèmes TN-C, voir 8.6).

Les fréquences ou les plages de fréquences à considérer dépendent du type de sources présentes à l'emplacement considéré; ce sont les suivantes:

- CC;
- Fréquences des systèmes de traction ferroviaire (par exemple CC, 16 2/3 Hz, 50 Hz, 60 Hz, etc.);
- Fréquence fondamentale des systèmes d'alimentation électrique;
- Harmoniques présents dans le système électrique;
- Fréquences sans rapport avec les systèmes électriques.

Les champs magnétiques aux fréquences harmoniques ne sont significatifs que dans des cas spéciaux, par exemple au voisinage de systèmes électroniques de puissance.

Il est nécessaire de procéder à des évaluations au cas par cas lorsque l'on se trouve à proximité d'équipements de grande puissance (appareil d'électrolyse, générateurs, etc.), dans des installations de grande puissance (voie de triage, centrale électrique, etc.) ou en présence de certains équipements (appareil de résonance magnétique, chauffage à induction, etc.). Le Tableau 9 quantifie les champs magnétiques produits par différentes sources basse fréquence.

Tableau 9 – Degrés et niveaux de perturbation pour les champs magnétiques basse fréquence à différentes fréquences

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)				
	CC ^a	Fréquence ferroviaire 16-2/3 Hz ^b	Fréquence du réseau d'énergie 50/60 Hz ^c	Harmoniques du réseau d'énergie 0,1 kHz à 3 kHz ^d	Sans rapport avec les réseaux d'énergie ^e
	Niveaux de perturbation				
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements				
1	3	1	3	3/n	0,015
2	10	3	10	10/n	0,05
3	30	10	30	30/n	0,15
4	100	30	100	100/n	0,5
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation				
NOTE Les valeurs sont en A/m, CC ou RMS.					
^a Outre le champ magnétique terrestre compris entre environ 20 A/m et 60 A/m en fonction de l'emplacement, à 1 m au-dessus du sol. ^b À 20 m de la voie. Les champs magnétiques augmentent considérablement à mesure que l'on s'approche des voies. 1 A/m à 20 m et un mètre au-dessus du sol correspondent à une locomotive d'environ 3 000 kW. Certains systèmes d'émission de signaux des voies ferrées génèrent parfois des champs d'intensité supérieure au niveau 1. ^c Pour les lignes aériennes, mesurés à 1 m au-dessus du sol. Pour les environnements domestiques ou commerciaux, mesurés à 0,3 m de la source, l'amplitude du champ magnétique est comprise entre 1 A/m et 10 A/m. ^d Où n est le rang de l'harmonique. ^e Quand on est en présence de boucles d'induction audiofréquences, l'amplitude du champ moyen sur une longue période peut être de 0,1 A/m dans la bande 100 Hz à 5 kHz (niveau 3); voir la CEI 60118-4.					

5.2.2 Champs électriques

Des champs électriques intenses apparaissent au voisinage de structures conductrices ayant un potentiel élevé par rapport à celui de la terre ou par rapport à celui d'autres structures conductrices. On rencontre cela par exemple avec les lignes aériennes à haute tension ou les postes à isolation dans l'air. Quand on examine l'impact potentiel des champs électriques, on constate que les câbles ont beaucoup moins d'importance que les lignes aériennes du fait que le revêtement métallique et le sol isolent presque totalement le champ électrique.

L'intensité du champ électrique augmente proportionnellement à la tension nominale des conducteurs à haute tension. L'intensité du champ électrique à une hauteur de 1 m au-dessus du sol pour les plages habituelles des lignes aériennes haute tension va de quelques kV/m à environ 15 kV/m pour les niveaux de tension allant de 110 kV à 750 kV.

Les appareils installés dans des bâtiments sont beaucoup moins soumis à des champs électriques du fait que les bâtiments apportent un facteur de réduction de 10 à 20, parfois bien supérieur pour les bâtiments construits essentiellement avec des éléments conducteurs.

Les champs électriques émis par les appareils ménagers sont généralement très faibles et n'existent qu'au voisinage immédiat de la surface de ces appareils.

Le Tableau 10 quantifie les champs électriques produits par différentes sources basse fréquence.

Tableau 10 – Degrés et niveaux de perturbation pour les champs électriques à basse fréquence

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)		
	Lignes en courant continu (Transmission ou traction)	Fréquence ferroviaire Lignes 16 2/3 Hz ^a	Fréquence industrielle Lignes 50/60 Hz
	Niveaux de perturbation		
A (protégé)	Cas par cas, en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	0,1	0,1	≤0,1 ^b
2	1,0	0,3	≤1,0 ^c
3	10	1,0	≤10 ^d
4	20	3,0	≤20 ^e
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation		
NOTE Les valeurs sont en kV/m, CC ou RMS; valeurs types pour une hauteur de 1 m au-dessus du sol.			
^a Applicable également aux réseaux ferroviaires ayant une fréquence fondamentale autre que 16 2/3 Hz.			
^b Environnement résidentiel qui ne se trouve pas à proximité de lignes aériennes.			
^c En extérieur, sous des lignes aériennes pouvant atteindre 30 kV et en intérieur, sous des lignes aériennes pouvant atteindre 765 kV.			
^d En extérieur, sous des lignes aériennes pouvant atteindre 400 kV.			
^e Dans des postes HT pouvant atteindre 400 kV et sous des lignes aériennes pouvant atteindre 765 kV.			

NOTE 1 Des informations concernant le couplage des champs électriques sont données dans la CEI 61000-2-3.

NOTE 2 Il n'existe pas de norme de base sur l'immunité qui corresponde à ce type de contrainte électromagnétique, du fait que: des champs électriques basse fréquence intenses sont présents dans certaines situations particulières; et que la quantité de perturbations électromagnétiques couplées à l'appareil par ce phénomène est généralement faible, de sorte que, dans la plupart des cas, aucune interférence nuisible ne se produit.

6 Phénomènes électromagnétiques haute fréquence

6.1 Phénomènes haute fréquence conduits

6.1.1 Généralités

On considère que ce type de perturbation se produit généralement au niveau des conducteurs d'un système, qu'il s'agisse des alimentations électriques (CA ou CC) ou des lignes de signal dont de nombreuses variétés sont présentes dans les équipements modernes. Il arrive fréquemment que ces systèmes soient mis en place par des organismes différents ou des personnes différentes, qui ne tiennent nullement compte des éventuelles différences de tension entre les ensembles de conducteurs voisins appartenant à des systèmes différents. Du fait de cette omission, il importe de prendre en compte le trajet (ou référence) de couplage à la terre, car il constitue l'un des milieux susceptibles d'être perturbés.

Ces perturbations peuvent être divisées en deux catégories principales, chacune caractérisée par une série de paramètres, énumérés ci-après:

- Caractéristiques des phénomènes continus (onde entretenue induite):
 - amplitude
 - fréquence
 - modulation
 - impédance de source
- } tension
et
courant

– Caractéristiques des phénomènes transitoires (unidirectionnels ou oscillatoires):

- | | | |
|-----------------------|---|--------------------------|
| - vitesse de montée | } | tension
et
courant |
| - durée | | |
| - amplitude | | |
| - spectre | | |
| - densité temporelle | | |
| - fréquence | | |
| - impédance de source | | |
| - potentiel d'énergie | | |

Lorsqu'un câble est doté d'un blindage externe imparfait, par exemple une tresse, des champs électromagnétiques incidents induisent des tensions et des courants par rapport à la terre (qui dépendent des charges) sur le blindage externe (couplage de mode commun). Les termes d'impédance et d'admittance de transfert d'un câble donné peuvent être à l'origine de fuites vers les fils intérieurs du câble, qui induisent des tensions et des courants (qui dépendent des charges) entre les paires de fils (couplage de mode différentiel). Cet exemple simple décrit le processus de conversion. Il convient de noter que les signaux de mode différentiel peuvent également être convertis en signaux de mode commun par le processus inverse, ce qui crée des émissions électromagnétiques dues aux courants de mode commun.

Le présent article fournit un tableau détaillé pour chacune des perturbations conduites, continues ou transitoires, énumérées au Tableau 1. Chaque tableau donne les degrés appropriés qui seront retenus pour définir l'environnement qui existe dans les diverses classes d'emplacement.

6.1.2 Phénomène d'onde entretenue conduite en CC

6.1.2.1 Généralités

Il existe un certain nombre de dispositifs qui, en remplissant leur fonction, produisent le phénomène d'onde entretenue conduite en CC. En général, ces dispositifs ne contribuent que de façon limitée à l'environnement électromagnétique du fait de leur faible densité de déploiement et/ou de leur utilisation limitée dans le temps. Comme exemple de ce type de dispositif, citons le système d'alarme des chambres de nouveau-nés, qui utilise l'infrastructure domestique de distribution basse tension pour raccorder les deux parties au système: c'est un dispositif limité dans son application (on ne l'utilise que dans les foyers où vivent des nouveau-nés) et limité dans le temps (on l'utilise normalement quelques heures par jour pendant les premiers mois de la vie de l'enfant).

Il en va tout autrement des PLT: ceux-ci peuvent avoir une densité de déploiement très importante et fonctionner en permanence (les appareils étant "toujours actifs"). Le paragraphe suivant décrit spécifiquement cette technologie.

6.1.2.2 PLT

Au moment de la publication de ce Rapport technique, la technologie PLT n'est pas une technologie normalisée, s'agissant au contraire d'une technologie propriétaire que développent indépendamment certains fabricants. Certains des paramètres clés de cette technologie ne sont donc pas les mêmes d'un fabricant à l'autre; en outre, ils tendent à évoluer dans le temps et peuvent continuer à évoluer. Voici quelques-uns de ces paramètres:

- les fréquences sur lesquelles la technologie émet ou reçoit;
- la PSD avec laquelle l'émission est effectuée sur l'installation de distribution d'électricité BT;
- la capacité à gérer l'énergie (s'agit-il d'une technologie "toujours active", c'est-à-dire qui émet en permanence, même s'il n'y a pas de charge utile sous forme de données à transférer, ou bien cette technologie peut-elle cesser d'émettre dans ces moments-là et entrer dans un mode basse puissance?);
- le système de modulation numérique employé.

En général, la technologie émet sur une bande de fréquences allant d'environ 2 MHz à 30 MHz.

En outre, cette technologie n'a pas atteint un niveau de maturité pour lequel il pourrait exister un ensemble d'exigences d'interopérabilité ouverte: on peut donc s'attendre à ce que les seuls éléments qui soient capables d'inter opérer soient ceux provenant du même fabricant et employant exactement la même variante.

6.1.2.3 Systèmes domestiques

Les systèmes PLT domestiques sont conçus pour exploiter l'installation de distribution d'électricité BT existante d'un bâtiment comme bus de données commun pour le transfert bidirectionnel de données numériques à des vitesses pouvant atteindre 100 Mbps. Exploiter l'installation existant dans le bâtiment présente un gros avantage: on évite les inconvénients de l'installation d'un réseau spécialement conçu pour le transfert de données et on peut mettre en réseau différents éléments individuels dans le même bâtiment. Les données transférées peuvent provenir de l'extérieur du bâtiment: on peut donc utiliser les PLT pour distribuer les services Internet haut débit fournis au bâtiment par les câbles téléphoniques UTP traditionnels, les câbles TV coaxiaux ou les connexions par fibres optiques. Les données transférées peuvent également provenir de l'intérieur du bâtiment: on peut donc utiliser les PLT pour relier des PC à toutes sortes de périphériques tels que des ressources d'impression partagées, des ressources de stockage partagées, etc.

On peut transférer des données en plaçant au minimum deux éléments terminaux dans les prises de courant de l'installation de distribution d'électricité BT.

La technologie PLT crée à la fois une perturbation conduite et une perturbation rayonnée dans l'environnement électromagnétique du lieu.

La première perturbation conduite résulte du fait que la technologie utilise l'installation de distribution d'électricité BT comme bus de données commun: tous les autres éléments électriques et électroniques reliés à l'installation de distribution d'électricité BT du bâtiment seront exposés à la fois à des perturbations conduites de mode commun et des perturbations conduites de mode différentiel par les accès par les bornes d'alimentation CA. C'est en général le mode différentiel qui domine, car il correspond à l'émission effectuée intentionnellement (bien qu'atténuée du fait qu'elle se propage le long de l'installation de distribution d'électricité BT); la perturbation de mode commun correspond en général à un niveau de perturbation inférieur, car elle résulte de la conversion modale de la perturbation de mode différentiel qu'effectue le déséquilibre par rapport à la terre de l'installation de distribution d'électricité BT.

La deuxième perturbation conduite résulte du couplage électromagnétique entre l'installation de distribution d'électricité BT du bâtiment et l'installation de distribution de téléphonie du bâtiment: tous les autres éléments reliés à l'installation de distribution de téléphonie du bâtiment (c'est-à-dire les appareils de téléphonie vocale, les modems de données, les télécopieurs, etc.) sont exposés à la fois à des perturbations conduites de mode commun et des perturbations conduites de mode différentiel traversant par l'accès par les bornes de signaux. C'est en général le mode commun qui domine, car il résulte du couplage entre l'installation de distribution d'électricité et l'installation de distribution de téléphonie; la perturbation de mode différentiel correspond en général à un niveau de perturbation inférieur, car elle résulte de la conversion modale de la perturbation de mode commun qu'effectue le déséquilibre par rapport à la terre de l'installation de distribution de téléphonie.

Les deux types de perturbations conduites sont capables de se propager le long de l'installation de téléphonie et de distribution BT externe à laquelle le bâtiment est raccordé. Selon la topologie de ces réseaux externes, ces perturbations peuvent se propager en direction des bâtiments adjacents, dans lesquels elles pourront interférer avec des équipements PLT domestique d'autres fabricants.

Les perturbations rayonnées sont produites par le courant de mode commun induit dans les installations de distribution de téléphonie et d'électricité BT du bâtiment. Cette perturbation de mode commun est libre de se propager dans toute l'installation de distribution du bâtiment et le long de l'infrastructure externe à laquelle le bâtiment est raccordé.

Au moment de la publication du présent Rapport Technique, certaines techniques propriétaires sont en cours de développement dans le but d'atténuer l'impact de ces perturbations rayonnées sur la réception de radiodiffusion. Dans ces techniques, la technologie PLT tente de détecter l'existence de services radio dans l'environnement immédiat (en analysant les signaux de mode commun ou de mode différentiel présents sur l'installation de distribution d'électricité BT pour les porteuses utilisant des systèmes de modulation spécifiques) et de régler dynamiquement ("encoche") sa PSD émise autour des services radio identifiés. Au moment de la publication du présent rapport, les niveaux de perturbation ne sont pas disponibles.

6.1.3 Onde entretenue induite

Les champs électromagnétiques induisent des tensions par rapport à la terre de référence dans les conducteurs exposés à ces champs. L'amplitude de la tension induite dépend de la longueur du conducteur, de sa hauteur au-dessus du sol, des boucles formées par les capacités parasites et d'autres équipements, ainsi que d'autres facteurs.

La relation entre le champ électromagnétique et la tension induite est nominalement linéaire pour les longueurs supérieures à un sixième de la longueur d'onde. Des effets de résonance se produisent lorsque les dimensions de la boucle tendent vers le quart de la longueur d'onde et ses multiples. Le Tableau 8 donne les valeurs des tensions induites et les valeurs correspondantes des courants de mode commun calculés sur la base d'une impédance de 150 Ω par rapport à la terre de référence (l'impédance de mode commun de l'alimentation peut être nettement inférieure à 150 Ω).

Les degrés indiqués dans ce tableau sont valables en l'absence de modulation. Les signaux perturbateurs intervenant en conditions normales sont modulés en amplitude (généralement moins de 80 % de modulation) ou en fréquence.

Tableau 11 – Degrés et niveaux de perturbation des tensions induites en ondes entretenues par rapport à la terre de référence

Degrés de perturbation	10 kHz à 150 kHz ^a		0,15 MHz à 150 MHz	
	V	mA	V	mA
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements			
1	0,1	0,7	0,3	2
2	1	7	1	7
3	3	21	3	21
4	10	70	10	70
5	30	210	30	210
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation			
^a Certains émetteurs TBF peuvent induire des tensions beaucoup plus élevées dans la plage 10 kHz à 150 kHz.				

6.1.4 Transitoires

Pour l'objet de la présente classification, les phénomènes haute fréquence ont été répartis en deux groupes, selon qu'ils sont unidirectionnels ou oscillatoires. Pour chacun de ces groupes, l'apparition des perturbations est due à plusieurs phénomènes différents (leurs sources).

- a) *Transitoires oscillatoires*: La fréquence d'oscillation relativement élevée de ces transitoires varie entre moins de 1 kHz (principalement des manœuvres de condensateurs) et plusieurs MHz (principalement des oscillations locales, manœuvres de

coupures). Les transitoires tendant vers la limite supérieure du spectre de fréquence ont habituellement une énergie limitée, mais ils peuvent présenter des tensions crête élevées. Ceux situés dans la partie inférieure du spectre de fréquence peuvent avoir une énergie plus élevée, mais des tensions crête inférieures.

- b) *Transitoires de haute énergie*: Les différentes formes d'onde de ces transitoires sont généralement considérées comme représentant les niveaux de contrainte adaptés associés à des coups de foudre directs sur des systèmes voisins ou à des manœuvres/fusions de fusibles:
- coups de foudre sur des lignes aériennes ou souterraines de distribution;
 - surtensions de foudre prenant naissance dans des lignes aériennes et se déplaçant dans des câbles;
 - transitoires générés par des manœuvres et fusions de fusibles mettant en jeu l'énergie emmagasinée dans les inductances des lignes électriques et des équipements qui en font partie ou leur sont raccordés.
- c) *Transitoires très rapides*: Ces transitoires interviennent isolément, par exemple sous forme de décharges électrostatiques (bien que celles-ci puissent comporter une brève succession de plusieurs impulsions isolées) ou de salves associées à une manœuvre de charge de faible inductance locale. L'énergie en cause dans ces deux types de phénomènes est très faible, mais ils peuvent provoquer des perturbations ou des dysfonctionnements graves à cause du temps de montée extrêmement rapide de l'événement. Les transitoires en salves sont associés aux phénomènes de formation d'arc sous le terme de "réamorçage de l'arc" ou de "transitoire électrique rapide" (*Electrical Fast transient*: EFT). Des perturbations haute fréquence similaires peuvent également être causées par claquage de diélectrique.
- d) *Perturbations couplées*: Les ondes rayonnées peuvent également être couplées à des systèmes câblés et se propager dans les appareils; en un point d'utilisation éloigné du point de couplage, ces perturbations apparaissent alors comme des perturbations conduites, bien qu'elles aient pour origine de l'énergie rayonnée. Ces perturbations couplées comprennent plusieurs transitoires induits par les champs électromagnétiques d'un éclair de foudre proche (non fixe) entre nuages et sol, qui peut contenir de 2 à 20 coups de foudre et qui contient de l'énergie dans la plage des fréquences allant du kilohertz au mégahertz. Une autre source importante de perturbations est le couplage des champs rayonnés émis par les manœuvres de déconnexion dans les postes électriques; ces champs à temps de montée très courts induisent une tension oscillatoire dans les câbles à des fréquences pouvant atteindre plusieurs dizaines de MHz.

Pour chaque forme d'onde choisie comme étant l'une des représentations possibles de l'environnement des transitoires, on doit impérativement indiquer la tension crête à vide et le courant crête de court-circuit de la source pour que la description soit complète et significative.

Certains tentent parfois de décrire (et de classer) les transitoires en termes d'"énergie" pour permettre de choisir le dimensionnement d'un parafoudre de protection. Cependant, cette approche peut constituer une simplification trompeuse car la répartition de l'énergie dans les différents éléments de circuit concernés par un transitoire dépend de l'impédance de la source (alimentation en courant alternatif comprise) ainsi que de l'impédance du parafoudre employé. Il est impossible de faire une description isolée, significative et exhaustive d'un transitoire en se fondant uniquement sur l'aspect énergétique. L'énergie fournie aux équipements terminaux est certes le facteur-clé, mais elle dépend de la répartition entre la source et la charge (équipement ou parafoudre en dérivation, ou les deux).

Les deux tableaux qui suivent présentent respectivement trois séries d'échelles temporelles ou de plages de fréquences permettant de reconnaître ces différentes origines, et fournissent une description générique de leurs paramètres significatifs. Les degrés de perturbation sont exprimés en fonction de la tension à vide, c'est-à-dire de la tension attendue en conditions typiques à charge réduite, aucun parafoudre n'étant installé à proximité. Pour les phénomènes qui reflètent la topologie et les modes de couplage de la source du transitoire, les tensions sont indiquées en volts, dans une première approximation, indépendamment de

la tension du réseau. Pour les transitoires de manœuvre (condensateurs et élimination de défauts), les transitoires sont directement proportionnels à la tension du réseau et les tensions sont donc données en multiples de la valeur crête de la tension à la fréquence d'alimentation.

Tableau 12 – Degrés et niveaux de perturbation pour les transitoires unidirectionnels conduits dans les réseaux d'énergie basse tension en courant alternatif

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)			
	Arcs électriques des contacts ^a	Foudre <1 km ^a	Foudre >1 km ^a	Action des fusibles ^b
	Échelle de temps des transitoires unidirectionnels			
	Nanosecondes	Microsecondes		Millisecondes
	5 ns ^c 50 ns ^d Salves ^e ms ^f 50 Ω ^g	1 μs ^c 50 μs ^d Multiple ^e ms ^f 1 Ω à 10 Ω ^g	10 μs ^c 1000 μs ^d Multiple ^e s ^f 20 Ω à 300 Ω ^g	0,1 ms ^c 1 ms ^d Rare ^e Phénomène isolé ^f 0,2 Ω à 2 Ω ^g
	Niveaux de perturbation			
	A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	0,5 kV	1 kV	0,5 kV	Néant
2	1 kV	2 kV	1 kV	0,5 U _{crête}
3	2 kV	4 kV	1,5 kV	1,0 U _{crête}
4	4 kV	8 kV	2 kV	2,0 U _{crête}
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation			
^a Les valeurs indiquées correspondent à la tension à vide (c'est-à-dire aucune charge importante connectée à la survenance du phénomène et aucun parafoudre installé dans le système) pour les systèmes d'une tension efficace de 120 V à 690 V. Ces valeurs reflètent l'origine externe et les mécanismes de couplage de ces transitoires qui sont indépendants de la tension du système. Il s'agit de courants véhiculés par les conducteurs électriques dans le bâtiment, et non du courant de foudre à l'extérieur. Un coup de foudre direct sur le bâtiment peut induire des courants plus importants dans les conducteurs électriques.				
^b Les valeurs indiquées correspondent à la tension à vide pour les transitoires se manifestant à la crête de l'onde sinusoïdale à la fréquence d'alimentation, plus la tension à la fréquence d'alimentation. Créés à l'intérieur de l'équipement, ces transitoires sont, pour l'essentiel, proportionnels à la tension du système.				
^c Temps de montée. Temps de montée initial du transitoire.				
^d Durée. Valeur maximale à la moitié du maximum de chaque transitoire pris séparément.				
^e Densité temporelle.				
^f Durée de l'événement. Les indications correspondent à l'ordre de grandeur de la durée totale d'un événement comprenant des transitoires multiples.				
^g Impédance de la source				

Tableau 13 – Degrés et niveaux de perturbation pour les transitoires oscillatoires conduits dans les réseaux d'énergie basse tension en courant alternatif

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)		
	Réponse locale d'un système à une perturbation impulsionnelle ^a	Réponse d'un bâtiment à une perturbation impulsionnelle ^a	Manœuvre d'un condensateur ^b
	Plage de fréquences des transitoires oscillatoires		
	Haute fréquence 0,5 MHz à 30 MHz	Moyenne fréquence 5 kHz à 500 kHz	Basse fréquence 0,2 kHz à 5 kHz
	5 ns à 50 ns ^c 0,5 μs - 5 μs ^d Fréquents ^e 50 Ω à 300 Ω ^f	0,5 μs ^c 20 μs ^d Occasionnels ^e 10 Ω à 50 Ω ^f	1,5 μs ^c 3 ms ^d Occasionnels ^e 10 Ω à 50 Ω ^f
	Niveaux de perturbation		
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	0,5 kV	1,0 kV	0,5 U _{crête}
2	1,0 kV	2,0 kV	1,0 U _{crête}
3	2,0 kV	4,0 kV	2,0 U _{crête}
4	4,0 kV	6,0 kV	3,0 U _{crête}
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation		
^a Les valeurs indiquées correspondent à la tension à vide (aucune charge importante n'étant connectée au moment où le phénomène se produit et aucun parafoudre n'étant installé dans le système) pour les systèmes d'une tension efficace de 120 à 690 V. Ces valeurs reflètent l'origine externe et les mécanismes de couplage de ces transitoires, qui sont, pour l'essentiel, indépendants de la tension du système.			
^b Les valeurs indiquées correspondent à la tension à vide pour les transitoires se manifestant à la crête de l'onde sinusoïdale à la fréquence d'alimentation, y compris la tension à la fréquence d'alimentation. Créés à l'intérieur de l'équipement, ces transitoires sont, pour l'essentiel, proportionnels à la tension du système.			
^c Temps de montée. Temps de montée initial de la première partie du transitoire.			
^d Durée. Valeur maximale à la moitié du maximum de l'enveloppe du transitoire.			
^e Densité temporelle.			
^f Impédance de la source			

6.2 Phénomènes haute fréquence rayonnés

6.2.1 Généralités

La description des environnements électromagnétiques rayonnés est fondée sur l'évaluation de trois types de phénomènes, chacun constituant une catégorie de formes d'ondes ayant en commun un domaine de caractéristiques temporelles ou fréquentielles:

- perturbations oscillatoires rayonnées (onde entretenue);
- perturbations rayonnées (modulées) dues aux signaux;
- perturbations impulsionnelles (transitoires) rayonnées.

Chacun de ces types présente des formes d'onde relativement similaires, ce qui permet de les caractériser par un nombre limité de paramètres. Un phénomène électromagnétique donné peut appartenir à un seul type ou être considéré comme la superposition de plusieurs formes d'onde appartenant à différents types.

Un environnement électromagnétique rayonné donné peut être décrit avec une précision acceptable à l'aide de cette typologie et en prenant en compte l'impédance d'onde (effets de champ proche et de champ lointain). Les paragraphes qui suivent fournissent la définition de chaque type, les degrés de perturbations étant donnés dans les tableaux. Il a été jugé intéressant de diviser cette réalité unique que constitue l'environnement électromagnétique rayonné sur un site donné en plusieurs types, car l'action des différents types sur l'objet peut avoir des mécanismes et des conséquences différents. Le Tableau 14 donne une présentation des sources de rayonnement considérées.

Tableau 14 – Sources de rayonnement

Tableau	Type de source
15	Perturbations oscillatoires continues rayonnées
16	Bandes radio amateur au-dessous de 30 MHz
17	Bande CB 27 MHz
18	Services de communication analogique au-dessous de 30 MHz
19	Services de communication analogique au-dessus de 30 MHz
20	Éléments mobiles et portables des téléphones cellulaires
21	Stations de base des téléphones cellulaires
22	Éléments de télémétrie médicale et biologique
23	Services radio sans licence (1)
24	Services radio sans licence (2)
25	Bandes radio amateur au-dessus de 30 MHz
26	Station de base de services de téléavertissement
27	Autres éléments RF (1)
28	Autres éléments RF (2)
29	Autres éléments RF (3)
30	Autres éléments RF (4)
31	Autres éléments RF (5)
32	Autres éléments RF (6)
33	Systèmes de RFID et de transpondeurs ferroviaires (1)
34	Systèmes de RFID et de transpondeurs ferroviaires (2)
35	Perturbations impulsionnelles rayonnées
36	Systèmes radar

6.2.2 Perturbations oscillatoires continues rayonnées

Ces perturbations, intervenant isolément ou non, peuvent dans certains cas provoquer un couplage fort avec l'objet en raison d'une sélectivité voulue ou d'un mécanisme de couplage résonnant non intentionnel. Les valeurs rencontrées dans la pratique dépendent pour une large mesure de la distance entre la victime et la source. Pour plus d'informations, voir l'Annexe B. Les perturbations dues aux sources modulées (par exemple les téléphones mobiles, la radio CB) sont abordées en 6.2.3.

Tableau 15 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes oscillatoires entretenus rayonnés (en V/m, RMS) et distance à la source (en m)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)		
	Appareils ISM Groupe 2	Appareils ISM Groupe 2	Appareils ISM Groupe 2
	Fréquences des émetteurs en MHz		
	6,765 à 6,795 ^a 13,553 à 13,567 26,957 à 27,283	40,66 à 40,70 433,05 à 434,79 ^a 902 à 928	2 400 à 2 500 5 725 à 5 875 24 000 à 24 250 61 000 - 61 500 ^a 122 000 à 123 000 ^a 244 000 à 246 000 ^a
	Niveau de perturbation et distance		
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	0,3 V/m d m ^b	0,3 V/m d m ^b	0,3 V/m d m ^b
2	1 d	1 d	1 d
3	3 d	3 d	3 d
4	10 d	3 d	3 d
5	30 d	30 d	30 d
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation		
^a Il n'y a pas de limites pour les fréquences et les bandes de fréquence pour les perturbations rayonnées (voir CISPR 11).			
^b Les appareil ISM groupe 2 selon CISPR 11 ne sont pas limités en ce qui concerne les perturbations rayonnées qu'ils produisent. De ce fait, la puissance émise par ces appareils n'est pas limitée, et il n'est pas possible de calculer les distances.			

6.2.3 Perturbations modulées rayonnées

6.2.3.1 Perturbations modulées rayonnées au-dessous de 30 MHz

Les champs électromagnétiques au-dessous de 30 MHz sont essentiellement dus à l'utilisation des systèmes de radio amateur, aux appareils de CB et à la diffusion en MA.

Tableau 16 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (en V/m, RMS) et distance à la source (en m), Bandes de radio amateur au-dessous de 30 MHz

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)		
	Station de radio amateur P = 1 W (ERP)	Station de radio amateur P = 1500 W (ERP) ^a (pour la bande 5 MHz P = 50 W)	Station de radio amateur P = 1500 W (ERP) ^a
	Fréquences des émetteurs en MHz		
	0,1357 à 0,1358 ^b	1,8 à 2,0 3,5 à 4,0 5,3305, 5,3665, 5,3715, 5,4035 7,0 à 7,3 10,1 à 10,1573	14,0 à 14,350 18,068 à 18,168 21,0 à 21,45 24,890 à 24,990 28,0 à 29,7 ^b
		Niveau de perturbation et distance	
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	0,3 V/m d m ^b	0,3 905	0,3 905
2	1 d	1 271	1 271
3	3 d	3 90,5	3 90,5
4	10 d	10 27,1	10 27,1
5	30 d	30 9,05	30 9,05
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation		
NOTE Les bandes de puissance et de fréquence mentionnées ci-dessus résument chacune des trois régions UIT. Sauf indication contraire, la puissance correspond à la puissance de sortie maximum admissible de l'amplificateur. Dans le cas d'une station de radio amateur, de nombreux types d'antenne (et de gains d'antenne résultants) peuvent exister. Les calculs pour les fréquences supérieures à 1,8 MHz de ce tableau ont été effectués avec le gain d'antenne de 2,15 dB d'une antenne dipôle demi-onde. Des gains plus élevés sont possibles, mais nécessitent normalement des antennes montées sur des pylônes de 10 à 30 m de hauteur par rapport au sol. Dans ce cas, ce n'est que dans la direction du faisceau principal de l'antenne que le champ aura sa pleine intensité			
^a Pour simplifier le tableau, c'est la fréquence la plus élevée dans chacune des colonnes qui a été utilisée dans le calcul de la distance. Pour les fréquences inférieures à 7 MHz, les résultats peuvent être inexacts car les calculs ont été effectués dans des conditions de champ lointain.			
^b Pour cette bande de fréquence, aucun calcul n'a été effectué. Les distances pour 1 W _{ERP} sont toujours dans le champ proche et dépendent fortement du type d'antenne utilisé pour émettre. De ce fait, il convient de déterminer les distances au cas par cas à partir des mesures.			

Tableau 17 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (en V/m, RMS) et distance à la source (en m), Bande CB de 27 MHz

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)	
	CB mobile / portable P _{ERP} = 4 W (MA, MF) P _{PEP} = 12 W (BLU) Gain d'antenne = 0 dB (0 dBi)	CB en installation fixe P _{ERP} = 4 W (MA, MF) P _{PEP} = 12 W (BLU) Gain d'antenne = 2,15 dB (0 dBd)
	Fréquences des émetteurs en MHz	
	26,560 à 27,991	26,560 à- 27,991
	Niveau de perturbation et distance	
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements	
1	0,3 V/m 63,2 m	0,3 V/m 80,5 m
2	1 18,9	1 24
3	3 6,32	3 8,1
4	10 1,89	10 2,4
5	30 0,63	30 0,81
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation	
NOTE Les bandes de puissance et de fréquence mentionnées ci-dessus résument chacune des trois régions UIT. Dans le cas d'une station de radio CB (installation fixe), de nombreux types d'antenne (et de gains d'antenne résultants) peuvent exister.		

Tableau 18 – Degrés et niveaux de perturbation pour les services de communication analogique au-dessous de 30 MHz

Degrés de perturbation	Phénomène (source)
	Radiodiffusion en modulation d'amplitude $P = 500 \text{ kW}$
	Fréquences des émetteurs en MHz
	0,150 MHz à 30 MHz
A (protégé)	Niveau de perturbation et distance
	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements
1	0,3 V/m 16 500 m
2	1 4959
3	3 1650
4	10 430
5	30 378,5
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation
NOTE Les distances ont été déterminées avec une antenne dipôle demi-onde ayant un gain d'antenne de 2,15 dBi, à la fréquence la plus basse. Le tableau fournit les données de la plage de fréquences de 0,150 MHz à 30 MHz pour un émetteur de 500 kW. D'autres niveaux de puissance (50 kW à 2500 kW) et types d'antenne (et gains d'antenne résultants) peuvent également exister	

6.2.3.2 Perturbations modulées rayonnées au-dessus de 30 MHz

Les champs électromagnétiques rayonnés produits par les équipements numériques tels que les téléphones cellulaires et les réseaux sans fil peuvent entrer dans la catégorie des perturbations continues et modulées. Les perturbations rayonnées abordées dans ce paragraphe sont classées dans les perturbations impulsionnelles, comme celles des spectres étalés, ou dans les perturbations multi-porteuses, comme celles de l'OFDM (multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence). La modulation peut être due en partie aux ajustements très fréquents (plusieurs fois par seconde) de la puissance d'émission ou être due à l'utilisation du TDMA (accès multiple à répartition dans le temps). Dans ce dernier cas, la porteuse modulée est active sous forme de salves courtes produisant une enveloppe MA 100% se répétant plusieurs fois par seconde. Les perturbations modulées présentent aussi bien des caractéristiques impulsionnelles que des caractéristiques oscillatoires. Le facteur qu'elles ont en commun est un signal continu. Les tableaux suivants donnent des informations concernant différentes sources de rayonnement et la plage correspondante des degrés de perturbation.

D'autres informations techniques concernant les différentes sources de rayonnement sont données dans l'Annexe B.

Tableau 19 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (services de communication analogiques au-dessus de 30 MHz) (en V/m) et distance à la source (en m)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)			
	Talkie-walkie P = 5 W	TV - VHF P = 320 kW	Diffusion MF P = 100 kW	TV - UHF P = 500 kW
	Fréquences des émetteurs en MHz			
	30 MHz à 1 000 MHz	48 MHz à 223 MHz	76 MHz à 108 MHz	470 MHz à 853 MHz
	Niveau de perturbation et distance			
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements			
1	0,3 V/m 52,2 m	0,3 13 220	0,3 7 390	0,3 16 500
2	1 15,6	1 3 965	1 2216	1 4 950
3	3 5,2	3 1 322	3 739	3 1 650
4	10 1,57	10 396,5	10 221,6	10 495
5	30 1,09	30 132,2	30 73,9	30 165
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation			
NOTE Les distances ont été déterminées avec une antenne dipôle demi-onde ayant un gain d'antenne de 2,15 dBi, à la fréquence la plus basse. Les données fournies dans le tableau correspondent à des services de communication analogique types. Différents types d'antenne (et gains d'antenne résultants) peuvent exister.				

Tableau 20 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (téléphones mobiles et portables) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)							
	GSM P = 2 W (portable) P = 20 W (mobile)	DCS1800 P = 4 W	DECT P = 0,25 W	CT-2 P = 0,01 W	PDC P = 0,8 W (portable) P = 2 W (mobile)	PHS P = 0,08 W	NADC P = 6 W	IMT-2 000 (TDD) (FDD) P = 0,25 W
	Fréquences des émetteurs en MHz							
	890 à 915	1 710 à 1 784	1 880 à 1 960	864 à 868	940 à 955 1 429 à 1 453	1 895 à 1 918	825 à 845	1 900 à 1 980
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements							
1	0,3 V/m 104 m	0,3 47	0,3 12	0,3 2,3	0,3 33	0,3 6,6	0,3 58	0,3 12
2	1 31	1 14	1 3,5	1 0,7	1 9,9	1 2,0	1 16	1 3,5
3	3 10,5	3 4,7	3 1,2	3 0,23	3 3,3	3 0,66	3 5,7	3 1,2
4	10 3,2	10 1,4	10 0,35	10 0,063	10 0,99	10 0,2	10 1,6	10 0,35
5	30 1,1	30 0,47	30 0,12	30 0,04	30 0,33	30 0,061	30 0,57	30 0,11
6	100 0,31	100 0,14	100 0,031	100 0,027	100 0,094	100 0,023	100 0,17	100 0,031
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation							

NOTE 1 La puissance de sortie P de chaque appareil cellulaire mobile ou portable est indiquée par la puissance de salve maximum, c'est-à-dire la puissance moyenne du signal de salve.

NOTE 2 Le calcul des distances s'effectue à la puissance maximum indiquée pour ce type de source.

Tableau 21 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (stations de base) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)							
	GSM P = 320 W (ERP)	DCS1800 P = 200 W (ERP)	DECT P = 0,25 W (ERP)	CT-2 P = 0,25 W (ERP)	PDC P = 96 W (ERP)	PHS P = 0,5 W (ERP)	NADC P = 500 W (ERP)	IMT-2 000 (TDD) (FDD) P = 20 W (ERP)
	Fréquences des émetteurs en MHz							
	935 à 960	1 805 à 1 880	1 880 à 1 960	864 à 868	810 à 826 1 477 à 1 501	1 895 à 1 918	870 à 890	1 900 à 1 920 2 110 à 2 170
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements							
1	0,3 V/m 2 060 m	0,3 1 630	0,3 57	0,3 57	0,3 1 130	0,3 81	0,3 2 590	0,3 520
2	1 620	1 490	1 17	1 17	1 337	1 25	1 770	1 155
3	3 206	3 163	3 5,7	3 5,7	3 113	3 8,1	3 259	3 52
4	10 62	10 49	10 1,7	10 1,7	10 34	10 2,5	10 77	10 15,5
5	30 21	30 16	30 0,57	30 0,57	30 11	30 0,81	30 26	30 5,1
6	100 6,2	100 4,9	100 0,17	100 0,17	100 3,4	100 0,24	100 7,7	100 1,5
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation							
NOTE La puissance de sortie P de chaque station de base est indiquée par la puissance de salve maximum, c'est-à-dire la puissance moyenne du signal de salve. On suppose que le gain absolu de chacune des antennes des stations de base est de 16,0 dBi. On suppose que l'on est dans le cas où la station de base est installée dans le toit d'un bâtiment. On calcule également les champs à partir des données de (B.4) de l'Annexe B. En pratique, l'intensité du champ résultant peut être bien plus faible selon le positionnement des antennes d'émission et du fait de leur directivité élevée.								

**Tableau 22 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés
(éléments de télémétrie médicale et biologique) (en V/m, RMS)
et distance à la source (en m)**

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)			
	Pour la commande à distance (JP) P = 10 mW (ERP)	Télémétrie médicale (JP) P = 10 mW (ERP)	Service de télémétrie médicale sans fil (WMTS) (US) E = 0,2 V/m à 3 m	Télémétrie médicale (ISM) P = 0,2 W (ERP)
	Fréquences des émetteurs en MHz			
	426,025 à 469,4875	420,05 à 449,525	608 à 614	40,68
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements			
1	0,3 V/m 2,3 m	0,3 2,3	0,3 1,9	0,3 10
2	1 0,69	1 0,69	1 0,58	1 2,9
3	3 0,21	3 0,21	3 0,18	3 1,1
4	10 0,09	10 0,09	10 0,069	10 0,72
5	30 0,062	30 0,063	30 0,047	30 0,51
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation			
NOTE Les dispositifs d'implantation médicale ne font pas partie de cette catégorie. On suppose que le gain absolu de chaque antenne communiquant avec l'élément est au maximum de 2,14 dBi. On calcule également les champs à partir des données de (B.4) de l'Annexe B.				

Tableau 23 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (services radio sans licence) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (1)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)				
	Microphones sans fil (JP) P = 10 mW (ERP)	Service radio de commande de radio (US) P = 0,75 W (EIRP)	Service radio familial (FRS) (US) P = 0,5 W (ERP)	Service radio basse puissance (LPRS) (US) P = 0,1 W (EIRP)	Service radio multi-utilisateurs (MURS) (US) P=2 W (sortie de puissance d'émetteur) Gain d'antenne: 3,0 dBi
	Fréquences des émetteurs en MHz				
	74,322 806,125 à 809,75	72,75	462 à 467	216	151, 154
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements				
1	0,3 V/m 2,3 m	0,3 16	0,3 17	0,3 5,7	0,3 37
2	1 0,69	1 4,7	1 5	1 1,7	1 11
3	3 0,22	3 1,5	3 1,7	3 0,54	3 3,7
4	10 0,065	10 0,56	10 0,48	10 0,20	10 1,1
5	30 0,041	30 0,38	30 0,14	30 0,14	30 0,34
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation				
NOTE 1 Les microphones sans fil, les télémétries sans fil, les services radio de commande de radio, les services de radio sur la bande publique, les communications personnelles sans fil, les téléphones sans fil et autres dispositifs à courte portée sont classés par catégories dans ce tableau. Cependant, les télémétries sans fil et les services de radio sur la bande publique ne sont pas traités ici. Certaines fréquences du MURS et du FRS sont attribuées aux téléphones sans fil. On calcule également les champs à partir des données de (B.4) de l'Annexe B. NOTE 2 La relation entre la puissance rayonnée efficace (ERP) et la puissance rayonnée isotrope équivalente (EIRP) est $EIRP = 1,64 \times ERP$.					

Tableau 24 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (services radio sans licence) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (2)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)						
	SRD non spécifiques (EU) P = 10 mW (ERP)	SRD non spécifiques (EU) P = 0,5 W (ERP)	SRD d'alarme (EU) P = 25 mW (ERP)	SRD de commande de modèle (EU) E = 0,1 W (ERP)	Application s SRD audio sans fil (EU) P = 10 mW (ERP)	Appareil PMR 446 (EU) P=0,5 W (ERP)	Application s PMR 446 numériques (EU) P=0,5 W (ERP)
	Fréquences des émetteurs en MHz						
	40,66 à 40,7 433,05 à 434,79	868 à 870	868,6 à 869,7	34,995 à 35,225 40,665 à 40,695	863 à 865	446,006 25 à 446,093 75	446,1 à 446,2
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements						
1	0,3 V/m 2,1 m	0,3 16	0,3 3,6	0,3 7,2	0,3 2,3	0,3 16	0,3 16
2	1 0,96	1 5,0	1 1,1	1 1,9	1 0,7	1 5,0	1 5,0
3	3 0,66	3 1,7	3 0,37	3 0,98	3 0,23	3 1,7	3 1,7
4	10 0,45	10 0,5	10 0,098	10 0,66	10 0,063	10 0,48	10 0,48
5	30 0,32	30 0,16	30 0,046	30 0,47	30 0,04	30 0,14	30 0,14
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation						
NOTE SRD et PMR désignent respectivement les dispositifs à courte portée et la radio mobile privée. Les microphones sans fil, les télémetries sans fil, les services radio de commande de radio, les services de radio sur la bande publique, les communications personnelles sans fil, les téléphones sans fil et autres dispositifs à courte portée sont classés par catégories dans ce tableau. Cependant, les télémetries sans fil et les services de radio sur la bande publique ne sont pas traités ici. Certaines fréquences de la PMR et de la PMR numérique sont attribuées aux téléphones sans fil. On calcule également les champs à partir des données de (B.4) de l'Annexe B.							

**Tableau 25 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés
(bandes radio amateur au-dessus de 30 MHz) (en V/m, RMS)
et distance à la source (en m)**

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)		
	Station radio amateur P = 1500 W	Station radio amateur P = 1500 W	Station radio amateur P = 1500 W
	Fréquences des émetteurs en MHz		
	50 à 54 144 à 148 219 à 220 420 à 450 902 à 928	1 240 à 1 300 2 300 à 2 450 3 300 à 3 500 5 650 à 5 925	10 000 à 10 500 24 000 à 24 250 47 000 à 47 200 75 500 à 81 500 122 250 à 123 000 134 000 à 141 000 241 000 à 250 000 >275 000
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	0,3 V/m 905 m	0,3 905	0,3 905
2	1 271	1 271	1 271
3	3 90,5	3 90,5	3 90,5
4	10 27,1	10 27,1	10 27,1
5	30 9,05	30 9,05	30 9,05
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation		
NOTE 1 Les distances ont été déterminées avec une puissance de 1500 W et une antenne dipôle demi-onde ayant un gain d'antenne de 2,15 dBi. Des limitations pratiques sont imposées au gain d'antenne, pour les bandes de fréquence inférieures, et à la puissance de l'amplificateur, pour la bande de fréquences supérieure. NOTE 2 Les bandes de puissance et de fréquence mentionnées ci-dessus résument chacune des trois régions UIT. Sauf indication contraire, la puissance correspond à la puissance de sortie maximum admissible de l'amplificateur. Dans le cas d'une station de radio amateur, de nombreux types d'antenne (et de gains d'antenne résultants) peuvent exister. Ces antennes sont normalement montées sur des pylônes de 10 à 30 m de hauteur par rapport au sol ou sur un toit. Dans ce cas, ce n'est que dans la direction du faisceau principal de l'antenne que le champ aura sa pleine intensité.			

**Tableau 26 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés
(stations de base de service de téléavertissement) (en V/m, RMS)
et distance à la source (en m)**

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)				
	POCSAG (JP) P = 250 W (ERP)	POCSAG (EU) P = 100 W (ERP)	ERMES (EU) P = 250 W (ERP)	FLEX™/Re FLEX™ (US) E = 1 kW (ERP)	POCSAG (UK) P = 100 W (ERP)
	Fréquences des émetteurs en MHz				
	276,0125 à 283,9875	439 à 466	169	900	138, 153 et 466
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements				
1	0,3 V/m 370 m	0,3 230	0,3 370	0,3 740	0,3 230
2	1 111	1 70	1 111	1 222	1 70
3	3 37	3 23	3 37	3 74	3 23
4	10 11	10 7	10 11	10 22	10 7
5	30 3,7	30 2,3	30 3,7	30 7,4	30 2,3
6	100 1,1	100 0,69	100 1,1	100 2,2	100 0,69
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation				
NOTE Si l'on utilise une antenne dipôle demi-onde pour la station de base, le gain absolu de chaque station de base est de 2,15 dBi. On calcule également les champs à partir des données de (B.4) de l'Annexe B.					

Tableau 27 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (1)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)				
	RTTT P = 8 W (ERP)	Systèmes d'émission de données large bande et HIPERLAN P = 0,1 W (ERP)	Systèmes d'émission de données large bande et HIPERLAN P = 0,2 W (ERP)	Systèmes d'émission de données large bande et HIPERLAN P = 1 W (ERP)	Dispositifs courte portée non spécifiques P = 0,025 W (ERP)
	Fréquences des émetteurs en GHz				
	5,795 à 5,815	2,400 à 2,483 5	5,150 à 5,350	5,470 à 5,725	2,400 à 2,483 5 5,725 à 5,875
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements				
1	0,3 V/m 66 m	0,3 58	0,3 83	0,3 183	0,3 3,7
2	1 20	1 17	1 24	1 55	1 1,1
3	3 6,6	3 5,8	3 8,2	3 18	3 0,74
4	10 2	10 1,7	10 2,5	10 5,5	10 0,22
5	30 0,66	30 0,58	30 0,82	30 1,8	30 0,074
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation				
NOTE On suppose que le gain absolu maximum des systèmes d'émission de données large bande / des HIPERLAN est de 20 dBi (pour le service d'accès sans fil fixe). On suppose que le gain d'antenne absolu de la RTTT et des dispositifs à courte portée non spécifiques est de 2,15 dBi.					

Tableau 28 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (2)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)		
	Systèmes d'émission de données large bande et HIPERLAN Terminal P = 0,1 W (ERP)	Systèmes d'émission de données large bande et HIPERLAN Terminal P = 0,2 W (ERP)	Systèmes d'émission de données large bande et HIPERLAN Terminal P = 1 W (ERP)
	Fréquences des émetteurs en GHz		
	2,400 à 2,4835	5,150 à 5,350	5,470 à 5,725
A (protège)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	0,3 V/m 7,4 m	0,3 10	0,3 23
2	1 2,2	1 3	1 7
3	3 0,74	3 1	3 2,3
4	10 0,22	10 0,3	10 0,7
5	30 0,074	30 0,1	30 0,23
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation		
NOTE On suppose que le gain absolu des systèmes d'émission de données large bande / des HIPERLAN est de 2,14 dBi (pour les terminaux).			

Tableau 29 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (3)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)	
	Services de micro-ondes fixes $P_{EIRP} = +55$ dBW (316 kW)	Capteurs de perturbation de champ montés sur véhicules (système de radar de véhicule) $P = 60 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ à 3m
	Fréquences des émetteurs en GHz	
	92 à 95	46,7 à 46,9 76 à 77
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements	
1	0,3 V/m 10 200 m	0,3 135
2	1 3080	1 45
3	3 1020	3 15
4	10 308	10 4,5
5	30 102	30 1,5
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation	

Tableau 30 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (4)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)	
	Dispositifs courte portée non spécifiques (ERC/REC 70-03, Annexe) ^a $P_{EIRP} = 100 \text{ mW}$	Télématique du trafic et du transport routier (RTTT) ^b
	Fréquences des émetteurs en GHz	
	61,0 à 61,5 122 à 123 244 à 246	63 à 64
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements	
1	0,3 V/m 5,75 m	0,3 x
2	1 1,7	1 x
3	3 0,57	3 x
4	10 0,17	10 x
5	30 0,06	30 x
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation	
^a Pas de limitations de puissance, à déterminer cas par cas.		
^b Aucune limite n'est actuellement spécifiée pour la puissance, mais cela pourrait évoluer à l'avenir.		

Tableau 31 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, RMS) et distance à la source (en m) (5)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)	
	Système TETRA P = 8 W (ERP)	UWB P = 0,11 mW b (EIRP)
	Fréquences des émetteurs	
	380 MHz à 921 MHz ^a	3,1 GHz à 10,6 GHz, 22 GHz à 29 GHz
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements	
1	0,3 V/m 66 m	0,3 0,25
2	1 20	1 0,074
3	3 6,6	3 0,025
4	10 2	10 0,007 4
5	30 0,66	30 0,002 5
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation	

^a Voir le Tableau B.3.

^b Recommandation UIT-R SM.1756, le masque de spectre est spécifié par la EIRP à -41,3 dBm/MHz. Si l'on suppose que le spectre est plat dans la largeur de bande occupée (dans le cas du OFDM UWB multi-bandes, la largeur de bande d'un groupe de canaux est de 1584 MHz), la puissance totale est évaluée à -9,3 dBm, soit 0,11 mW. On suppose, dans ce cas, que le gain d'antenne est de 0 dBi.

Tableau 32 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (autres éléments RF) (en V/m, crête) et distance à la source (en m) (6)

		Phénomènes (sources)		
Degrés de perturbation	Télématique du trafic et du transport routier (RTTT) $P = 55 \text{ dBm (PK)}^a$ (EIRP) $P_{\text{EIRP}} = 50 \text{ dBm (AV)}$ (EIRP) $P_{\text{EIRP}} = 23,5 \text{ dBm (AV)}^b$	Capteurs de perturbation de champ, y compris systèmes de radar de véhicule $P = 500 \text{ mW (PEP)}^c$	Pas d'appareil spécifique, utilisation en intérieur uniquement $P = 500 \text{ mW (PEP)}^c$	
	Fréquences des émetteurs en GHz			
	76 à 77	57 à 64	92 à 95	
	A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	0,3 V/m 324 m	0,3 129	0,3 129	
2	1 97	1 38,5	1 38,5	
3	3 32,4	3 12,9	3 12,9	
4	10 9,7	10 3,85	10 3,85	
5	30 3,24	30 1,29	30 1,29	
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation			
^a Calcul effectué à 55 dBm. ^b Radar d'impulsions uniquement. ^c Calcul effectué pour un gain d'antenne de 20 dBi.				

6.2.3.3 Systèmes d'identification des fréquences radio (RFID)

L'identification des fréquences radio (RFID) est une technologie d'identification sans contact. Elle consiste à générer et faire se propager des ondes électromagnétiques. L'objet d'un système RFID est de valider les données à faire émettre par un transpondeur, qui sont lues par un lecteur RFID et traitées en fonction des besoins d'une application particulière. Les systèmes de RFID comprennent trois composants principaux: une antenne, un émetteur/récepteur et un transpondeur. L'antenne permet la communication entre le transpondeur et l'émetteur/récepteur. La RFID est très utilisée dans les applications de poursuite et d'accès; elle peut avoir une portée supérieure à 30 m, selon la fréquence et le type de transpondeur utilisé.

Les systèmes de RFID peuvent se classer en fonction de leur fréquence de fonctionnement; cependant la fréquence d'utilisation d'un système RFID est limitée aux bandes de fréquence industrielles, scientifiques et médicales (ISM) et à celles des dispositifs à courte portée (SRD). Les systèmes RFID font appel à différentes méthodes de couplage, les plus répandues étant le couplage inductif pour les systèmes RFID basse fréquence (BF) et le couplage à rétrodiffusion pour les systèmes RFID ultra haute fréquence (UHF) et super haute fréquence (SHF). On peut également classer les systèmes de RFID selon le mode d'alimentation du transpondeur: les systèmes RFID passifs utilisent l'énergie RF transférée de l'émetteur/récepteur au transpondeur pour alimenter le transpondeur, tandis que les systèmes RFID actifs utilisent une source d'alimentation interne (habituellement une batterie) logée dans le transpondeur pour assurer l'alimentation permanente du transpondeur et de ses circuits de communication RF. Le Tableau B.7 résume la technologie RFID.

Tableau 33 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (RFID et systèmes de transpondeurs ferroviaires) (champ électrique en V/m, RMS) et distance à la source (en m)

NOTE 1 Différentes fréquences peuvent être utilisées par les services tels que la RFID selon les pays. Pour évaluer les champs qu'elles sont susceptibles de produire, on peut utiliser la formule indiquée ci-dessus (pour d'autres informations sur les bandes de fréquences utilisées, voir www.ero.dk).

NOTE 2 On calcule les champs à partir des données de (B.6) de l'Annexe B dans le cas des RFID 135 kHz et 13,56 MHz et des systèmes de transpondeurs ferroviaires. On calcule les champs à partir des données de (B.4) de l'Annexe B dans le cas des autres systèmes. Le courant de cadre est donné par la puissance d'entrée de l'antenne-cadre du lecteur RFID. Lorsque l'impédance de l'antenne-cadre est adaptée à celle du circuit de commande de la RFID (habituellement $Z_0 = 50 \text{ Ohms}$), le courant de cadre I s'obtient par la formule $I = (P/Z_0)^{0,5}$. Les valeurs du courant sont de 0,14, 0,28 et 0,63 ampères dans le cas des RFID 135 kHz et 13,56 MHz et des transpondeurs des systèmes ferroviaires, respectivement. On suppose que la superficie du cadre, S , indiquée dans l'Annexe B, est de 1 m^2 .

- ^a Voir ISO/CEI 18000-2.
^b Voir ISO/CEI 18000-3.
^c Voir ISO/CEI 18000-7.
^d Voir ISO/CEI 18000-6.
^e Voir ISO/CEI 18000-4; le niveau de puissance est spécifié par l'EIRP, en supposant un gain d'antenne de 0 dBi.

Les degrés de perturbation des champs magnétiques de champ proche sont exprimés dans le Tableau 34.

Tableau 34 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes rayonnés modulés (RFID et systèmes de transpondeurs ferroviaires) (champ magnétique en $\mu\text{A/m}$, RMS) et distance à la source (en m)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)		
	RFID ^a P = 1 W ERP	RFID ^b P = 4 W ERP	Système de transpondeur ferroviaire P = 20 W ERP
	Fréquences des émetteurs		
	Inférieures à 135 kHz	13,56 MHz	27 MHz
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	3 µA/m 16 m	3 600	3 5 300
2	10 10	10 180	10 1 600
3	30 7,2	30 60	30 530
4	100 4,8	100 17	100 160
5	300 3,3	300 5,2	300 53
6	1000 2,2	1000 2,7	1000 16
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation		
NOTE On calcule les champs à partir des données de (B.7) de l'Annexe B. Le courant de cadre est donné par la puissance d'entrée de l'antenne-cadre du lecteur RFID. Lorsque l'impédance de l'antenne-cadre est adaptée à celle du circuit de commande de la RFID (habituellement $Z_0 = 50 \Omega$), le courant de cadre I s'obtient par la formule $I=(P/Z_0)^{0,5}$. Les valeurs du courant sont de 0,14, 0,28 et 0,63 ampères dans le cas des systèmes 135 kHz, 13,56 MHz et 27 MHz, respectivement. On suppose que la superficie du cadre, S , indiquée dans l'Annexe B, est de 1 m ² .			
^a Voir ISO/CEI 18000-2.			
^b Voir ISO/CEI 18000-3.			

6.2.3.4 Champs magnétiques de 9 kHz à 150 kHz

Les champs magnétiques sont également générés par des sources fonctionnant à des fréquences autres que la fréquence industrielle du secteur (ou des harmoniques de cette

fréquence industrielle). C'est dans les systèmes de communication à courte portée que ces champs magnétiques générés intentionnellement sont le plus couramment utilisés. Il existe d'autres applications telles que le chauffage à induction.

Quant aux éléments à rayonnement intentionnel, on les trouve généralement dans les systèmes de communication à courte portée à fonctionnement unidirectionnel ou bidirectionnel. En général, ces systèmes comprennent un système transpondeur et une station de base, contenant tous deux une boucle à induction. Selon le système et l'application, le transpondeur peut être passif, ce qui signifie que le transpondeur ne contient pas de source d'alimentation mais tire son énergie électrique du couplage magnétique entre la station de base et le transpondeur, ou actif, ce qui signifie que le transpondeur contient une source d'alimentation.

Les systèmes de communication à courte portée sont largement utilisés dans les applications de gestion de chaîne d'approvisionnement ainsi que dans l'élevage, la sécurité dans les magasins (c'est-à-dire les applications RFID, voir 6.2.3.3) et les systèmes de transmission de signaux ferroviaires, pour n'en nommer que quelques-unes. Les fréquences de fonctionnement habituelles sont de 29 kHz, 30 kHz, 36 kHz, 43 kHz, 56 kHz, 125 kHz et 134,2 kHz.

Le champ magnétique rayonné par ces éléments dépend de la superficie de la boucle et de l'EIRP. Les valeurs types des champs magnétiques émis par ces systèmes sont données dans le Tableau 34.

6.2.4 Perturbations impulsionnelles rayonnées

Les perturbations impulsionnelles (transitoires) rayonnées qui nous intéressent sont celles qui, malgré leur brièveté, peuvent exercer une influence sur l'objet en raison de l'importance de leur vitesse instantanée de montée. Dans la réalité, les impulsions présentent des formes d'onde très complexes, que l'on ne connaît parfois que partiellement à cause de la largeur de bande limitée des instruments de mesure.

Les valeurs rencontrées dans la pratique dépendent pour une large part de la distance entre la victime et la source (voir l'Annexe B pour plus d'informations). Étant donné que le phénomène comporte le couplage d'un champ aux circuits des équipements, la dérivée, ou vitesse de montée de l'impulsion, ainsi que la durée du front, en constituent les caractéristiques significatives. De là on ne peut donner aucune distance spécifique dans le Tableau 35.

Pour les besoins du présent rapport, les perturbations *impulsionnelles* rayonnées sont les perturbations rayonnées dont la durée ne dépasse pas 200 ms et dont la polarité ne s'inverse pas plus de 10 fois pendant leur durée (pour plus de détails, consulter l'Annexe D).

Tableau 35 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes impulsionnels rayonnés (vitesse de montée) et distance à la source (en m)

Degrés de perturbation	Phénomènes (source)			
	À champ ouvert	Postes sous enveloppe gazeuse	Postes sous enveloppe d'air	Sous des lignes aériennes
	Coup de foudre au sol ^{a, b}	Sectionnement ^c	Sectionnement ^c	Surintensités de foudre conduites et sectionnement ^c
	Temps de montée			
	100 ns à 500 ns	10 ns	100 ns	1 µs
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements			
1	30 V m ⁻¹ ns ⁻¹ d m	100 d	30 d	3 d
2	100 d	300 d	100 d	10 d
3	300 d	1 000 d	300 d	30 d
4	1 000 d	3 000 d	1 000 d	100 d
5	3 000 d	10 000 d	3 000 d	300 d
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation			
^a À une distance d supérieure à une trentaine de mètres.				
^b L'amplitude du degré de perturbation dépend de la distance et de la raideur du coup de foudre. L'écran constitué par les structures métalliques, les bâtiments et le profil du terrain doit normalement réduire cette amplitude.				
^c L'amplitude de la perturbation est très largement dépendante de la distance par rapport à la source. Elle dépend également de l'amplitude du phénomène source, qui est globalement proportionnelle à la tension de service du système. Ce fait est généralement compensé par la nécessité de conserver, pour respecter les exigences d'isolation, des distances supérieures par rapport aux sources dont la tension de service est plus élevée. Cette dernière situation ne s'applique pas aux postes sous enveloppe gazeuse.				

Tableau 36 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes impulsionnels rayonnés (systèmes RADAR) (champ électrique en V/m, crête) et distance à la source (en m)

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)		
	Contrôle du trafic au sol (police)	Contrôle du trafic au sol (aéroport)	RADAR embarqué en voiture (contrôle de vitesse adapté)
	500 mW _{EIRP} Crête	30 kW _{EIRP} Crête	316 W _{EIRP} Crête
	Fréquences des émetteurs en GHz		
	24,125	9,1	77
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements		
1	0,3 V/m 40,7 m	0,3 3160	0,3 324
2	1 12,2	1 948	1 97,0
3	3 4,07	3 316	3 32,4
4	10 1,22	10 94,8	10 9,70
5	30 0,41	30 31,6	30 3,24
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation		
NOTE Les systèmes RADAR de ce tableau sont des exemples de systèmes que l'on peut trouver dans les zones de trafic ou les aéroports. Dans certains cas, des niveaux plus élevés ou des fréquences différentes devront être pris en compte.			

7 Décharges électrostatiques

7.1 Généralités

Une décharge électrostatique (DES) se produit lorsqu'une personne ou un objet chargé électriquement s'approche d'une autre personne ou d'un autre objet. Le récepteur de la DES est d'abord soumis au champ électrique associé à la charge électrique, puis, lorsque survient la rupture du diélectrique, il se produit une décharge avec un courant transitoire d'une nature complexe qui provoque la formation d'un champ électromagnétique transitoire. Le phénomène de la décharge électrostatique est dans une large mesure lié à l'humidité relative et à la température ambiante, à la nature des diélectriques environnants, etc.

7.2 Courants de DES

Au Tableau 37 sont présentées les valeurs que prend la vitesse de montée du courant associé à la décharge dans l'air, cette vitesse constituant le paramètre significatif dans la formation de champs perturbateurs. Le tableau indique également la tension de la charge électrique avant décharge, qui constitue un paramètre significatif du potentiel d'échange d'énergie et de l'amplitude du courant.

Il n'existe pas de corrélation stricte entre les valeurs de la tension de la charge et les vitesses de montée du courant indiquées dans ce tableau. En effet, d'autres caractéristiques de la DES peuvent en influencer les conséquences.

Tableau 37 – Degrés et niveaux de perturbation des phénomènes impulsionnels (vitesse de montée) provoqués par les DES

Degrés de perturbation	Phénomènes (sources)			
	DES lente		DES rapide	
	Temps de montée: 5 ns		Temps de montée: 0,3 ns	
	Durée: 15 ns		Durée: 2 ns	
	Densité temporelle: Phénomène		Densité temporelle: Phénomène	
	Nombre d'événements: ^a		Nombre d'événements: ^a	
	Source: 100 Ω à 500 Ω ^b 100 pF à 500 pF ^c		Source: 100 Ω à 500 Ω ^b 100 pF à 500 pF ^c	
	Caractéristique significative			
	(A/ns)	(kV)	(A/ns)	(kV)
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements			
1	-	-	-	<1
2	25	-	25	2
3	40	-	40	4
4	80	8	80	8
5	100	15	-	-
6	-	30	-	-
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation			
^a Dépend du nombre de personnes présentes dans la zone concernée.				
^b Dépend de la source: outil à main, main nue, mobilier.				
^c Dépend de l'isolation de la personne concernée ou de la taille du mobilier.				

7.3 Champs produits par les courants de DES

Le Tableau 38 présente les valeurs des gradients des champs électriques et magnétiques transitoires, externes au récepteur et mesurés à une distance de 0,1 m de la décharge. Pour plus de détails, voir l'Annexe C.

Tableau 38 – Degrés et niveaux de perturbation pour les gradients des champs rayonnés dus à des décharges électrostatiques (DES)

Degrés de perturbation	Niveau des gradients des champs rayonnés	
	$V m^{-1} ns^{-1}$	$A m^{-1} ns^{-1}$
A (protégé)	Cas par cas en fonction des exigences applicables aux équipements	
1	2 000	5
2	4 000	10
3	8 000	20
4	16 000	40
X (sévère)	Cas par cas en fonction de la situation	

8 Classification des environnements

8.1 Généralités

En général, l'environnement électromagnétique à un emplacement donné est déterminé par la combinaison des phénomènes électromagnétiques présents, produits naturellement et par l'homme et du niveau de perturbation associé à chaque phénomène.

L'environnement électromagnétique n'est pas identique à tous les emplacements. En effet, les phénomènes électromagnétiques décrits dans les Articles 5, 6 et 7 ne surviennent pas tous à chaque emplacement et ne présentent pas toujours le même niveau de perturbation. Étant donné que la majorité des phénomènes décrits dans les Articles 5, 6 et 7 sont causés par l'homme, l'existence d'un phénomène donné et du niveau de perturbation associé à un emplacement donné dépend en général de facteurs, dont les suivants: le type et le nombre d'équipements électriques et électroniques (y compris les émetteurs radio) exploités au niveau de l'emplacement et à proximité de ce dernier.

Pour plus de simplicité, il est utile de décrire un ensemble minimum de classes d'emplacements qui regroupent les phénomènes et les niveaux de perturbation associés caractéristiques d'un grand nombre d'emplacements. Le présent Rapport Technique définit un ensemble minimum de classes d'emplacements archétypes. Les fondements de cette sélection sont présentés dans le point 8.2; 8.3 à 8.5 décrivent ensuite chaque classe d'emplacement archétype.

8.2 Classes d'emplacements

Il a été constaté que les modèles d'utilisation du sol variaient de manière significative d'une région du monde à l'autre. Les différences observées sont principalement dues aux différences géographiques, historiques et culturelles qui influencent le concept de réglementation de l'utilisation du sol et sa mise en application par le biais de cadres légaux locaux.

Un modèle extrême d'utilisation du sol est observé au sein des centres de population qui se sont développés avec le concept de réglementation de l'utilisation du sol (et la mise en application associée par le biais de cadres légaux locaux) adopté d'office. Dans ce cas, les centres de population sont divisés en plusieurs sections individuelles, clairement délimitées et distinctes d'un point de vue fonctionnel (souvent appelées "zones"). L'utilisation du sol varie

assez rarement compte tenu du temps nécessaire pour lancer le processus pertinent inclus dans le cadre légal local.

Le modèle d'utilisation du sol à l'autre extrême est observé dans les centres de population qui se sont développés sans appliquer le concept de réglementation de l'utilisation du sol. Dans ce cas, le centre n'est pas divisé en sections individuelles, clairement délimitées et distinctes d'un point de vue fonctionnel; les centres se caractérisent plutôt par une utilisation du sol largement ad hoc, avec des fonctions nombreuses et variées dans une même zone. Dans ce type d'emplacement, l'utilisation du sol varie assez fréquemment, encore une fois de manière largement ad hoc.

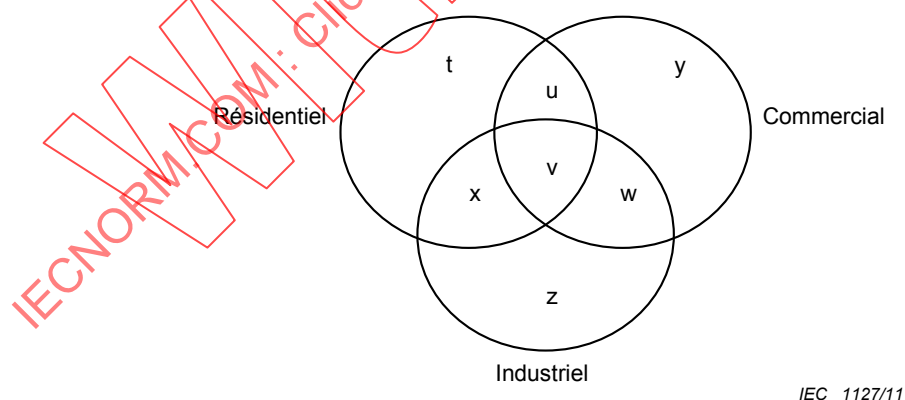
De nombreux autres modèles d'utilisation du sol sont observés au sein des différentes régions du monde qui s'inscrivent entre ces deux extrêmes.

La réglementation de l'utilisation du sol contrôle les activités susceptibles d'être exercées à un emplacement donné. Dans le cadre du présent document, elle contrôle par conséquent de la même manière le type d'équipements électriques et électroniques (y compris les émetteurs radio) susceptibles de se trouver à un emplacement donné. Elle influence ainsi le type et la gravité des phénomènes électromagnétiques présents dans l'environnement électromagnétique à un emplacement donné.

Le présent document prend en compte trois utilisations de sol, classes d'emplacements et environnements électromagnétiques caractéristiques:

- Résidentiels;
- Commerciaux/publics;
- Industriels;

Dans la pratique, l'environnement électromagnétique actuel à un emplacement donné peut être envisagé comme une combinaison pondérée des trois archétypes. Ce concept est représenté sur la Figure 7.



IEC 1127/11

Figure 7 – Concept de classes d'emplacements

Noter que la Figure 7 peut être interprétée de deux façons:

Comme un schéma spatial indiquant les environnements créés en raison de la caractérisation et de la délimitation de zones individuelles résidentielles, commerciales et industrielles.

- Tout emplacement des centres de ces zones individuelles sera par conséquent confronté aux environnements électromagnétiques archétypes (zones t, y et z de la

Figure 7). Cependant, les emplacements situés à la limite ou aux limites entre ces zones individuelles (zones u, v, w et x de la Figure 7) présenteront un environnement électromagnétique mixte, mélange des environnements archétypes, avec des phénomènes issus des archétypes contigus.

- Comme un schéma fonctionnel démontrant dans quelle mesure la modification des activités exercées dans une zone désignée (c'est-à-dire la zone "fonction") peut pousser l'environnement de l'emplacement à s'écarter de l'archétype par le biais de l'introduction d'équipements électriques ou électroniques (et donc de phénomènes ou d'un niveau de gravité) non associés à l'archétype. Voici quelques exemples:
- L'emplacement et l'exploitation d'un seul/de quelques équipements ISM dans une zone résidentielle (par ex. un centre de santé communautaire situé dans une zone résidentielle). Dans ce cas, l'archétype électromagnétique résidentiel est perturbé par les phénomènes électromagnétiques associés à l'exploitation des équipements ISM. Il s'agit de la zone x de la Figure 7.
- L'emplacement et l'exploitation d'un équipement de machinerie industrielle unique dans une zone commerciale pour offrir une prestation de services spécifique (par ex. une station de lavage située à proximité d'une zone publique de vente au détail ou à l'intérieur d'une telle zone). Dans ce cas, l'environnement électromagnétique commercial est perturbé par les phénomènes électromagnétiques associés à l'exploitation de la machinerie industrielle. Il s'agit de la zone w de la Figure 7.
- L'emplacement totalement ad hoc des équipements électriques et électroniques dans une zone donnée avec une utilisation du sol non désignée (par ex. le scénario Monde en développement décrit ci-avant). Dans ce cas, l'environnement électromagnétique renfermera des phénomènes et des niveaux de gravité associés aux trois archétypes. Il s'agit de la zone v de la Figure 7.
- L'emplacement et l'exploitation d'équipements de télécommunications, de bureautique et de TI pour l'activité SOHO (définition: bureautique professionnelle et personnelle). Dans ce cas, peu d'activités administratives/de services peuvent être exercées dans des installations domestiques (c'est-à-dire des bureaux à domicile) par rapport aux installations commerciales (c'est-à-dire les petites entreprises). Il s'agit de la zone u de la Figure 7.

Il est noté que la zone z de la Figure 7 peut également être appliquée aux routes et aux chemins de fer: par nature, les routes et les chemins de fer passent par ou traversent toutes les zones à utilisation du sol désignée (servant souvent de limite entre les zones individuelles à utilisation du sol désignée). Ils sont ainsi confrontés aux phénomènes et aux niveaux de gravité associés à chaque archétype. La plage et la gravité des phénomènes varient d'un emplacement à l'autre en fonction de l'utilisation du sol contigu. Ces phénomènes s'ajoutent à tout phénomène intrinsèque à la route et aux chemins de fer: par exemple, les chemins de fer présenteront des phénomènes associés aux systèmes de signalisation et à l'utilisation de grands systèmes de traction électrique.

La présente section se fonde sur ces informations pour décrire les propriétés essentielles des trois archétypes.

8.3 Classe d'emplacement résidentiel

8.3.1 Description des emplacements résidentiels

Conformément à la Figure 7, l'emplacement résidentiel existe sur un sol dédié à la construction d'habitations domestiques. La fonction d'une habitation domestique consiste à offrir un lieu de vie à une ou plusieurs personne(s).

L'habitation domestique offre un certain nombre de fonctions susceptibles de faire appel à des équipements électriques ou électroniques. Ces fonctions sont notamment les suivantes:

- le chauffage ou le refroidissement (en fonction de l'environnement dominant);
- la fourniture d'un éclairage;

- la fourniture d'eau chaude afin d'entretenir l'hygiène personnelle.

L'habitation domestique permet également un certain nombre d'activités susceptibles de faire appel à des équipements électriques ou électroniques. Ces activités sont notamment les suivantes:

- le stockage et la préparation d'aliments;
- le nettoyage et le séchage des vêtements;
- l'exploitation d'équipements TI;
- la consommation de services d'émission ou de divertissement en continu;

Une habitation peut être un bâtiment unique, individuel (tel qu'une maison isolée) ou la section individuelle d'un bâtiment plus grand (par ex. un appartement dans un immeuble).

La présente section envisage l'environnement électromagnétique au sein d'une habitation domestique. L'approche adoptée consiste à traiter l'habitation individuelle comme un équipement électrique ou électronique. Cela permet à l'habitation de disposer d'accès CEI standard.

8.3.2 Equipements caractéristiques de l'emplacement résidentiel

Tout équipement situé au sein de l'emplacement résidentiel est raccordé au réseau interne d'alimentation basse tension par le biais d'alimentations électriques à transformateur ou en mode commuté.

L'emplacement résidentiel se caractérise par l'emplacement ad hoc d'équipements électriques et électroniques exploités par les résidents. Les équipements peuvent par conséquent être positionnés très près d'un autre équipement/en contact avec un autre équipement dans certains emplacements à densité élevée. Ces emplacements sont notamment les suivants:

- le bureau à domicile, avec l'ordinateur situé sur le bureau/en dessous du bureau, le terminal à écran, les haut-parleurs, l'imprimante, le clavier et la souris sans fil situés sur le bureau, le téléphone portable et/ou cellulaire situé sur le bureau, à proximité d'un des équipements ou en contact physique avec un des équipements;
- la "chambre d'adolescent", susceptible de contenir un bureau personnel tel que décrit ci-avant en plus d'un combiné TV avec DVD/VCR et console de jeu.

Les emplacements à densité élevée accèdent en général au réseau interne d'alimentation basse tension par le biais d'une prise de courant unique associée à un tableau de distribution/une multiprise.

Une liste non exhaustive des types d'équipements présents et exploités au sein de l'emplacement résidentiel est présentée dans le Tableau 39. Les équipements ont été classifiés d'après leur fonction.

Tableau 39 – Équipements exemplaires présents dans la classe d'emplacement résidentiel

Équipement Fonction	Exemples
Préparation/stockage d'aliments	Stockage: réfrigération et/ou congélation Préparation: four à micro-ondes, four électrique, table de cuisson électrique, table de cuisson électrique par induction, four à gaz, table de cuisson au gaz avec allumage électrostatique Préparation: grille-pain, bouilloire, cuiseur à riz, cuiseur à vapeur, machine à pain, sorbetière, gaufrier, grille-sandwichs, robot culinaire, cuiseur à vapeur, friteuse
Environnement	Éclairage: éclairage fluorescent, contacteurs de mise en veilleuse, transformateurs BT - lampes halogènes Chauffage: système de chauffage central et régulateur électronique
Nettoyage	Machine à laver, sèche-linge (individuel ou intégré), aspirateur, creuse, lave-vaisselle
CVC et hygiène	Douche à hydromassage, toilettes électroniques, monte-escalier, cabine de bronzage, couverture électrique, équipements médicaux
Divertissement	Récepteur de radiodiffusion télévisuelle (terrestre - analogique + numérique) Récepteur de radiodiffusion (terrestre - analogique + numérique) Enregistreur vidéo numérique ou personnel/VCR/DVD (PVR ou DVR) Équipement associé - haut-parleurs stéréophoniques et amplificateurs Hi-fi (connectée au réseau ou pas) Consoles de jeu (connectées au réseau ou pas) Jouets électroniques/virtuels Jouets télécommandés
Ti	Ordinateur Souris/claviers sans fil Équipements de réseau domestique Passerelle domestique, équipements de réseau filaire/sans fil, transmission des données sur lignes électriques (PLT)
Sécurité	Caméras/réseaux de caméras Porte sans fil/verrouillage de garage

8.3.3 Limites pertinentes pour les équipements exploités dans des emplacements résidentiels

L'habitation domestique possède l'infrastructure à réseau filaire individuelle suivante:

- réseau de distribution d'alimentation basse tension;
- câblage d'extension téléphonique;
- réseau de distribution coaxial.

Par conséquent, des environnements conduits sont nécessaires pour chaque infrastructure.

Certaines habitations sont alimentées par leur propre générateur.

L'habitation domestique peut posséder l'infrastructure interne suivante:

- réseau de distribution d'alimentation basse tension;
- câblage d'extension téléphonique;
- réseau de distribution coaxial;

- câblage RLE;
- réseau de distribution d'eau;
- unités d'éclairage de pièce;
- unités de chauffage/ventilation/climatisation.

L'infrastructure interne peut être installée pendant la construction de l'habitation ou ultérieurement pendant un réaménagement/une transformation.

L'accès par l'enveloppe de l'habitation se fait par conséquent par la limite de l'habitation. Si l'habitation se compose d'un bâtiment unique individuel (tel qu'une maison isolée), l'accès par l'enveloppe se fait par les parois extérieures du bâtiment. Si l'habitation est une section individuelle d'un bâtiment plus grand (par ex. un appartement dans un immeuble), l'accès par l'enveloppe se fait par la limite (parois, plafond et sol) de l'habitation.

8.3.4 Interfaces et accès des emplacements résidentiels

L'habitation domestique peut posséder un certain nombre d'accès externes qui raccordent l'infrastructure interne à l'infrastructure externe comme listé dans les accès d'antenne suivants.

Antennes réceptrices:

- réseau de distribution coaxial interne raccordé à une antenne de réception de radiodiffusion VHF externe;
- réseau de distribution coaxial interne raccordé à une antenne de réception de radiodiffusion TV terrestre UHF externe;
- réseau de distribution coaxial interne raccordé à un réseau de distribution coaxial externe et finalement une/des antenne(s) de réception de diffusion CATV externe;
- réseau de distribution coaxial interne raccordé à une antenne de réception de radiodiffusion TV satellite SHF externe;
- réseau de distribution coaxial interne raccordé à une antenne de réception de radiodiffusion xHF externe;

Antennes de radiodiffusion:

- réseau de distribution coaxial interne raccordé à une antenne radio amateur brevetée externe;
- réseau de distribution coaxial interne raccordé à une antenne Citizen's Band (CB) brevetée externe;
- réseau de distribution coaxial interne raccordé à un accès Internet par satellite externe.

Accès d'alimentation:

- câblage de distribution d'alimentation basse tension interne raccordé à un réseau de distribution CA basse tension externe.

Accès de signal:

- câblage d'extension téléphonique interne raccordé à un réseau de télécommunications à réseau filaire externe;
- réseau de distribution coaxial interne raccordé à un réseau de distribution de TV par câble externe.

8.3.5 Attributs des emplacements résidentiels

Outre la caractérisation plus ou moins générale des emplacements résidentiels, les attributs peuvent être utilisés pour déterminer de façon plus quantitative les niveaux de compatibilité présents au niveau d'emplacements résidentiels. Le Tableau 40 énumère une liste des attributs de la classe d'emplacements résidentiels.

Tableau 40 – Attributs de la classe d'emplacements résidentiels

Accès	Attributs	Généralité
	Environnement externe ^a	
Enveloppe	Radio amateur à plus de 100 m ^b	X
	Radio CB à plus de 20 m ^b	X
	Émetteur de radiodiffusion fonctionnant à une fréquence inférieure à 1,6 MHz à plus de 5 km ^b	X
	Émetteurs FM et TV à plus d'1 km ^b	X
	Systèmes de communication cellulaires avec station de base éloignée à plus de 200 m (émetteurs-récepteurs portatifs, par ex. GSM, WiMAX, etc.) ^b	X
	Systèmes de radiomessagerie, stations de base, à plus d'1 km ^b	X
	RADAR d'aviation à plus de 5 km ^b	X
Alimentation en courant alternatif	Alimentation de ligne MT ou HT à plus de 20 m ^b	X
Signal	Réseau de télécommunication ^c	X
	TV par câble ^d	X
	Environnement interne ^e	
Enveloppe	Systèmes de communication cellulaires avec station de base externe (émetteurs-récepteurs portatifs, par ex. GSM, etc.) ^f	X
	Systèmes de communication portables avec station de base interne (émetteurs-récepteurs portatifs, téléphones mobiles, c'est-à-dire CT, CT2, DECT, Bluetooth, Wi-Fi, etc.) ^g	X
	Concentration élevée d'équipements multimédia et domestiques	X
	Présence d'un four à micro-ondes d'une puissance max. de 1,5 kW	X
	Présence d'équipements médicaux (groupe 2, conformément à la CISPR 11) à plus de 20 m ^b	X
	Proximité avec des sous-stations MT/BT à plus de 20 m ^b	X
	Proximité avec des appareils de soudage à l'arc (mobiles) à plus de 20 m ^b	X
	Proximité avec des sous-stations HT à plus de 100 m ^b	X
Alimentation en courant alternatif	Câblage en CA BT	X
	Concentration élevée d'alimentations électriques à mode commuté	X
	Existence d'équipements de télécommunications sur ligne d'alimentation (PLT)	X
Signal	Lignes < 30 m ^h	X
	Exposition à la foudre	X

- | | |
|--------------|--|
| ^a | Cette partie du tableau présente les éléments impliqués dans la création de l'environnement électromagnétique au sein d'une classe d'emplacements situés à l'extérieur de l'emplacement. |
| ^b | Si la séparation mentionnée est respectée, la valeur du champ rayonné ne dépassera pas le niveau de compatibilité indiqué dans le Tableau A.1. Autrement, le niveau de compatibilité doit être ajusté. |
| ^c | Suppose un raccordement au réseau public commuté (RTC) à l'aide d'un câble à paire torsadée non blindée. |
| ^d | Suppose la présence d'un câble coaxial qui pénètre dans l'emplacement. |
| ^e | Cette partie du tableau présente les éléments impliqués dans la création de l'environnement électromagnétique au sein d'une classe d'emplacements situés à l'intérieur de l'emplacement. |
| ^f | Concerne le signal rayonné issu des émetteurs-récepteurs portatifs situés au sein de la classe d'emplacements. |
| ^g | Concerne le signal rayonné issu des émetteurs-récepteurs portatifs et des stations de base situés au sein de la classe d'emplacements. |
| ^h | Inclut: les systèmes Ethernet et de sécurité. |

8.4 Classe d'emplacements commerciaux/publics

8.4.1 Description des emplacements commerciaux/publics

L'emplacement commercial/public est défini comme l'environnement de certaines zones du centre-ville, des bureaux, des équipements de transport public (route/train/métro) et des centres d'affaires modernes qui concentrent des équipements d'automatisation de bureau (ordinateurs, télécopieurs, photocopieurs, téléphones, etc.). Les lieux suivants correspondent à cet environnement:

- points de vente au détail, par exemple magasins, grandes surfaces;
- locaux professionnels, par exemple bureaux, banques; centres de données (méta-serveurs);
- lieu de divertissement recevant du public, par exemple cinémas, bars, salles de danse;
- lieux de culte (par exemple temples, églises, mosquées, synagogues);
- locaux extérieurs, par exemple stations d'essence, parcs de stationnement pour voitures, centres de distraction et sportifs.

8.4.2 Équipements et sources d'interférences présents dans les emplacements commerciaux/publics

Les emplacements commerciaux/publics se caractérisent par une densité élevée d'éléments d'équipement variables installés et introduits par le public. En général, les éléments d'équipement offrent un service à de nombreux utilisateurs et peuvent être exploités simultanément. Certains de ces éléments pourraient constituer une source d'interférences indésirables. L'environnement électromagnétique des emplacements commerciaux/publics n'est pas constant. Il varie en fonction du temps, d'après l'utilisation fonctionnelle de l'installation. Une liste non exhaustive des équipements couramment exploités dans un emplacement commercial/public est indiquée ci-après:

- Équipement de traitement de l'information: une variété d'équipements de traitement de l'information fixes et mobiles incluant, sans s'y limiter: des éléments de communication mobiles, des systèmes d'affichage des informations vidéo, des systèmes de sonorisation, des boucles d'induction audiofréquences, des équipements informatiques en général, des terminaux de point de vente, des systèmes d'information audiofréquences (c'est-à-dire points d'aide);
- Matériels de transport: tramways, bus, voitures;
- Ascenseurs et escaliers mécaniques;
- Équipement d'alimentation: équipement d'alimentation basse et moyenne tension, générateurs de puissance, UPS.

8.4.3 Limites pertinentes pour les équipements exploités dans des emplacements commerciaux/publics

Il existe plusieurs types de limites qu'il convient de prendre en compte pour les équipements utilisés dans des emplacements commerciaux.

Limites de l'emplacement commercial/public en ce qui concerne l'environnement externe:

- Séparation spatiale, par exemple à l'aide de clôtures, de murs ou de cloisons;
- Séparation électrique par les sous-stations qui raccordent le réseau commercial/public à l'autre réseau;
- Séparation organisationnelle qui contrôle l'accès à l'emplacement de l'installation.

Les perturbations constatées au niveau de ces limites constituent une partie de l'environnement électromagnétique total auquel un élément d'équipement est exposé dans un emplacement commercial/public.

L'autre partie de l'environnement électromagnétique résultant comprend les éléments d'équipement présents dans l'emplacement lui-même. L'exploitation de ces éléments d'équipement provoque des perturbations électromagnétiques qui donnent lieu à un niveau de perturbation total dans l'installation. Les niveaux de perturbation ainsi que leurs caractéristiques pourraient être affectés par le positionnement des équipements et leurs conditions d'installation.

Limites de l'emplacement commercial/public en ce qui concerne l'environnement interne:

- Séparation par différentes sources d'alimentation;
- Séparation spatiale délibérée des éléments d'équipement;
- Séparation spatiale délibérée des lignes de raccordement.

8.4.4 Interfaces et accès des emplacements commerciaux/publics

Il existe des interfaces/accès au niveau des limites des emplacements commerciaux/publics par le biais desquels les phénomènes électromagnétiques peuvent se propager. En cas d'accès par l'enveloppe, la propagation concerne des champs électromagnétiques rayonnés alors qu'en cas d'accès CA, la propagation concerne une des perturbations électromagnétiques conduites.

Les emplacements commerciaux/publics partagent des limites avec d'autres emplacements de ce type ainsi qu'avec des emplacements résidentiels et industriels. Les interfaces communes avec ces environnements externes sont les suivantes:

- Enveloppe;
- Accès CA;
- Accès CC;
- Accès par les bornes de signaux (y compris accès de télécommunication).

Il existe aussi des interfaces avec des équipements installés au sein d'un même emplacement commercial/public. Ces accès d'interface sont notamment les suivants:

- Enveloppe;
- Accès CA;
- Accès CC;
- Accès par les bornes de signaux (y compris accès de télécommunication);
- Accès par la borne de terre (y compris accès par la borne de terre fonctionnelle et de sécurité).

8.4.5 Attributs des emplacements commerciaux/publics

Outre la caractérisation plus ou moins générale des emplacements commerciaux/publics, les attributs peuvent être utilisés pour déterminer de façon plus quantitative les niveaux de compatibilité présents au niveau d'un emplacement commercial/public. Le Tableau 41 énumère une liste des attributs de la classe d'emplacements commerciaux/publics. La description au moyen des attributs permet davantage de prendre en compte les aspects spécifiques des divers emplacements de la classe d'emplacements commerciaux/publics. Le tableau suivant indique une liste des attributs applicables aux

- emplacements commerciaux;
- emplacements publics en général (parc, locaux de distraction, bureaux publics, etc.);
- hôpital public, établissement d'enseignement (école, université, collège, etc.);
- zone de trafic publique, gares ferroviaires et aéroport.

Les différences entre ces lieux de la classe d'emplacements commerciaux/publics se réfèrent principalement à un ou deux phénomène(s) électromagnétique(s) uniquement. Par conséquent, un emplacement commercial/public spécifique peut essentiellement être décrit par les attributs du type général commercial/public avec une modification de certains phénomènes électromagnétiques spécifiques plus ou moins distincts dans l'emplacement commercial/public spécifique.

Tableau 41 – Attributs des divers types de la classe d'emplacements commerciaux/publics

Accès	Attributs	Commercial	Public/général	Public/hôpital	Public/trafic
	Environnement externe ^a				
Enveloppe	Radio amateur à plus de 20 m ^b	X	X	X	X
	Radio CB à plus de 20 m ^b	X	X	X	
	Radio CB entre 5 m et 20 m				X
	Émetteur de radiodiffusion fonctionnant à une fréquence inférieure à 1,6 MHz à plus de 5 km ^b	X	X	X	X
	Émetteurs FM et TV à plus d'1 km ^b	X	X	X	X
	Systèmes de communication cellulaires avec station de base éloignée à plus de 200 m (émetteurs-récepteurs portatifs, par ex. GSM, WiMAX, etc.) ^b	X	X		
Alimentation en courant alternatif	Alimentation de ligne MT ou HT ^b			X	X
Signal	Réseau de télécommunication ^c	X	X	X	X
	Environnement interne ^d				
Enveloppe	Systèmes de radiomessagerie ^f	X	X	X	X
	Systèmes de communication portables (émetteurs portatifs, téléphones mobiles) ^{e, f}	X	X	X	X
	Utilisation limitée/contrôlée de systèmes de communication portables ^b			X	X
	Concentration élevée d'équipements ISM (groupe 1, conformément à la CISPR 11) ^b			X	
	Proximité avec des équipements ISM basse puissance (groupe 2, conformément à la CISPR 11), en général moins d'1 kW ^b	X	X	X	X
	Proximité avec des équipements ISM haute puissance (groupe 2, conformément à la CISPR 11), en général plus d'1 kW ^b			X	
	Proximité avec des sous-stations BT et MT à moins de 20 m ^b			X	X
	Proximité avec des sous-stations HT à moins de 20 m ^b				X
	Proximité avec des lignes moyenne tension et haute tension à moins de 20 m ^b		X	X	X
	Proximité avec des appareils de soudage à l'arc (mobiles) ^b				X
	Proximité avec des appareils de soudage à l'arc à moins de 20 m ^b				
Alimentation en courant alternatif	Câblage en CA BT ^b	X	X	X	X
	Câblage en CA MT ^b			X	X

Accès	Attributs	Commercial	Public/général	Public/hôpital	Public/trafic
Alimentation CC	Systèmes à bus CA ^b			X	X
	Grands systèmes d'entraînement de puissance (> 16 A par phase) ^b			X	X
	Permutation des charges inductives ou capacitives				X
	Possibilité de forts courants de défaut				X
	Forts courants d'appel				X
	Système de distribution CC			X	X
	Permutation des charges inductives ou capacitives				X
Signal	Forts courants d'appel				X
	Longues lignes (> 30 m) ^g	X	X	X	X
	Présence probable de circuits sous canalisation	X	X	X	X
	Séparation de différentes catégories de câbles par la distance	X	X	X	X
Terre	Exposition à la foudre	X	X	X	X
	Protection contre les surtensions/la foudre			X	X
	Réseau équipotentiel			X	X
	Réseaux de terre maillés de grande surface, généralement bien protégés			X	X
	Possibilité de forts courants de défaut à la terre				X
^a Cette partie du tableau présente les éléments impliqués dans la création de l'environnement électromagnétique au sein d'une classe d'emplacements situés à l'extérieur de l'emplacement. ^b Si la séparation mentionnée est respectée, la valeur du champ rayonné ne dépassera pas le niveau de compatibilité indiqué dans le Tableau A.1. Autrement, le niveau de compatibilité doit être ajusté. ^c Suppose un raccordement au réseau public commuté (RTC) à l'aide d'un câble à paire torsadée non blindée. ^d Cette partie du tableau présente les éléments impliqués dans la création de l'environnement électromagnétique au sein d'une classe d'emplacements situés à l'intérieur de l'emplacement. ^e Concerne le signal rayonné issu des émetteurs-récepteurs portatifs situés au sein de la classe d'emplacements. ^f Concerne le signal rayonné issu des émetteurs-récepteurs portatifs et des stations de base situés au sein de la classe d'emplacements. ^g Inclut: les systèmes Ethernet et de sécurité.					

8.5 Classe d'emplacements industriels

8.5.1 Description des emplacements industriels

Les emplacements industriels se caractérisent en général par l'existence d'une installation présentant une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:

- des équipements industriels et scientifiques exploités;
- de nombreux éléments d'équipement installés et raccordés fonctionnant simultanément;
- une quantité significative d'énergie électrique générée, transmise et/ou consommée;
- une installation alimentée par un transformateur dédié haute ou moyenne tension;

- une installation conforme aux lignes directrices (par ex. installation des équipements, maintenance, opérations);
- des influences externes moins dominantes (car les perturbations proviennent principalement des équipements de l'emplacement industriel lui-même).

La dernière caractéristique souligne que l'environnement électromagnétique au niveau d'un emplacement industriel découle essentiellement de l'équipement et de l'installation présents au niveau de l'emplacement plutôt que des influences externes sur l'emplacement industriel.

Les caractéristiques ci-avant ne s'appliquent pas de la même façon à n'importe quelle installation industrielle. Pour certains types d'installations industrielles, des phénomènes électromagnétiques plus importants apparaissent. Des niveaux élevés de perturbations électromagnétiques rayonnées, par exemple, sont plus susceptibles de survenir au sein des installations industrielles où les équipements ISM exploités utilisent les fréquences radioélectriques pour le traitement du matériau. Par ailleurs, au niveau de certains types d'emplacements industriels, des phénomènes électromagnétiques moins importants apparaissent, par exemple lorsque les conditions d'installation sont maintenues, évitant qu'un phénomène électromagnétique n'apparaisse ou si ce dernier ne survient qu'ultérieurement avec une amplitude réduite. Cette situation peut être exprimée et décrite par les attributs spécifiques aux divers emplacements de la classe d'emplacements industriels (voir 8.5.5)

Les emplacements industriels existent dans les installations exemplaires suivantes: transformation des métaux, pâte à papier, usines de produits chimiques, production automobile, centrales électriques, sous-stations.

8.5.2 Équipements et sources d'interférences présents dans les emplacements industriels

Les installations industrielles se caractérisent par le fait que de nombreux éléments d'équipement soient installés ensemble, exploités simultanément et que certains de ces éléments puissent constituer une source importante d'interférences. Une liste non exhaustive des équipements couramment exploités dans un emplacement industriel est fournie ci-après:

- équipements qui génèrent et/ou utilisent localement les fréquences radioélectriques à des fins industrielles, scientifiques ou similaires
 - en général: équipements de laboratoire, équipements scientifiques, convertisseurs à semiconducteurs, équipements de chauffage électrique industriels avec fréquences de fonctionnement inférieures ou égales à 9 kHz, machines-outils, équipements de commande et de mesures de processus industriel, équipements de fabrication de semiconducteurs;
 - en détails: générateurs de signal, récepteurs de mesure, compteurs de fréquence, débitmètres, analyseurs de spectre, appareils de pesage, machines d'analyse chimique, microscopes électroniques, alimentations et convertisseurs à semiconducteurs en mode commuté, redresseurs/onduleurs à semiconducteurs, équipements de chauffage par résistance avec régulateur de courant CA à semiconducteur intégré, fours à arc et fours de fusion des métaux, dispositifs de chauffage par décharge lumineuse et à plasma, équipements de diagnostic par rayons X, équipements de tomographie informatisés, appareils de surveillance des patients, équipements de traitement et de diagnostic par ultrasons, machines à laver par ultrasons, commandes de régulation);
- équipements qui génèrent et/ou utilisent de l'énergie radiofréquence pour le traitement du matériau, l'inspection/analyse ou à des fins similaires;
 - en général: appareils à rayons ultraviolets alimentés par micro-ondes, appareils d'éclairage à micro-ondes, équipements de chauffage par induction industriels fonctionnant à des fréquences supérieures à 9 kHz, appareils de cuisson à induction, équipements de chauffage diélectrique, équipements industriels de chauffage à micro-ondes, équipements de soudage électrique, équipements d'usinage par étincelage (EDM);