

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and
substation environment**

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 6-5: Normes génériques – Immunité pour les équipements utilisés dans
les environnements de centrales électriques et de postes**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
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.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and
substation environment**

**Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 6-5: Normes génériques – Immunité pour les équipements utilisés dans
les environnements de centrales électriques et de postes**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.100.20

ISBN 978-2-8322-2859-3

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

CONTENTS

FOREWORD	4
INTRODUCTION	6
1 Scope and object	7
2 Normative references	8
3 Terms, definitions and abbreviations	9
3.1 Terms and definitions	9
3.2 Abbreviations	12
4 Electromagnetic environment	12
5 Performance criteria	16
6 Conditions during testing	18
7 Product documentation	19
8 Applicability	19
9 Measurement uncertainty	20
10 Immunity requirements	20
10.1 General	20
10.2 Immunity test requirements for equipment in power stations	20
10.3 Immunity test requirements for equipment in substations	24
Annex A (informative) Information on electromagnetic phenomena, typical sources and causes	29
Annex B (informative) Overview of the effect of the electromagnetic phenomena on the functions of equipment and systems	30
Annex C (informative) Guidelines for protected zones – Mitigation of radiated and conducted disturbances	34
C.1 General	34
C.2 General approach	34
C.3 Classification of protection zones	35
C.3.1 General	35
C.3.2 Zone 1 – Building shield	36
C.3.3 Zone 2 – Room shield	36
C.3.4 Zone 3 – Equipment shield	37
C.3.5 Zone 4 – Additional protection	37
C.4 Design principles for shielding	37
C.5 Shielding effectiveness	37
Annex D (informative) Guidance for the user of this standard	39
Bibliography	40
Figure 1 – Equipment ports	10
Figure 2 – Example of the situation of a power station	14
Figure 3 – Example of the situation of an air-insulated substation (AIS)	15
Figure 4 – Example of the situation of a gas-insulated substation (GIS)	16
Figure C.1 – Equipment ports	34
Figure C.2 – Zones of protection of shielding and earthing systems	36

Table 1 – Characterization of the electromagnetic phenomena 13

Table 2 – Suggested performance criteria for some representative functions 18

Table 3 – Immunity requirements – Power station – Enclosure port..... 21

Table 4 – Immunity specifications – Power station – Signal/control ports 22

Table 5 – Immunity specifications – Power station – Low voltage a.c. input and output power ports..... 23

Table 6 – Immunity specifications – Power station – Low voltage d.c. input and output power ports..... 24

Table 7 – Immunity specifications – Substation – Enclosure port 25

Table 8 – Immunity specifications – Substation – Signal/control ports 26

Table 9 – Immunity specifications – Substation – Low voltage a.c. input and output power ports..... 27

Table 10 – Immunity specifications – Substation – Low voltage d.c. input and output power ports..... 28

Table A.1 – Electromagnetic phenomena – Sources and causes..... 29

Table D.1 – Immunity tests and test levels to be considered in the future or for particular product families 39

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and substation environment

FOREWORD

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

International Standard IEC 61000-6-5 has been prepared by committee 77: Electromagnetic compatibility (EMC).

This first edition cancels and replaces the first edition of IEC TS 61000-6-5 published in 2001. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) the scope is extended in order to cover also power generating systems in industrial facilities;
- b) the locations under consideration, i.e. power stations and substations are described in more detail;
- c) performance criteria and the EUT functions they apply to are reviewed;

- d) immunity requirements are reviewed and more specifically related to the relevant locations;
- e) informative annexes for guidance and on protected zones are added.

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

FDIS	Report on voting
77/484/FDIS	77/500/RVD

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

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC 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.

INTRODUCTION

IEC 61000 series is published in separate parts, according to the following structure:

Part 1: General

General considerations (introduction, fundamental principles)

Definitions, terminology

Part 2: Environment

Description of the environment

Classification of the environment

Compatibility levels

Part 3: Limits

Emission limits

Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of the product committees)

Part 4: Testing and measurement techniques

Measurement techniques

Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines

Installation guidelines

Mitigation methods and devices

Part 6: Generic standards

Part 9: Miscellaneous

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

This International Standard deals with the electromagnetic compatibility (EMC) of equipment used in the generation, transmission and distribution of electricity and related telecommunication systems.

Several EMC product standards have been published by technical committees dealing with different application areas in the generation, transmission and distribution of electricity and related telecommunication systems, for example:

- fixed power supply installations and apparatus for railway applications (TC 9),
- switchgear and controlgear (TC 17),
- instrument transformers (TC 38),
- nuclear instrumentation (TC 45),
- power systems management and associated information exchange (TC 57),
- industrial-process measurement and control – system aspects (SC 65A),
- measuring relays and protection equipment (TC 95), etc.

The requirements specified in these product standards consider product-specific aspects only. It is the task of this generic standard IEC 61000-6-5 to specify a set of essential requirements, test procedures and generalized performance criteria applicable to such products or systems operating in this electromagnetic environment.

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and substation environment

1 Scope and object

This part of IEC 61000 specifies EMC immunity requirements which apply to electrical and electronic equipment intended for use in power stations and substations, as described below. Immunity requirements for electromagnetic phenomena with spectral contributions in the frequency range 0 Hz to 400 GHz are covered. No tests need to be performed at frequencies or for phenomena where no requirements are specified.

This international standard sets immunity test requirements for equipment intended for use in the generation, transmission and distribution of electricity and related telecommunication systems. The electromagnetic environments encompassed by this standard are those which exist at locations

- in power stations, and
- in high and medium voltage substations.

Installations to generate or convert into electrical power inside industrial facilities are also covered by this standard as long as they, at their primary electrical connection, cannot be directly connected to the LV power network, e.g. where the generator output voltage is medium voltage or higher. Power installations that directly provide power into the low voltage network (such as photovoltaic cells or combined heat power systems in private houses) are not covered by this standard.

NOTE 1 In general, power stations comprise installations which are mainly built to convert some kind of primary energy into electrical energy. Moreover, these power stations are connected to the medium or high voltage power system directly or via a step-up transformer.

The object of this standard is to define immunity test requirements for equipment defined in the scope in relation to continuous and transient, conducted and radiated disturbances, including electrostatic discharges.

The immunity test requirements are given on a port-by-port basis, and selected according to the location, with differentiated levels for equipment to be installed in power stations or substations. In special cases, situations will arise where the level of electromagnetic disturbances may exceed the levels specified in this standard; in these instances, special mitigation measures should be adopted.

The immunity requirements are suitable for satisfying the particular needs related to the functions and tasks of equipment and systems, for which reliable operation is required under realistic electromagnetic conditions; in this respect, this standard establishes performance criteria for different functional requirements.

This generic EMC immunity standard is applicable if no relevant dedicated product or product-family EMC immunity standard exists. According to IEC Guide 107, this generic standard should be considered for the preparation or revision of any EMC standard referring to specific products used in power stations and substations.

NOTE 2 Product standards covering EMC aspects for equipment to be used in power stations or substations are for example IEC 62271-1 (switchgear and controlgear), IEC 60255-26 (measuring relays and protection equipment) or IEC 62236-5 (fixed power supply installations and apparatus for railway applications).

Non-electronic high voltage and power equipment (primary system) are excluded from the scope of this standard.

Emission requirements are not within the scope of this standard and are covered by relevant product or product-family standards.

NOTE 3 Where no dedicated product or product family standard covering emission requirements exists, the generic standard IEC 61000-6-4 applies.

2 Normative references

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

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

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

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

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

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

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

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

IEC 61000-4-16, *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*

IEC 61000-4-17, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-17: Testing and measurement techniques – Ripple on d.c. input power port immunity test*

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

IEC 61000-4-29, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-29: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests*

IEC 61000-4-34, *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*

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

NOTE The definitions related to EMC and to relevant electromagnetic phenomena can be found in IEC 60050-161 and in other IEC publications.

3.1.1

connections to HV equipment

connections from control equipment to HV equipment such as circuit breakers, current transformers, voltage transformers, power line carrier systems

3.1.2

DC distribution network

local DC electricity supply network in the infrastructure of a certain site or building intended for flexible use by one or more different types of equipment and guaranteeing continuous power supply independently from the conditions of the public mains network

Note 1 to entry: Connection to a remote local battery is not regarded as a DC distribution network, if such a link comprises only power supply for a single piece of equipment.

3.1.3

enclosure port

physical boundary of the equipment through which electromagnetic fields may radiate or impinge on

3.1.4

equipment

single apparatus or set of devices or apparatuses, or the set of main devices of an installation, or all devices necessary to perform a specific task

Note 1 to entry: Examples of equipment are a power transformer, the equipment of a substation, measuring equipment.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-11-25]

3.1.5

field connections

cables which are intended to be connected to process equipment of the plant, within the same earth network

EXAMPLE

Examples of this category are:

- connections from control room or equipment room to the field of power stations and HV substations;
- connections to low voltage power equipment;
- connections within the relay house or telecommunication house of HV substations, where no special mitigation measures are adopted (e.g. shielding);
- field bus.

Note 1 to entry: Those cable ports of process instrumentation which are self-powered through the signal conductors (e.g. 4 mA to 20 mA) are considered as signal ports.

3.1.6
high voltage
HV

set of voltage levels in excess of medium voltage

Note 1 to entry: In the context of this standard the following terms for system voltage are used (see also 3.1.9):

- low voltage (LV) refers to $U_n \leq 1$ kV;
- medium voltage (MV) refers to 1 kV $< U_n \leq 36$ kV;
- high voltage (HV) refers to voltage above 36 kV and includes EHV and UHV.

3.1.7
installation

several combined items of equipment (including cables) put together at a given place to fulfil a specific task

3.1.8
low voltage

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

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

3.1.9
medium voltage
MV

any set of voltage levels lying between low and high voltage

Note 1 to entry: The boundaries between medium and high voltage levels overlap and depend on local circumstances and history or common usage. Nevertheless the band 30 kV to 100 kV frequently contains the accepted boundary.

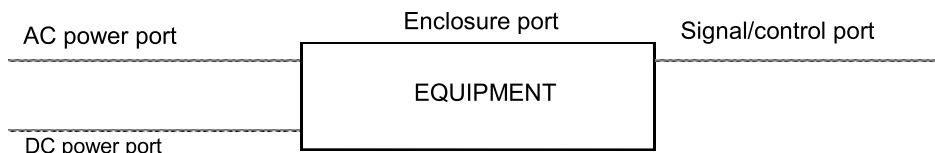
Note 2 to entry: In the context of this standard, medium voltage is defined as the voltage range of 1 kV $< U_n \leq 36$ kV.

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-28, modified – a note to entry 2 has been added.]

3.1.10
port

particular interface of the equipment which couples this equipment with, or is influenced by, the external electromagnetic environment

Note 1 to entry: Examples of ports of interest are shown in Figure 1. The enclosure port is the physical boundary of the equipment (e.g. enclosure). The enclosure port provides for radiated and electrostatic discharge (ESD) energy transfer, whereas the other ports provide for conducted energy transfer.



IEC

Figure 1 – Equipment ports

3.1.11**power port**

port at which a conductor or cable carries the primary electrical power needed for the operation (functioning) of equipment

3.1.12**power station**

installation whose purpose is to generate electricity and which includes civil engineering works, energy conversion equipment and all the necessary ancillary equipment

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-03-01]

3.1.13**protected area**

area inside an installation in which electromagnetic phenomena appear in a mitigated extent compared to other areas of the same installation

Note 1 to entry: Mitigation can be provided for example by means of shielding or filtering.

3.1.14**signal/control port**

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

Note 1 to entry: Examples are analog inputs, outputs and control lines; data busses; communication lines, fibre-optic lines containing metallic conductors, etc.

3.1.15**substation (of a power system)**

part of an electrical system, confined to a given area, mainly including ends of transmission or distribution lines, electrical switchgear and controlgear, buildings and transformers. A substation generally includes safety or control devices (for example protection)

Note 1 to entry: The substation can be qualified according to the designation of the system of which it forms a part. Examples: transmission, substation (transmission system), distribution substation, 400 kV or 20 kV substation.

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-03-02]

3.1.16**switchgear**

general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures and supporting structures, intended in principle for use in connection with generation, transmission, distribution and conversion of electric energy

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-11-02]

3.1.17**system**

several items of equipment combined to fulfil a specific task as a single functional unit

3.1.18**telecommunication connections**

communication cables which reach the border of the earth network of the plant for interfacing with a telecommunication network or with a remote equipment without any particular insulation barrier

3.2 Abbreviations

AIS	Air insulated switchgear
CRT	Cathode ray tube
CT	Current transformer
EHV	Extra high voltage
ESD	Electrostatic discharge
EUT	Equipment under test
GIS	Gas insulated switchgear
HV	High voltage
MTU	Master terminal unit
MV	Medium voltage
PLC	Power line communication
PT	Power transformer
RTU	Remote terminal unit
UHV	Ultra high voltage
UPS	Uninterruptable power systems

4 Electromagnetic environment

The typical locations covered by this international standard are power stations (see Figure 2), medium voltage (MV) and high-voltage (HV) substations, comprising air insulated switchgear (AIS) (see Figure 3), and/or gas insulated switchgear (GIS) (see Figure 4). In Figure 2, the solid lines do not represent physical boundaries between the areas where the equipment is installed. They rather indicate boundaries between electromagnetic environments. It should be kept in mind that the electromagnetic environments can be different for items of equipment installed close to each other.

For the purpose of the specifications given in this international standard, the term "HV" is taken to mean extra high voltage and high voltage of 36 kV and above.

NOTE A different limit between MV and HV can be agreed upon between the parties involved and the manufacturer.

An overview of electromagnetic phenomena to be taken into account at the locations covered by this standard is given in Table 1. For the purpose of determining the need of the corresponding phenomenon as well as of the applicable performance criterion, the phenomena are grouped with respect to their nature and probability of occurrence. A survey of these electromagnetic phenomena is given in IEC TR 61000-2-5 and IEC 61000-4-1. Additional information on the typical sources and causes of electromagnetic disturbances is given in Annex A. Typical values of electromagnetic phenomena observed in high voltage substations and power stations can be found in the publications listed in the bibliography.

Table 1 – Characterization of the electromagnetic phenomena

Continuous phenomena	Transient phenomena with high occurrence	Transient phenomena with low occurrence
Voltage variations: – a.c. power supply – d.c. power supply ^a Harmonics, interharmonics ^a Signalling voltages ^a Ripple on d.c. power supply Power frequency variation ^a Conducted disturbances in the range 2 kHz to 150 kHz ^a Conducted disturbances in the range 1,6 MHz to 30 MHz ^a Power frequency magnetic field (according to IEC 61000-4-8) Radiated, radio frequency electromagnetic field Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields Mains frequency voltage (according to IEC 61000-4-16)	Voltage dips (duration $\leq 0,02$ s): – a.c. power supply – d.c. power supply Voltage fluctuations Fast transient/burst Damped oscillatory/ring wave Damped oscillatory magnetic field Electrostatic discharge	Voltage dips (duration $> 0,02$ s): – a.c power supply – d.c. power supply Voltage interruptions: – a.c. power supply – d.c. power supply Short duration power frequency variation ^{a, b} Surge Short duration power frequency voltage Short duration power frequency magnetic fields (according to IEC 61000-4-8) Radiated pulsed disturbances
^a Not covered in this standard by dedicated immunity requirements.		
^b In case of islanded systems (e.g. not connected to a public network), the characterization of the phenomenon changes from "low occurrence" to "high occurrence".		

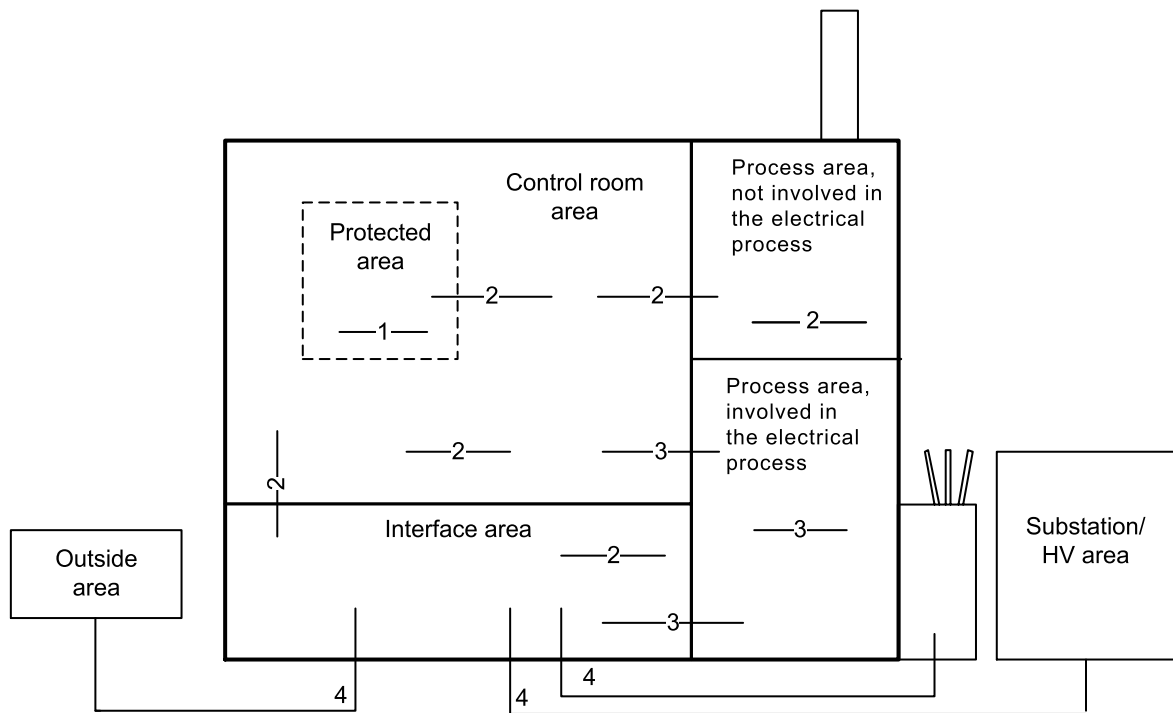
Items of equipment are installed and implemented within power stations and substations according to the rules/guidelines given by the manufacturers. It is essential that these items of equipment operate according to the specified performances when exposed to the variety of electromagnetic phenomena, conducted and radiated, typical of these installations.

In addition to the mentioned electrical plants, equipment can be installed in control centres, radio repeaters, or low voltage distribution points in industrial, commercial or residential areas. These locations are covered by other generic standards or product standards.

In some cases, special mitigation measures (e.g. use of special cabling, shielding of some areas, and/or avoidance of interference sources, etc.) are taken in order to create a "protected area" and to reduce the immunity requirements accordingly. This allows the use of equipment that does not meet the requirements of this standard.

A protected area can be created by means of mitigation measures and/or avoidance of disturbance sources in order to reduce immunity requirements to the immunity levels of product standards or generic standards.

In this document a protected area (see 3.1.13) is considered as a location where at least the requirements of IEC 61000-6-1 are sufficient to demonstrate immunity (see Annex C for further information).



IEC

Key

Interface types

- 1 Inside protected area
- 2 Inside interface and/or control room and/or process area not involved in the electrical process
- 3 Inside or from process area involved in the electrical process
- 4 Connections from outside (HV area and external telecommunication)

NOTE

The process area involved in the electrical process can contain for example MV/HV or high power equipment such as generators, large drives, converters, MV switchgear.

The process area not involved in the electrical process can contain for example turbines, boiler, pollution monitoring, fuel handling, LV switchgear.

The control room area can contain for example control systems, industrial computers, fire fighting systems, UPS, etc.

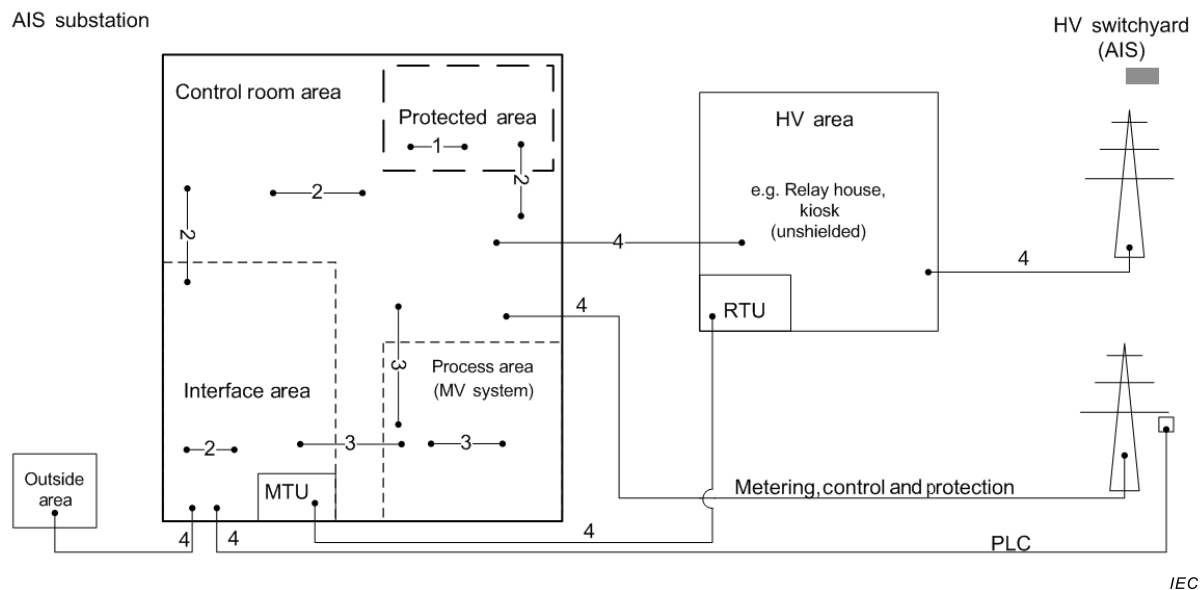
The protected area can contain for example special sensitive equipment like routers, computers, etc.

The interface area can contain for example equipment and systems connected to the outside with measures like surge protection and bonding of cable shields. This is the area where signals from the outside are collected, converted and distributed.

The outside area can contain additional process equipment, signalling, etc.

The high voltage area can contain for example circuit breakers, bus bars, disconnectors, metering etc.

Figure 2 – Example of the situation of a power station



Key

Interface types

- 1 Inside protected area
- 2 Inside interface and/or control room area
- 3 Inside or from process area
- 4 Connections from outside (HV and external telecommunication)

NOTE

The control room area can be a dedicated house or only a relay house that contains control systems, computers, fire fighting systems, UPS, etc.

The relay house / kiosk contains protection relays, marshalling kiosks for PTs/CTs.

The protected area contains for example special sensitive equipment like routers, special computers, etc.

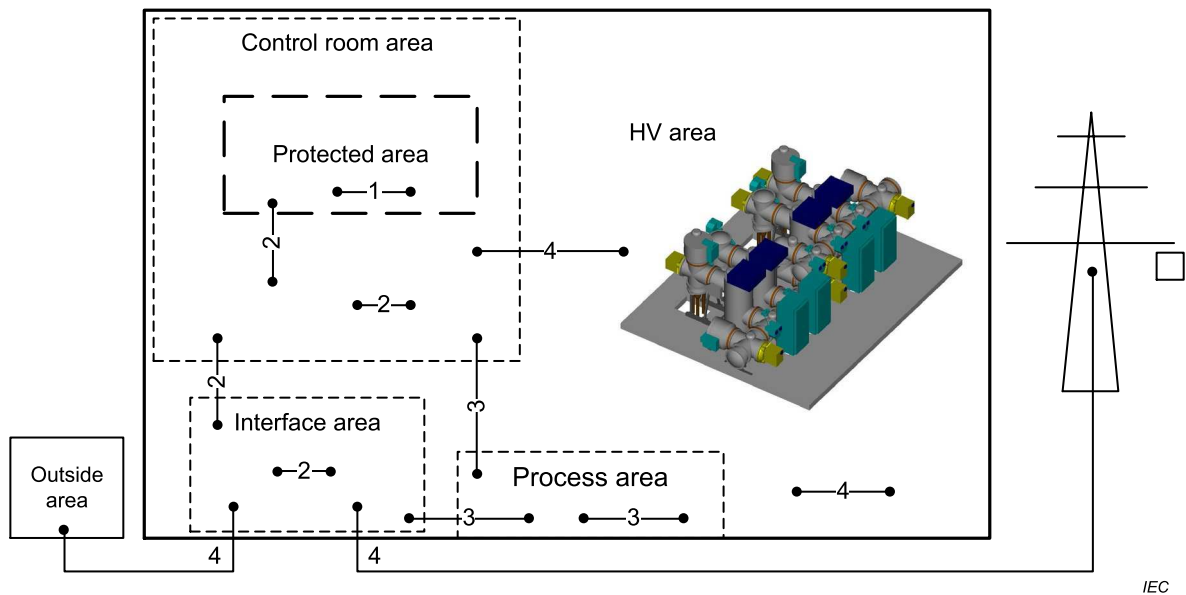
The process area contains mainly MV systems (if available) with circuit breakers and MV-bus bars.

The interface area contains equipment and systems connected to the outside with measures like surge protection and bonding of cable shields.

The high voltage area contains circuit breakers, bus bars, disconnectors, metering, UPS, etc.

The outside area contains for example control centres.

Figure 3 – Example of the situation of an air-insulated substation (AIS)



Key

Interface types

- 1 Inside protected area
- 2 Inside interface and/or control room area
- 3 Inside or from process area
- 4 Connections from outside (HV and external telecommunication)

NOTE

The control room area contains control systems, computers, fire fighting systems, UPS, etc.

The process area contains mainly MV systems (if available) with circuit breakers and MV-bus bars.

The protected area contains for example special sensitive equipment like routers, special computers, etc.

The interface area contains equipment and systems connected to the outside with measures like surge protection and bonding of cable shields.

The outside area contains for example control centres.

The HV area contains GIS, earthing bus bars, transformers, etc.

Figure 4 – Example of the situation of a gas-insulated substation (GIS)

5 Performance criteria

The performance criteria are closely related to the nature of the electromagnetic phenomena (types and occurrence), as given in Table 1 and to the applicable representative functions of the equipment concerned.

Table 2 lists the suggested performance criteria to be applied for the corresponding function of equipment. A functional description and a definition of performance criteria, during or as a consequence of the EMC testing, shall be provided by the manufacturer and noted in the test report, based on one of the following criteria, for each test as specified in Table 3 to Table 10.

- a) **Performance criterion A:** The EUT shall continue to operate as intended during and after the test. No degradation of performance or loss of function is allowed below a performance level specified by the manufacturer, when the EUT is used as intended. If the performance level is not specified by the manufacturer, this may be derived from the

product description and documentation and what the user may reasonably expect from the equipment if used as intended.

- b) **Performance criterion B:** The EUT shall continue to operate as intended after the test. No degradation of performance or loss of function is allowed below a performance level specified by the manufacturer, when the EUT is used as intended. The performance level may be replaced by a permissible loss of performance. However, during the test, degradation of performance is allowed but no change of actual operating state or stored data is allowed. If the minimum performance level or the permissible performance loss is not specified by the manufacturer, either of these may be derived from the product description and documentation and what the user may reasonably expect from the equipment if used as intended.
- c) **Performance criterion C:** Temporary loss of function is allowed, provided the function is self-recoverable or can be restored by the operation of the controls.

Table 2 – Suggested performance criteria for some representative functions

Functions ^a	Functional requirements versus electromagnetic phenomena		
	Continuous phenomena	Transient phenomena with high occurrence	Transient phenomena with low occurrence
Protection and teleprotection ^b	A	A	A
On-line processing and regulation	A	A	A
High speed communication	A	A	A
Metering	A	A	A
Command and control	A	A	B – Short delay ^d
Supervision	A	A	B – Temporary loss, self recovered ^e
Human-machine interface	A	A	C – Stop and reset ^f
Alarm	A	A – Short delay ^g , temporary wrong indication	
Data transmission and telecommunication ^c	A	A – No loss, possible bit error rate degradation ^h	B – Temporary loss ^h
Data acquisition and storage	A	B – Temporary degradation ^{e, i}	
Measurement	A	B – Temporary degradation, self recovered ^j	
Off-line processing	A	B – Temporary degradation ⁱ	C – Temporary loss and reset ⁱ
Passive monitoring	A	B – Temporary degradation	C – Temporary loss
Self-diagnosis	A	B – Temporary loss, self recovered ^k	

^a For the application of the performance criteria to equipment with multiple functions, the performance criterion related to the function under test applies.

^b For teleprotection using a power line carrier, the "normal performance" during the switching of HV isolators may need an appropriate validation procedure.

^c Used in automation and control systems as auxiliary function to other ones, for example to implement co-ordination.

^d A delay of a duration which is insignificant compared to the time constant of the controlled process is acceptable.

^e Temporary loss of data acquisition and deviation in event scheduling time is accepted, but correct events sequence shall be maintained.

^f Manual restoration by operators is allowed.

^g With respect to the degree of urgency (not to the process).

^h Temporary bit error rate degradation can affect the communication efficiency; automatic restoration of any stoppage of the communication is mandatory.

ⁱ No effect on stored data or processing accuracy is allowed.

^j Without affecting the measurement accuracy of analogue or digital indication.

^k Within the system diagnostic cycle.

An overview of the effects of the electromagnetic phenomena on the functions of equipment and systems is given in Annex B.

6 Conditions during testing

The equipment under test (EUT) shall be tested in the expected most susceptible operating mode e.g. identified by performing limited pre-tests. This mode shall be consistent with normal applications. The configuration of the test sample shall be varied to achieve maximum susceptibility consistent with typical applications and installation practice.

If it is not possible to test every function of equipment, the most critical mode of operation shall be selected.

According to the basic standards, several ports may be simultaneously subjected to the test voltage.

If the EUT is part of a system, or can be connected to auxiliary equipment, then the EUT shall be tested while connected to the minimum representative configuration of auxiliary equipment necessary to exercise the ports.

If the EUT has a large number of similar ports, then a sufficient number shall be selected to simulate actual operating conditions and to ensure that all the different types of termination are covered.

In cases where a manufacturer's specification requires, in the user manual, protection devices or measures, the tests shall be applied with these protection devices or measures in place.

In particular, when the product specification requires shielded cables the test shall be performed with the shields bonded to the equipment according to the manufacturer's specifications.

The tests shall be carried out in one typical condition within the operating ranges of temperature, humidity and pressure specified for the product and at the rated supply voltage, unless otherwise indicated in the basic standard.

NOTE In particular and justified cases, where it is not possible to carry out type tests in a laboratory due to the physical dimensions of the equipment or system involved, *in situ* EMC investigations could be helpful. The investigations could be carried out with proper procedures in order not to affect the reliability of the equipment.

7 Product documentation

The manufacturer can demonstrate the compliance of the product with the specifications of this international standard by means of testing and a test report.

The results shall refer to the tests carried out on equipment having the configuration necessary to satisfy the functional requirements.

It is accepted that the compliance tests are carried out on a representative sample, which shall include all the types of sub-units, modules (hardware and software), etc., in order to fulfil all the operational functions of the final equipment.

The equipment or representative sample shall be clearly identified by the model, year of release and serial number.

The configuration and mode of operation during the tests shall be precisely noted in the test report.

The test report shall unambiguously demonstrate that the test procedures adopted correspond to those given in the basic standards related to each particular phenomenon.

8 Applicability

The application of tests for evaluation of immunity depends on the particular equipment, its configuration, its ports, its technology and its operating conditions.

Tests shall be applied to the relevant ports of equipment according to Table 3 to Table 10. Tests shall only be carried out where the relevant ports exist.

It may be determined from consideration of the electrical characteristics and usage of a particular equipment that some of the tests are inappropriate and, therefore, unnecessary. In such a case, it is required that the decision and justification not to test shall be recorded in the test report.

9 Measurement uncertainty

The guidance for the assessment of the instrumentation uncertainty of an immunity test is specified in IEC TR 61000-1-6 or in the corresponding basic standard and should be considered.

10 Immunity requirements

10.1 General

The immunity test requirements specified in 10.2 and 10.3 are based on the actual electromagnetic environment, considering the electromagnetic phenomena outlined in Annex A. They are given on a port-by-port basis.

The immunity tests shall be conducted in a well-defined and reproducible manner, as given by the relevant basic standards referred to in Table 3 to Table 10. The content of these basic standards is not repeated here; however additional information for the practical application of the tests are given in this standard.

The requirements for the enclosure and the power supply ports shall be established according to the location concerned. It is assumed that the power supply source is common to all equipment therein installed, without special EMC provisions.

The requirements for the signal ports shall be established according to the type of connections.

The tests shall be performed as type tests and carried out one at a time, as a single test.

The immunity requirements are related to conducted and radiated electromagnetic phenomena at low and high frequencies; they may be continuous, single or repetitive transient phenomena, with high and low occurrence, as given in Table 1. The performance criteria to be applied shall be derived from Table 2.

Equipment installed in "protected" areas, without direct connections to other areas, does not need to comply with the immunity specifications of this international standard, but is subjected to the relevant generic or product standards.

10.2 Immunity test requirements for equipment in power stations

The immunity test requirements for equipment intended for use in power stations reflect the situation given in Figure 2 and are given in the Table 3 to Table 6. The requirements in Table 4 to Table 6 shall be applied according to the interface types given in Figure 2.

Table 3 – Immunity requirements – Power station – Enclosure port

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications ^a Remarks
1.1	Power frequency magnetic field ^b	IEC 61000-4-8	100 A/m (continuous) ^c 1 kA/m for 1 s
1.2	Radiated, radio frequency electromagnetic field	IEC 61000-4-3	80 MHz to 1,0 GHz 10 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.3	Radiated, radio frequency electromagnetic field	IEC 61000-4-3	1 GHz to 2,7 GHz 3 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.4	Radiated, radio frequency electromagnetic field	IEC 61000-4-3	2,7 GHz to 6 GHz 1 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.5	Electrostatic discharge	IEC 61000-4-2	6 kV (contact discharge) ^e 8 kV (air discharge) ^e
^a	Applicable performance criteria are defined in Table 2.		
^b	Applicable only to equipment containing devices susceptible to magnetic fields (e.g. Hall elements, magnetic field sensors).		
^c	For equipment in the control room area a test level of 30 A/m shall be applied. In case of CRT monitors which are used in protected areas, the test level 3 A/m shall be applied.		
^d	The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier.		
^e	See the basic standard for applicability of contact and/or air discharge tests.		

Table 4 – Immunity specifications – Power station – Signal/control ports

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications Interface type according to Figure 2		
			2	3	4
2.1	Fast transient/burst ^g	IEC 61000-4-4	1 kV 5 kHz or 100 kHz ^f	2 kV 5 kHz or 100 kHz ^f	4 kV 5 kHz or 100 kHz ^f
2.2	Surge ^a	IEC 61000-4-5	1 kV (1,2/50 µs) line to ground	2 kV (1,2/50 µs) line to ground	2 kV (1,2/50 µs) ^h line to ground
2.3	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	150 kHz to 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)
2.4	Mains frequency voltage ^c	IEC 61000-4-16	10 V continuous 100 V for 1 s	10 V continuous 100 V for 1 s	30 V continuous 300 V for 1 s
2.5	Conducted common mode disturbances ^{c, d}	IEC 61000-4-16	10 V to 1 V 15 Hz to 150 Hz 1 V 150 Hz to 1,5 kHz 1 V to 10 V 1,5 kHz to 15 kHz 10 V 15 kHz to 150 kHz	10 V to 1 V 15 Hz to 150 Hz 1 V 150 Hz to 1,5 kHz 1 V to 10 V 1,5 kHz to 15 kHz 10 V 15 kHz to 150 kHz	no test
2.6	Damped oscillatory wave	IEC 61000-4-18	no test	1,0 kV (common mode, 1 MHz) 0,5 kV (differential mode, 1 MHz)	2,5 kV (common mode, 1 MHz) ^e 1 kV (differential mode, 1 MHz) ^e

For interface type 1, at least the requirements of IEC 61000-6-1 shall be applied.

Applicable performance criteria are defined in Table 2.

^a No test is needed for cables shorter than 10 m.

^b The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier.

^c Only in case of long-distance lines (> 30 m). This test does not need to be applied to equipment for which by design and installation instructions occurrence of this phenomenon is avoided.

^d The test level specified is the r.m.s. value.

^e Applicable only to telecommunication lines connected to power line carrier.

^f The use of 5 kHz repetition frequency is traditional, however, 100 kHz is recommended as this is closer to reality. See also Annex D.

^g No test is needed for cables shorter than 3 m.

^h The surge waveform 10/700 µs is recommended for testing signal ports intended to be connected to telecom network or remote equipment via unshielded outdoor symmetrical communication lines.

**Table 5 – Immunity specifications – Power station –
Low voltage a.c. input and output power ports**

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications Interface type according to Figure 2		
			2	3	4
3.1	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz or 100 kHz ^f	4 kV 5 kHz or 100 kHz ^f	4 kV 5 kHz or 100 kHz ^f
3.2	Surge	IEC 61000-4-5	2 kV (1,2/50 µs) line to ground	2 kV (1,2/50 µs) line to ground	2 kV (1,2/50 µs) line to ground
			1 kV (1,2/50 µs) line to line	1 kV (1,2/50 µs) line to line	1 kV (1,2/50 µs) line to line
3.3	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)
3.4	Voltage dips and voltage interruptions ^b	IEC 61000-4-11 ^c	70 % U_T , 1 period	70 % U_T , 1 period	70 % U_T , 1 period
		IEC 61000-4-34 ^d	40 % U_T , 50 periods ^e	40 % U_T , 50 periods ^e	40 % U_T , 50 periods ^e
			0 % U_T , 5 periods	0 % U_T , 5 periods	0 % U_T , 5 periods
3.5	Damped oscillatory wave	IEC 61000-4-18	no test	1,0 kV (common mode, 1 MHz)	2,5 kV (common mode, 1 MHz)
				0,5 kV (differential mode, 1 MHz)	1 kV (differential mode, 1 MHz)
			0,5 kV (differential mode, 10 MHz)	1 kV (differential mode, 10 MHz)	
For interface type 1, at least the requirements of IEC 61000-6-1 shall be applied.					
For equipment with input current rating > 16 A, the tests should be limited to the power port of electronic units/modules, etc.					
Applicable performance criteria are defined in Table 2.					
^a The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier.					
^b Not applicable to low voltage a.c. output power ports.					
^c Applicable to equipment with mains current ≤ 16 A per phase.					
^d Applicable to equipment with mains current more than 16 A per phase.					
^e Applicable only to power ports directly connected to public low voltage supply network.					
^f The use of 5 kHz repetition frequency is traditional, however, 100 kHz is recommended as this is closer to reality. See also Annex D.					

**Table 6 – Immunity specifications – Power station –
Low voltage d.c. input and output power ports**

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications Interface type according to Figure 2		
			2	3	4
4.1	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz or 100 kHz ^d	4 kV 5 kHz or 100 kHz ^d	4 kV 5 kHz or 100 kHz ^d
4.2	Surge	IEC 61000-4-5	2 kV (1,2/50 µs) line to ground	2 kV (1,2/50 µs) line to ground	2 kV (1,2/50 µs) line to ground
			1 kV (1,2/50 µs) line to line	1 kV (1,2/50 µs) line to line	1 kV (1,2/50 µs) line to line
4.3	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)
4.4	Mains frequency voltage ^b	IEC 61000-4-16	10 V continuous 100 V for 1 s	10 V continuous 100 V for 1 s	30 V continuous 300 V for 1 s
4.5	Ripple on d.c. power supply	IEC 61000-4-17	10 % U_n	10 % U_n	10 % U_n
4.6	Damped oscillatory wave	IEC 61000-4-18	no test	1,0 kV (common mode, 1 MHz) 0,5 kV (differential mode, 1 MHz) 0,5 kV (differential mode, 10 MHz)	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 10 MHz)
4.7	Voltage dips and voltage interruptions ^c	IEC 61000-4-29	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s
<p>DC ports which are not intended to be connected to a d.c. distribution network shall be tested as signal ports.</p> <p>For interface type 1, at least the requirements of IEC 61000-6-1 shall be applied.</p> <p>For equipment with input current rating > 16 A, the tests should be limited to the power port of electronic units/modules, etc.</p> <p>Applicable performance criteria are defined in Table 2.</p>					
<p>^a The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier.</p> <p>^b The test level specified is the r.m.s. value.</p> <p>^c Not applicable to low voltage d.c. output power ports.</p> <p>^d The use of 5 kHz repetition frequency is traditional, however, 100 kHz is recommended as this is closer to reality. See also Annex D.</p>					

10.3 Immunity test requirements for equipment in substations

The immunity test requirements for equipment intended for use in substations reflect the situation given in Figure 3 and Figure 4 and are given in Table 7 to Table 10. The

requirements in Table 8 to Table 10 shall be applied according to the interface types given in Figure 3 and Figure 4.

Table 7 – Immunity specifications – Substation – Enclosure port

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications ^a Remarks
1.1	Power frequency magnetic field ^b	IEC 61000-4-8	100 A/m (continuous) ^c 1 kA/m for 1 s
1.2	Radiated, radio frequency electromagnetic field	IEC 61000-4-3	80 MHz to 1,0 GHz 10 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.3	Radiated, radio frequency electromagnetic field	IEC 61000-4-3	1 GHz to 2,7 GHz 3 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.4	Radiated, radio frequency electromagnetic field	IEC 61000-4-3	2,7 GHz to 6 GHz 1 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.5	Electrostatic discharge	IEC 61000-4-2	6 kV (contact discharge) ^e 8 kV (air discharge) ^e
^a	Applicable performance criteria are defined in Table 2.		
^b	Applicable only to equipment containing devices susceptible to magnetic fields (e.g. Hall elements, magnetic field sensors).		
^c	In case of CRT monitors which are used in protected areas, the test level 3 A/m (continuous) shall be applied.		
^d	The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier.		
^e	See the basic standard for applicability of contact and/or air discharge tests.		

Table 8 – Immunity specifications – Substation – Signal/control ports

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications Interface type according to Figure 3 and Figure 4		
			2	3	4
2.1	Fast transient/burst ^f	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz or 100 kHz ^e	4 kV 5 kHz or 100 kHz ^e	4 kV 5 kHz or 100 kHz ^e
2.2	Surge ^a	IEC 61000-4-5	1 kV (1,2/50 µs) line to ground	2 kV (1,2/50 µs) line to ground	2 kV (1,2/50 µs) ^g line to ground
2.3	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	150 kHz to 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)
2.4	Mains frequency voltage ^c	IEC 61000-4-16	30 V continuous 300 V for 1 s	30 V continuous 300 V for 1 s	30 V continuous 300 V for 1 s
2.6	Damped oscillatory wave	IEC 61000-4-18	1 kV (common mode, 1 MHz) 0,5 kV (differential mode, 1 MHz)	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz)	2,5 kV (common mode, 1 MHz) ^d 1 kV (differential mode, 1 MHz) ^d
<p>For interface type 1, at least the requirements of IEC 61000-6-1 shall be applied. Signal port includes lines used for functional earth port. Applicable performance criteria are defined in Table 2.</p>					
<p>^a No test is needed for cables shorter than 10 m. ^b The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier. ^c The test level specified is the r.m.s. value. ^d Applicable only to telecommunication lines connected to power line carrier. ^e The use of 5 kHz repetition frequency is traditional, however, 100 kHz is recommended as this is closer to reality. See also Annex D. ^f No test is needed for cables shorter than 3 m. ^g The surge waveform 10/700 µs is recommended for testing signal ports intended to be connected to telecom network or remote equipment via unshielded outdoor symmetrical communication lines.</p>					

**Table 9 – Immunity specifications – Substation –
Low voltage a.c. input and output power ports**

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications		
			Interface type according to Figure 3 and Figure 4		
			2	3	4
3.1	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz or 100 kHz ^e	4 kV 5 kHz or 100 kHz ^e	4 kV 5 kHz or 100 kHz ^e
3.2	Surge	IEC 61000-4-5	2 kV (1,2/50 µs) line to ground	4 kV (1,2/50 µs) line to ground	4 kV (1,2/50 µs) line to ground
			1 kV (1,2/50 µs) line to line	2 kV (1,2/50 µs) line to line	2 kV (1,2/50 µs) line to line
3.3	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)
3.4	Voltage dips and voltage interruptions ^b	IEC 61000-4-11 ^c IEC 61000-4-34 ^d	70 % U_T , 1 period 0 % U_T , 5 periods	70 % U_T , 1 period 0 % U_T , 5 periods	70 % U_T , 1 period 0 % U_T , 5 periods
3.5	Damped oscillatory wave	IEC 61000-4-18	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 10 MHz)	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 10 MHz)	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 10 MHz)
<p>For interface type 1, at least the requirements of IEC 61000-6-1 shall be applied.</p> <p>For equipment with input current rating > 16 A, the tests should be limited to the power port of electronic units/modules, etc.</p> <p>Applicable performance criteria are defined in Table 2.</p>					
<p>^a The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier.</p> <p>^b Not applicable to low voltage a.c. output power ports.</p> <p>^c Applicable to equipment with mains current ≤ 16 A per phase.</p> <p>^d Applicable to equipment with mains current more than 16 A per phase.</p> <p>^e The use of 5 kHz repetition frequency is traditional, however, 100 kHz is recommended as this is closer to reality. See also Annex D.</p>					

**Table 10 – Immunity specifications – Substation –
Low voltage d.c. input and output power ports**

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications Interface type according to Figure 3 and Figure 4		
			2	3	4
4.1	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz or 100 kHz ^d	4 kV 5 kHz or 100 kHz ^d	4 kV 5 kHz or 100 kHz ^d
4.2	Surge	IEC 61000-4-5	2 kV (1,2/50 µs) line to ground	2 kV (1,2/50 µs) line to ground	2 kV (1,2/50 µs) line to ground
			1 kV (1,2/50 µs) line to line	1 kV (1,2/50 µs) line to line	1 kV (1,2/50 µs) line to line
4.3	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)
4.4	Mains frequency voltage ^b	IEC 61000-4-16	30 V continuous 300 V for 1 s	30 V continuous 300 V for 1 s	30 V continuous 300 V for 1 s
4.5	Ripple on d.c. power supply	IEC 61000-4-17	10 % U_n	10 % U_n	10 % U_n
4.6	Damped oscillatory wave	IEC 61000-4-18	no test	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 10 MHz)	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 10 MHz)
4.7	Voltage dips and voltage interruptions ^c	IEC 61000-4-29	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s
<p>DC ports which are not intended to be connected to a d.c. distribution network shall be tested as signal ports.</p> <p>For interface type 1, at least the requirements of IEC 61000-6-1 shall be applied.</p> <p>For equipment with input current rating > 16 A, the tests should be limited to the power port of electronic units/modules, etc.</p> <p>Applicable performance criteria are defined in Table 2.</p>					
<p>^a The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier.</p> <p>^b The test level specified is the r.m.s. value.</p> <p>^c Not applicable to low voltage d.c. output power ports.</p> <p>^d The use of 5 kHz repetition frequency is traditional, however, 100 kHz is recommended as this is closer to reality. See also Annex D.</p>					

Annex A (informative)

Information on electromagnetic phenomena, typical sources and causes

Annex A provides examples of electromagnetic phenomena as well as their sources as they can be faced in power stations and substations (see Table A.1). These phenomena are further characterized in Table 1 and most of them are considered by means of immunity tests.

Table A.1 – Electromagnetic phenomena – Sources and causes

Examples of electromagnetic phenomena (see IEC 61000-4-1)	Sources and causes	
Low frequency	Harmonics	Loads with non-linear voltage/current characteristics: rectifiers, cycloconverters, induction motors, welding machines, etc.
	Interharmonics	
	Mains signalling	Signal voltages in the low voltage supply network
	Voltage fluctuations	Variations and on/off switching of loads, step voltage change
	AC voltage dips, short interruptions and voltage variations	Faults and switching in the power supply network
	Variation of power frequency	Rare fault conditions producing a large block of load or generation disconnection with a resultant change in frequency outside the normal tolerance band
	DC voltage dips, short interruptions and voltage variations	Power supply fault and switching, lack of battery charging
	Ripple on d.c. power supply	AC rectification, battery charging
	Conducted disturbances in the range d.c. to 150 kHz (including the power frequency)	Induction from industrial electronics, filters leakage current, fault current at the power frequency, etc.
Conducted transients, high frequency	Surge 100/1 300 μ s	Blowing of fuses
	Surge 1,2/50 μ s	Fault in power network, lightning
	Surge 10/700 μ s	Effect of lightning on telecommunication lines
	Ring wave	Switching phenomena, indirect effect of lightning
	Fast transient/burst	Switching of reactive loads, relay contact bouncing, switching in SF ₆
	Damped oscillatory wave	HV switching by isolators
	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	Radiation by radio-frequency emitters
ESD	Electrostatic discharge	Discharge of static electricity by operator, furniture, etc.
Magnetic fields	Power frequency magnetic field	Current in power circuits, earth circuits and network
	Pulse magnetic field	Lightning current in earth conductors and network
	Damped oscillatory magnetic field	MV and HV switching by isolators
EM fields	Radiated, radio-frequency electromagnetic field	Radiation by radio-frequency emitters Corona discharge Overhead power lines, electron multiplication or avalanche formation

Annex B (informative)

Overview of the effect of the electromagnetic phenomena on the functions of equipment and systems

The effects and consequences of the different classes of electromagnetic phenomena on electronic systems installed in power stations and substations are directly related to the different kinds of functions carried out by a specific control system, and to the process involved.

In the evaluation of these effects and consequences, it is useful to identify the "main functions" of the electrical plant's equipment and systems.

The following functions are considered of particular relevance to electronic equipment and systems:

- protection and teleprotection;
- on-line processing and regulation;
- metering;
- command and control;
- supervision;
- human-machine interface;
- alarm;
- data transmission and telecommunication;
- data acquisition and storage;
- measurement;
- off-line processing;
- passive monitoring;
- self-diagnosis.

Combinations of different functions are in general present in equipment and systems.

Depending on the types of electromagnetic phenomena (conducted and radiated, low and high frequency) and the equipment part involved, the effect (interference) may be limited to one function or to an unforeseeable number of them.

The total effect of the electromagnetic phenomena on electronic equipment and systems, and the related consequences on the process, can therefore be described as a collection of possible influences on the different functions involved.

A short description of the different functions, together with the related possible degradation due to electromagnetic phenomena, is reported in the following.

For each function, considerations on the relevance of such degradation, in terms of consequences to the process, are given, taking into account the electromagnetic phenomena present in the plants.

a) Protection and teleprotection

Protection is of particular relevance to power systems and to the safety and security of both substations and power stations.

Protection involves detection of abnormal conditions and appropriate action.

A teleprotection equipment is specially designed to be used in conjunction with a protection system. The teleprotection equipment, which is connected to a telecommunication link between both ends of the protected circuit, transforms the information given by the protection equipment into a form suitable for transmission.

A teleprotection system is composed of teleprotection equipment and an associated telecommunication system between the ends of a protected circuit.

The precision and rapidity of electronic protection equipment shall not be subjected to degradation of performance as a consequence of electromagnetic phenomena, such as:

- lack of protection function, with the consequences of critical conditions, including damage of power system components;
- delay in the protection operation, with consequent overstress of power system components;
- spurious operation, with unavailability of the process or discontinuous working conditions, depending on the type of electrical plant;
- loss of operational sequence recording, with unavailability of fault location and analysis.

Any degradation of a protection function is unacceptable, consequently immunity against electromagnetic phenomena with proper margin is essential in achieving EMC of protection systems.

b) On-line processing and regulation

On-line processing and regulation systems give the process a working condition as defined by control/telecontrol systems or by operators. The optimum running of the process is achieved by these functions taking into account relevant process parameters.

Degradation of on-line processing and regulation could occur due to lack of immunity of the equipment and related input/output interfaces or of the process instrumentation involved. A possible consequence is unnecessary stress or damage of the process and degradation of performance.

The immunity of on-line processing and regulation systems to electromagnetic phenomena, including transient phenomena with low probability of occurrence, is of particular importance.

c) Metering

The function of measuring the electrical energy generated or passing through an electrical plant as well as fuel supplies, can be of particular significance due to the contractual aspects which may be involved.

This applies to traditional watt-hour meters for electrical energy measurement, and to similar equipment based on advanced technology, having a capability for setting operating conditions and storing data. This function should be highly reliable and therefore immunity against continuous and transient phenomena is mandatory.

For metering equipment, immunity against differential mode conducted disturbances in the range from 2 kHz to 150 kHz is also relevant for metering functions due to the presence of disturbances in this frequency band.

d) Command and control

Command and control functions are important to all operating conditions of electrical plants, including partial operation of the plant or temporary out of service conditions.

Electrical equipment is controlled by dedicated equipment/systems with different levels of complexity which are connected as necessary to other systems in order to provide full automated control or manual control by direct action of the operator. The co-ordination of all sources of command and control actions is ensured by the provision of priority levels.

Insufficient reliability of the command and control functions due to lack of immunity could result in:

- improper operation of electrical equipment, involving safety aspects;

- wrong operation sequence or procedure, with possible damage/overstress of the controlled equipment;
- unavailability of the process equipment and then of the process or part of it.

Command and control units are required to operate properly in actual environmental conditions, for example for continuous phenomena or high-occurrence transient phenomena.

Electromagnetic phenomena with a low probability of occurrence, having only minor influence, may be observed on a control system and accepted. For example: a delay in the execution of a command may be insignificant compared to the time constant of the controlled process, so that the main function is not affected.

e) Supervision

Supervision systems collect data from the process and related equipment for diagnostic purposes, for maintenance programme purposes and evaluation of the process. They generally do not interact with the process itself.

The performance degradation or temporary unavailability of the supervision systems causes loss of information on the process and deviation in the event scheduling time. Such effects may be acceptable, for example in the case of transient phenomena with low probability of occurrence affecting acquisition of cycling measurements.

The acquisition of event data shall however be recorded in actual sequence.

f) Human-machine interface

The human-machine interface function allows the operators to directly interact with the process from operator desks or to manage the information from the plant. Control and regulation systems interface with the process, and the manual command to process equipment has higher priority.

This function may be activated by the operator by using this interface; high priority commands to the running process are generally available, and are given by the operator through the use of dedicated devices.

The immunity to transient phenomena having a low probability of occurrence can therefore be considered as not binding; the operator presence allows manual restoration.

g) Alarm

The alarm function includes all local or remote indications able to give information on any kind of temporary or non-temporary degradation of the operating conditions of equipment and systems.

Alarms can have different urgency, depending on whether there is the need of immediate intervention or if the system can still operate in an acceptable mode (e.g. thanks to redundancy).

In case of self-recovery after temporary degradation, the alarm status may disappear. Where a chronological list (trace) of the alarms is automatically generated and stored, the alarm function shall not be affected by the electromagnetic phenomena.

h) Data transmission and telecommunication

Data transmission and telecommunication functions are auxiliary to other functions. They allow the data acquisition and the remote control of systems installed within an electrical plant; the control functions of the process are controlled by local systems. Voice communications are not considered here.

Through data transmission and telecommunication, the telecontrol systems can coordinate the operating condition of different electrical plants, improving the overall efficiency of the electrical network.

Interference on data transmission and telecommunications has the effect of delaying the transfer of command and control, affecting the telecontrol efficiency.

Depending on the telecommunication medium adopted, electromagnetic phenomena can influence the communication link or affect the terminal equipment, producing a bit error

rate degradation; immunity against electromagnetic phenomena can be obtained only with particular communication supports, for example optical fibre.

Temporary loss of the communication function is occasionally tolerated, provided that the link is automatically restored within an acceptable time. However, the receipt of corrupted data cannot be tolerated.

i) Data acquisition and storage

Data acquisition and storage of relevant parameters from electrical plants allow, by data processing, an off-line analysis, comparison with reference condition and computation, etc. These functions are generally assigned to "in-field" equipment, and are complementary to supervision.

Proper design of the data acquisition system interfaces, including hardware and/or software filtering actions, gives to data acquisition the required immunity to electromagnetic phenomena.

Temporary deviation from precise analogue data acquisition or incorrect time allocation of digital data, due to transient phenomena, is sometimes acceptable due to the possibility of identifying these effects through data validation.

No corruption of locally stored data is allowed.

j) Measurement

Measuring some relevant parameters of the process gives direct evidence of their values and trend. This function is carried out by using analogue or digital instruments. These instruments are located for example on a control system panel, on display panels or in the proximity of electrical equipment.

Temporary deviation of analogue or digital indications as a consequence of a transient disturbance may be accepted. No degradation due to continuous phenomena is allowed.

k) Off-line processing

The off-line processing function allows simulation of the process, planning of power generation, study of models and analysis of critical working conditions, etc. This function implies the use of data coming from the process or stored data. It does not interact with the on-line process itself.

Temporary degradation of this function due to transient phenomena is accepted in principle, on condition that no corruption of stored data or processing accuracy occurs.

l) Passive monitoring

The process is monitored on displays, showing the entire setting and operating condition of the plants. Information technology equipment is used to represent the process and its parameters at different levels of detail.

Temporary degradation of this function (e.g. in the image quality) can be accepted, provided that the consistency of the monitoring with the process condition is resumed.

Temporary loss of display with restoration within a given time, e.g. a few seconds, allowing for possible intervention by operators, can also be accepted.

m) Self-diagnosis

Self-diagnostic capability is increasing in complex electronic systems and is of particular relevance for the reliability of the system.

Self-diagnostic test cycles are generally assigned low priority in the tasks sequence.

Temporary loss of the self-diagnostic function can generally be considered as acceptable if it is self-recovered within the system working cycle and if it gives rise only to a delay in warning an operator of a system failure condition. Such a loss of function should also not produce spurious alarm conditions which could necessitate attendance at unmanned remote locations.

Annex C (informative)

Guidelines for protected zones – Mitigation of radiated and conducted disturbances

C.1 General

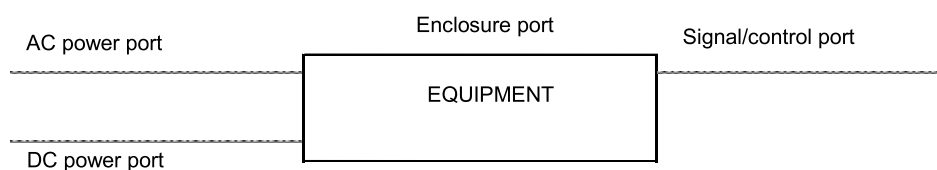
The information in Annex C has been adapted from IEC TR 61000-5-6. If additional information is required, that document should be consulted.

Mitigation of radiated and conducted disturbances may be required if EMC between an equipment and its environment is not achieved. Mitigation can be achieved by using an electromagnetic barrier between the source and the victim. For conducted disturbances this barrier can be a filter or other decoupling device, and for radiated disturbances it can be an electromagnetic shield and perhaps a filter as needed, the attenuation of which is compatible with that of the shield in the frequency range considered.

The attenuation provided by a barrier has to be compatible with the need to be at least equal to the difference between the disturbance level and the immunity level of the equipment to that disturbance. Thus, the attenuation provided corresponds to the difference between the disturbance level (expected or measured) and the immunity level determined in a laboratory test or by reference to an established immunity level.

According to variations on disturbance level(s) and immunity level(s), a margin should be considered as well, and added to the basic attenuation needed. This margin generally depends on the criticality of the equipment.

As discussed in IEC 61000-5-1, it is useful to extend the concept of enclosure as being the boundary of a facility. An enclosure may be envisioned as a complete building, a room, a rack, a single cabinet and even, by extension of the concept, as an individual equipment or a circuit board within an equipment. This facility interfaces with its environment by "ports" as shown in Figure C.1. IEC 61000-5-1 provides further discussion of the concept of ports.



IEC

Figure C.1 – Equipment ports

C.2 General approach

Electromagnetic shielding of buildings, rooms, compartments, cabinets, rack chassis and equipment makes it possible to ensure compliance with the EMC for equipment exposed to radiated disturbances. IEC TR 61000-2-5 may be used as a guide for determination of disturbance levels within each zone. Low-frequency electric fields are relatively easy to mitigate. Low-frequency magnetic fields are more difficult to shield and will involve a shield with a large wall thickness and/or a high permeability.

Shielding of rooms and cabinets with appropriate penetration protection is only one of several actions that may be used to limit the effects of radiated electromagnetic disturbances. For

instance, maintaining appropriate distances between emitters and victims is a relatively effective means of mitigation for radiated disturbances. Obtaining a satisfactory result also requires other aspects to control the conducted penetrations such as:

- a) selecting correct cabling and wiring (adding a shield jacket over cables or wires or by using shielded cables (braided shields));
- b) applying good cable layout management, for example cable laying on metal trays or in closed metal trays; and
- c) implementing good earthing and bonding practices consistent with the frequency content to be controlled.

Refer to IEC 61000-5-1 on general considerations and IEC 61000-5-2 on earthing and cabling, for guidelines concerning these actions.

The objective of Clauses C.3 to C.5 is to present the main arrangements used in mitigation methods involving the shielding of installations, including the introduction of the concept of mitigation zones, a review of the corresponding types of shielded enclosures, and generic information on the implementation of shielding, progressing from the sensitive equipment to the complete building, as well as on the means of dealing with the unavoidable apertures/penetrations.

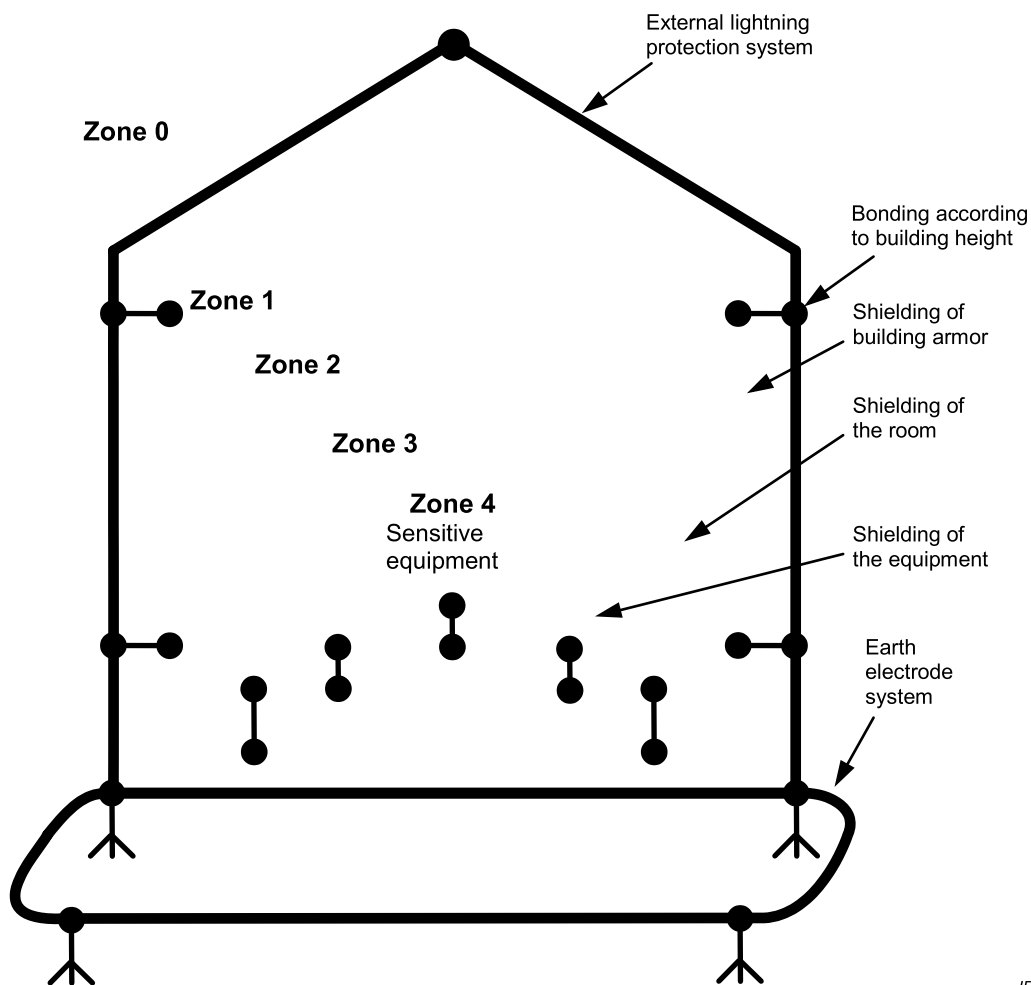
C.3 Classification of protection zones

C.3.1 General

For the purpose of designing and applying appropriate mitigation measures, it is useful to consider a hierarchy of zones of protection, from the unprotected environment to the strong protection of especially sensitive equipment. For the purposes of Annex C, the particular zones are defined as follows:

- zone 0: no protection;
- zone 1: buildings protected by reinforced concrete outdoor walls or metal bolted construction;
- zone 2: rooms shielded by special materials;
- zone 3: internal equipment shielded by metallic materials or metalised enclosures and located in zone 1 or zone 2;
- zone 4: sensitive apparatus enclosed within a special shielded rack and located in zone 1 or zone 2

Figure C.2 shows a schematic representation of the hierarchy of the classification for protection of zones 0 through 4. Note that not all barriers may be present in a given installation. Zones may be selected in a manner to provide the required attenuation of the external disturbances and also with cost aspects in mind.



IEC

Figure C.2 – Zones of protection of shielding and earthing systems

C.3.2 Zone 1 – Building shield

Zone 1 applies to buildings containing welded iron reinforcing bars for concrete outdoor walls or with additional metal bars which are interconnected by welds or clamps. The reinforcement bars should be interconnected preferentially by as many welds as feasible. Thus the reinforcement forms a good earthing structure. Note that steel-reinforcing bars may not always be interconnected so that a good electrical bond is made. In such situations the steel reinforcing bars may not represent an adequate electromagnetic shield at the higher frequencies. An important first measure is a well-designed and implemented lightning conductor with conductive connections to the earth. Conductive penetrations which are likely to be exposed to high levels of electromagnetic fields should be protected with appropriate limiting (surge-protective device) and filtering, preferably as they penetrate zone 1. An alternative to reinforced concrete is metal bolted construction, which will usually provide more attenuation than a concrete outer wall.

C.3.3 Zone 2 – Room shield

Zone 2 applies to indoor facilities with protection measures. In this case the shield is effective when it consists of continuously connected (welded) sheet-metal walls or walls with a metal surface. Bolted or otherwise interconnected walls will result in some degradation of the shielding effectiveness. All the shields of leads entering this zone shall have a short connection to the metal walls (to reduce the inductance for high-frequency transients). The

penetrating leads should also be protected against overvoltages with appropriate limiting (surge-protective device) and filtering.

C.3.4 Zone 3 – Equipment shield

Zone 3 applies where individual equipment is protected by metal cabinets or metalized enclosures. The earth connection should be a short lead to the earthing arrangement. Conductive penetrations should be protected with appropriate limiting (surge-protective device) and filtering.

C.3.5 Zone 4 – Additional protection

Zone 4 applies at the individual equipment level; it is not expected that the best approach would be to shield each item of equipment, although this zone might also include highly sensitive equipment that may require additional protection.

C.4 Design principles for shielding

The design principles presented in Clause C.4 are not intended to serve as a comprehensive guide for the detailed design of a specific installation; rather, they are offered as an overview of design considerations that can serve as useful checks for a proposed installation. Providing effective shielding techniques requires a design by specialists, taking into consideration the specifics of the installation. By application of different materials it is possible to obtain a good shielding effectiveness over the whole spectrum of electromagnetic fields. Shielding can be provided by the following materials and constructions:

- metallic enclosure or cabinets;
- rooms with continuous metallic walls;
- clamped or welded iron mats, grids and sheets inside of walls;
- metallic meshed wire or meshed shield;
- metallic or metalized fabric;
- metallic foil;
- metal sheets (copper or aluminium or other good conductive metals);
- metalized plastics with undamaged surfaces and a good contact across all seams;
- window glass with wire mesh fused in the glass or metalized glass, both continuously bonded to the wall shield.

Note that for shielding against low frequency electric fields, metalized plastic might be adequate. However, shielding against low frequency magnetic fields requires metal walls of sufficient thickness, conductivity and permeability. The electrical continuity of the walls shall be ensured, especially in the case of the lower frequency magnetic fields.

C.5 Shielding effectiveness

The effectiveness of a shielded enclosure depends on many parameters. In theory, a shielded enclosure may be designed to produce attenuation ranging from a few dB to over 100 dB in a frequency range up to 10 GHz and beyond. However, in practice, the effectiveness of an enclosure with penetrations of all types will be reduced and limited by these penetrations. For practical purposes, the shielding effectiveness of a solid metallic cabinet or enclosure is mainly determined by the following factors:

- the transfer impedance of the cabinet or enclosure should be as low as possible;

- the installation of penetrating cables: for good performance all cables penetrating the cabinet should either be filtered/limited and/or their shields should be earthed directly to the cabinet (see IEC 61000-5-2);
- the electrical length of seams of all parts of the enclosure should be as small as possible, preferably smaller than one-tenth of the wavelength of the impinging disturbance (this conditional limit is not applicable to low frequency magnetic fields);
- the size of holes should be as small as possible relative to the incident wavelength or should be fitted with pipes (waveguide beyond cutoff).

Annex D (informative)

Guidance for the user of this standard

According to IEC Guide 107, generic immunity standards specify a set of requirements, test procedures and generalized performance criteria applicable to such products or systems intended to be operated in the respective electromagnetic environment. The normative part of this document considered the most essential electromagnetic phenomena relevant for that environment.

However, there are further electromagnetic phenomena for which the probability of interference is expected to increase in the future. EMC committees should provide advice and support to the product committees in the setting of corresponding immunity levels.

The purpose of informative Annex D is to indicate tests and test parameters which might be relevant for such future situations. Product committees or other users of this standard are requested to be aware of those tests given in Table D.1 which could be relevant for future EMC specifications.

**Table D.1 – Immunity tests and test levels to be considered
in the future or for particular product families**

Electromagnetic phenomenon	Basic standard	Test levels/test parameters according to basic standard	Remarks
Radiated, radio frequency electromagnetic field	IEC 61000-4-3	Amplitude modulation	Other modulation schemes are being considered and probably higher field strengths (e.g. 30 V/m) for close proximity situations.
Electric fast transient, burst	IEC 61000-4-4	Burst repetition frequencies: 5 kHz and/or 100 kHz	It should be noted that future editions of this standard might consider the 100 kHz repetition frequency only, as this is closer to reality compared to the traditional 5 kHz repetition frequency.
Ring wave	IEC 61000-4-12	3	This should be considered for equipment which is likely exposed to oscillatory transients, induced in low voltage cables due to the switching of electrical networks and reactive loads, faults and insulation breakdown of power supply circuits or lightning.
Differential mode conducted disturbances below 150 kHz	IEC 61000-4-19	3	Should be considered for equipment sensitive to a.c. power supply disturbances in the frequency range 2 kHz to 150 kHz, generated for example by PLC systems or power electronic equipment.

Bibliography

The following publications listed have been considered as relevant for this standard.

Publications [1] to [4] deal with installation guidelines, electromagnetic environments and mitigation methods.

Publications [5] to [16] are IEC generic or product standards referring to specific products used in power plant and substation environments.

- [1] IEC 61000-5-1:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 1: General considerations – Basic EMC publication*
- [2] IEC 61000-5-2:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*
- [3] IEC 61000-2 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment*
- [4] CIGRE Guide N. 535, *EMC within Power Plants and Substations*, Working Group C4.208, April 2013
- [5] IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*
- [6] IEC 60255-1:2009, *Measuring relays and protection equipment – Part 1: Common requirements*
- [7] IEC 60255-26:2013, *Measuring relays and protection equipment – Part 26: Electromagnetic compatibility requirements*
- [8] IEC 61439-1:2011, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*
- [9] IEC 62271-1:2007, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications*
- [10] IEC 60870-2-1:1995, *Telecontrol equipment and systems – Part 2: Operating conditions – Section 1: Power supply and electromagnetic compatibility*
- [11] IEC TR 61000-5-6:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5-6: Installation and mitigation guidelines – Mitigation of external EM influences*
- [12] IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*
- [13] IEC 61326-1:2012, *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – Part 1: General requirements*
- [14] IEC 61800-3:2012, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods*
- [15] IEC 61812-1:2011, *Time relays for industrial and residential use – Part 1: Requirements and tests*

[16] CISPR/TR 18-1:2010, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 1: Description of phenomena*

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC TR 61000-1-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-6: General – Guide to the assessment of measurement uncertainty*

IEC TR 61000-2-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-5: Environment – Description and classification of electromagnetic environments*

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

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

IEC 61000-4-19:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-19: Testing and measurement techniques – Test for immunity to conducted, differential mode disturbances and signalling in the frequency range 2 kHz to 150 kHz at a.c. power ports*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	44
INTRODUCTION	46
1 Domaine d'application et objet	48
2 Références normatives	49
3 Termes, définitions et abréviations	50
3.1 Termes et définitions	50
3.2 Abréviations	53
4 Environnement électromagnétique	53
5 Critères de performance	57
6 Conditions pendant les essais	59
7 Documentation du produit	60
8 Applicabilité	61
9 Incertitude de mesure	61
10 Exigences en matière d'immunité	61
10.1 Généralités	61
10.2 Exigences relatives aux essais d'immunité pour les équipements dans les centrales électriques	62
10.3 Exigences relatives aux essais d'immunité pour les équipements dans les postes	66
Annexe A (informative) Informations sur les phénomènes électromagnétiques, leurs sources et causes typiques	70
Annexe B (informative) Vue d'ensemble de l'effet des phénomènes électromagnétiques sur les fonctions des équipements et systèmes	71
Annexe C (informative) Lignes directrices relatives aux zones protégées – Atténuation des perturbations rayonnées et conduites	76
C.1 Généralités	76
C.2 Approche générale	76
C.3 Classement des zones de protection	77
C.3.1 Généralités	77
C.3.2 Zone 1 – Blindage du bâtiment	78
C.3.3 Zone 2 – Blindage du local	78
C.3.4 Zone 3 – Blindage des équipements	79
C.3.5 Zone 4 – Protection supplémentaire	79
C.4 Principes de conception relatifs au blindage	79
C.5 Efficacité du blindage	79
Annexe D (informative) Lignes directrices à destination de l'utilisateur de la présente Norme	81
Bibliographie	83
Figure 1 – Accès d'équipement	52
Figure 2 – Exemple d'agencement d'une centrale électrique	55
Figure 3 – Exemple d'agencement d'un poste à isolation par l'air (AIS)	56
Figure 4 – Exemple d'agencement d'un poste à isolation gazeuse (GIS)	57
Figure C.1 – Accès d'équipement	76

Figure C.2 – Zones de protection des systèmes de blindage et de mise à la terre.....	78
Tableau 1 – Caractérisation des phénomènes électromagnétiques	54
Tableau 2 – Critères de performance suggérés pour certaines fonctions représentatives	59
Tableau 3 – Exigences en matière d'immunité – Centrale électrique – Accès d'enveloppe	62
Tableau 4 – Spécifications d'immunité – Centrale électrique – Accès des lignes de signal/commande	63
Tableau 5 – Spécifications d'immunité – Centrale électrique – Accès d'alimentation d'entrée et de sortie en courant alternatif basse tension	64
Tableau 6 – Spécifications d'immunité – Centrale électrique – Accès d'alimentation d'entrée et de sortie en courant continu basse tension.....	65
Tableau 7 – Spécifications d'immunité – Poste – Accès d'enveloppe	66
Tableau 8 – Spécifications d'immunité – Poste – Accès des lignes de signal/commande	67
Tableau 9 – Spécifications en matière d'immunité – Poste – Accès d'alimentation d'entrée et de sortie en courant alternatif basse tension	68
Tableau 10 – Spécifications en matière d'immunité – Poste – Accès d'alimentation d'entrée et de sortie en courant continu basse tension.....	69
Tableau A.1 – Phénomènes électromagnétiques – Sources et causes	70
Tableau D.1 – Essais d'immunité et niveaux d'essai à considérer à l'avenir ou pour des familles de produits particulières	82

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 6-5: Normes génériques – Immunité pour les équipements utilisés dans les environnements de centrales électriques et de postes

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61000-6-5 a été établie par le comité technique 77: Compatibilité électromagnétique (CEM).

Cette édition annule et remplace la première édition de l'IEC TS 61000-6-5 parue en 2001. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) le domaine d'application est étendu de manière à couvrir également les systèmes de production d'énergie dans les installations industrielles;

- b) les emplacements à l'étude, c'est-à-dire les centrales électriques et les postes, sont décrits plus en détail;
- c) les critères de performance et les fonctions de l'EUT qu'ils concernent sont examinés;
- d) les exigences en matière d'immunité sont examinées, et plus particulièrement celles liées aux emplacements pertinents;
- e) des annexes informatives données à titre indicatif et relatives aux zones protégées ont été ajoutées.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
77/484/FDIS	77/500/RVD

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

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

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

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

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

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

INTRODUCTION

La série IEC 61000 est publiée en plusieurs parties, conformément à la structure suivante:

- Partie 1: Généralités
 - Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)
 - Définitions, terminologie
- Partie 2: Environnement
 - Description de l'environnement
 - Classification de l'environnement
 - Niveaux de compatibilité
- Partie 3: Limites
 - Limites d'émission
 - Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas de la responsabilité des comités de produits)
- Partie 4: Techniques d'essai et de mesure
 - Techniques de mesure
 - Techniques d'essai
- Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation
 - Guide d'installation
 - Méthodes et dispositifs d'atténuation
- Partie 6: Normes génériques
- Partie 9: Divers

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

La présente Norme internationale traite de la compatibilité électromagnétique (CEM) des équipements utilisés pour la production, le transport et la distribution d'électricité, ainsi que les systèmes de télécommunication associés.

Plusieurs normes de produits CEM ont été publiées par les comités d'études couvrant différents domaines d'application dans la production, le transport et la distribution d'électricité ainsi que les systèmes de télécommunication associés, par exemple:

- installations fixes d'alimentation de puissance et équipements associés pour applications ferroviaires (TC 9),
- appareillage (TC 17),
- transformateurs de mesure (TC 38),
- instrumentation nucléaire (TC 45),
- gestion des systèmes de puissance et échanges d'informations associés (TC 57),
- aspects systèmes (SC 65A),
- relais de mesure et dispositifs de protection (TC 95), etc.

Les exigences spécifiées dans les présentes normes de produits considèrent les aspects spécifiques aux produits uniquement. Il revient à la présente norme générique IEC 61000-6-5 de spécifier un ensemble d'exigences essentielles, procédures d'essai et critères de

performance généralisés applicables à ces produits ou systèmes fonctionnant dans cet environnement électromagnétique.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 6-5: Normes génériques – Immunité pour les équipements utilisés dans les environnements de centrales électriques et de postes

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de l'IEC 61000 spécifie les exigences en matière d'immunité CEM qui s'appliquent aux appareils électriques et électroniques destinés à être utilisés dans les centrales électriques et postes, comme décrit ci-après. Les exigences en matière d'immunité pour les phénomènes électromagnétiques avec des contributions spectrales dans la plage de fréquences comprise entre 0 Hz et 400 GHz sont couvertes. Aucun essai ne doit être réalisé aux fréquences ou pour les phénomènes pour lesquels aucune exigence n'est spécifiée.

La présente Norme internationale définit les exigences relatives aux essais d'immunité des appareils destinés à être utilisés pour la production, le transport et la distribution d'électricité, ainsi que dans les systèmes de télécommunication associés. Les environnements électromagnétiques englobés par la présente norme sont ceux qui existent dans les environnements de

- centrales électriques et
- postes haute et moyenne tension.

Les installations assurant la production ou la conversion en énergie électrique dans d'autres installations industrielles sont également couvertes par la présente Norme dans la mesure où, au niveau de leur connexion électrique principale, elles ne peuvent pas être directement raccordées au réseau d'alimentation BT (lorsque la tension de sortie du générateur est une tension moyenne ou supérieure, par exemple). Les installations de puissance qui fournissent directement la puissance dans le réseau basse tension (les cellules photovoltaïques ou les systèmes à production combinée dans les habitations privées, par exemple) ne sont pas couvertes par la présente Norme.

NOTE 1 En général, les centrales électriques comportent des installations qui sont principalement conçues pour convertir un certain type d'énergie primaire en énergie électrique. De plus, ces centrales électriques sont raccordées au réseau électrique moyenne ou haute tension directement ou via un transformateur élévateur.

L'objet de la présente Norme est de définir les exigences relatives aux essais d'immunité pour les appareils définis dans le domaine d'application, en matière de perturbations continues et transitoires, conduites et rayonnées, y compris les décharges électrostatiques.

Les exigences relatives aux essais d'immunité sont indiquées accès par accès et sont sélectionnées en fonction du lieu, avec des niveaux différents pour les appareils installés dans les centrales électriques ou les postes. Dans certains cas particuliers, les niveaux de perturbations électromagnétiques peuvent dépasser les niveaux spécifiés dans la présente Norme. Dans ce cas, il convient d'adopter des mesures de prévention particulières.

Ces exigences en matière d'immunité conviennent pour répondre aux besoins particuliers se rapportant aux fonctions et tâches dévolues aux appareils et systèmes pour lesquels un fonctionnement fiable est requis dans les conditions électromagnétiques réalistes; dans cet esprit, la présente Norme établit des critères de performance pour différentes exigences fonctionnelles.

La présente Norme générique concernant l'immunité CEM s'applique s'il n'existe pas de norme correspondante en matière d'immunité CEM dédiée applicable à un produit ou une famille de produits. Selon le Guide 107 de l'IEC, il convient de considérer la présente Norme

générique pour la préparation ou la révision d'une norme CEM faisant référence à des produits spécifiques utilisés dans les centrales électriques et postes.

NOTE 2 Les normes de produits couvrant les aspects CEM pour les appareils à utiliser dans les centrales électriques ou postes sont, par exemple, l'IEC 62271-1 (appareillage à haute tension), l'IEC 60255-26 (relais de mesure et dispositifs de protection) ou l'IEC 62236-5 (installations fixes d'alimentation de puissance et équipements associés pour applications ferroviaires).

Les appareils haute tension et de grande puissance ne comportant pas d'électronique (côté primaire) ne font pas partie du domaine d'application de la présente Norme.

Les exigences relatives aux émissions ne font pas partie du domaine d'application de la présente Norme et ne sont pas couvertes par les normes de produits ou de familles de produits correspondantes.

NOTE 3 En l'absence de norme de produit ou de famille de produit dédiée couvrant les exigences relatives aux émissions, la norme générique IEC 61000-6-4 s'applique.

2 Références normatives

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

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

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

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

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

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

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

IEC 61000-4-11, *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*

IEC 61000-4-16, *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*

IEC 61000-4-17, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-17: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'ondulation résiduelle sur entrée de puissance à courant continu*

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

IEC 61000-4-29, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-29: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension sur les accès d'alimentation en courant continu*

IEC 61000-4-34, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-34: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour matériel ayant un courant appelé de plus de 16 A par phase*

IEC 61000-6-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1: Normes génériques – Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

NOTE Les définitions se rapportant à la CEM et aux phénomènes électromagnétiques applicables peuvent être consultées dans l'IEC 60050-161, ainsi que dans d'autres publications de l'IEC.

3.1.1

connexions aux appareils HT

interconnexions entre les appareils de contrôle/commande et les appareils HT tels que disjoncteurs, transformateurs de courant, transformateurs de tension, systèmes à courant porteur sur ligne d'énergie

3.1.2

réseau de distribution en courant continu

réseau d'alimentation électrique en courant continu local dans l'infrastructure d'un site ou d'un bâtiment donné destiné à un ou plusieurs types d'équipement différents et garantissant l'alimentation continue indépendamment des conditions du réseau public

Note 1 à l'article: La connexion à une batterie locale ou distante n'est pas considérée comme un réseau de distribution en courant continu si une telle liaison ne comprend que la source d'alimentation pour un seul équipement.

3.1.3

accès d'enveloppe

frontière physique des équipements à travers laquelle les champs électromagnétiques peuvent rayonner ou pénétrer pour les affecter

3.1.4

équipement

appareil unique ou ensemble de dispositifs ou appareils, ou ensemble des dispositifs principaux d'une installation, ou ensemble des dispositifs nécessaires à l'accomplissement d'une tâche particulière

Note 1 à l'article: Des exemples d'équipement ou de matériel sont un transformateur de puissance, l'équipement d'une sous-station, un équipement de mesure.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-11-25]

3.1.5

connexions avec le terrain

câbles qui sont destinés à être connectés aux équipements de processus du site et situés sur le même réseau de terre

EXEMPLE

Exemples de cette catégorie:

- les interconnexions entre la salle de commande ou la salle d'instrumentation et la salle des machines dans une centrale électrique ou le bâtiment de relaiage dans un poste HT;
- les connexions aux équipements de services auxiliaires à basse tension;
- les interconnexions à l'intérieur du bâtiment de relaiage ou du bâtiment de télécommunication des postes HT, dans lesquels aucune mesure de prévention particulière n'a été prise (par exemple du blindage);
- les bus de terrain.

Note 1 à l'article: Les accès câble de l'instrumentation du processus qui sont autoalimentés par les conducteurs de signaux (4 mA à 20 mA, par exemple) sont considérés comme des accès signal.

3.1.6

haute tension

HT

ensemble des niveaux de tension supérieurs à la moyenne tension

Note 1 à l'article: Dans le cadre de la présente Norme, les termes suivants pour la tension système sont utilisés (voir aussi 3.1.9):

- basse tension (BT) fait référence à $U_n \leq 1$ kV;
- moyenne tension (MT) fait référence à 1 kV $< U_n \leq 36$ kV;
- haute tension (HT) fait référence à la tension dépassant 36 kV et inclut EHV et UHT.

3.1.7

installation

plusieurs équipements combinés (câbles inclus) mis ensemble à un endroit donné pour accomplir une tâche spécifique

3.1.8

basse tension

ensemble des niveaux de tension utilisés pour la distribution d'énergie électrique et dont la limite supérieure généralement admise est de 1 000 V en tension alternative

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

3.1.9

moyenne tension

MT

ensemble de niveaux de tension compris entre la basse et la haute tension

Note 1 à l'article: Les frontières entre moyenne et haute tension sont imprécises et dépendent de circonstances locales et historiques ou de l'usage courant. Il est toutefois généralement admis que ces frontières se situent entre 30 kV et 100 kV.

Note 2 à l'article: Dans le contexte de la présente Norme, la moyenne tension est définie comme étant comprise dans la plage de 1 kV $< U_n \leq 36$ kV.

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-28, modifiée – une note 2 à l'article a été ajoutée]

3.1.10

accès

interface particulière d'un matériel qui assure son couplage avec l'environnement électromagnétique extérieur et à travers laquelle il est influencé par cet environnement

Note 1 à l'article: Des exemples d'accès présentant un intérêt sont indiqués à la Figure 1. L'accès d'enveloppe est la frontière physique de l'appareil (par exemple l'enveloppe). L'accès d'enveloppe concerne le transfert d'énergie par rayonnement et par décharges électrostatiques (DES), alors que les autres accès concernent le transfert d'énergie par conduction.

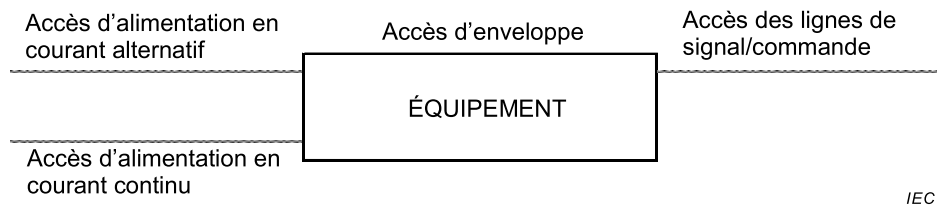


Figure 1 – Accès d'équipement

3.1.11

accès d'alimentation

accès sur lequel un conducteur ou câble transporte la puissance électrique primaire nécessaire au fonctionnement d'un équipement

3.1.12

centrale électrique

équipement destiné à la production d'énergie électrique qui comprend des ouvrages de génie civil, de conversion énergétique et l'appareillage associé

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-03-01]

3.1.13

zone protégée

zone à l'intérieur de l'installation dans laquelle les phénomènes électromagnétiques apparaissent dans une étendue modérée par rapport aux autres zones de la même installation

Note 1 à l'article: L'atténuation peut, par exemple, être fournie au moyen d'un blindage ou filtrage.

3.1.14

accès des lignes de signal/commande

accès auquel un conducteur ou un câble destiné à transporter des signaux est connecté à l'équipement

Note 1 à l'article: Il s'agit, par exemple, des entrées analogiques, des sorties et lignes de commande, des bus de données, des lignes de communication, des lignes à fibre optique contenant des conducteurs métalliques, etc.

3.1.15

poste (d'un réseau électrique)

partie d'un réseau électrique, située en un même lieu, comprenant principalement les extrémités des lignes de transport ou de distribution, de l'appareillage électrique, des bâtiments et, éventuellement, des transformateurs. Un poste comprend généralement les dispositifs destinés à la sécurité et à la conduite du réseau (par exemple les protections)

Note 1 à l'article: Selon le type de réseau auquel appartient le poste, il peut être qualifié par la désignation du réseau. Exemples: poste de transport (réseau de transport), poste de distribution, poste à 400 kV, poste à 20 kV.

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-03-02]

3.1.16

appareillage de connexion

terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les supports correspondants, destinés en principe à être utilisés dans le domaine de la production, du transport, de la distribution et de la transformation de l'énergie électrique

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-11-02]

3.1.17 **système**

ensemble d'équipements assemblés pour accomplir une tâche spécifique en tant qu'unité fonctionnelle unique

3.1.18 **connexions pour télécommunication**

câbles de communication qui atteignent la limite du réseau de terre du site et réalisent l'interconnexion à un réseau de télécommunication ou à un équipement distant, sans séparation galvanique particulière

3.2 Abréviations

AIS	Air insulated switchgear (Appareillage à isolation par l'air)
CRT	Cathode ray tube (Tube cathodique)
CT	Current transformer (Transformateur de courant)
EHV	Extra high voltage (Extra haute tension)
DES	Décharge électrostatique
EUT	Equipment under test (Équipement en essai)
GIS	Gas insulated switchgear (Appareillage à isolation gazeuse)
HT	Haute tension
MTU	Master terminal unit (Unité terminale principale)
MT	Moyenne tension
PLC	Power line communication (Communication sur courant porteur)
PT	Power transformer (Transformateur de puissance)
RTU	Remote terminal unit (Terminal à distance)
UHV	Ultra high voltage (Très haute tension)
UPS	Uninterruptable power systems (Alimentation sans interruption)

4 Environnement électromagnétique

Les sites classiques couverts par la présente Norme internationale sont les centrales électriques (voir la Figure 2), les postes moyenne tension (MT) et haute tension (HT) comprenant des appareillages à isolation par l'air (voir la Figure 3) et/ou des appareillages à isolation gazeuse (voir la Figure 4). Dans la Figure 2, les lignes continues ne représentent pas les frontières physiques entre les zones dans lesquelles l'équipement est installé. Elles indiquent plutôt les frontières entre les environnements électromagnétiques. Il convient de garder à l'esprit que les environnements électromagnétiques peuvent être différents pour les équipements installés à proximité les uns des autres.

Pour les besoins des spécifications données dans la présente Norme internationale, le terme "HT" est utilisé pour désigner la très haute tension et la haute tension égale ou supérieure à 36 kV.

NOTE Une limite différente entre MT et HT peut être convenue entre les parties concernées et le fabricant.

Le Tableau 1 illustre une vue d'ensemble des phénomènes électromagnétiques à prendre en compte aux endroits couverts par la présente Norme. Pour déterminer le besoin du phénomène correspondant ainsi que le critère de performance applicable, les phénomènes sont regroupés en fonction de leur nature et de leur probabilité d'occurrence. Une étude de ces phénomènes électromagnétiques figure dans l'IEC TR 61000-2-5 et l'IEC 61000-4-1. Des informations supplémentaires sur les sources et causes typiques des perturbations électromagnétiques figurent à l'Annexe A. Les valeurs typiques des phénomènes

électromagnétiques observés dans les postes haute tension et les centrales électriques peuvent être obtenues dans les publications répertoriées dans la bibliographie.

Tableau 1 – Caractérisation des phénomènes électromagnétiques

Phénomènes continus	Phénomènes transitoires fréquents	Phénomènes transitoires occasionnels
Variations de tension: – alimentation en courant alternatif – alimentation en courant continu ^a Harmoniques, interharmoniques ^a Tensions de signalisation ^a Ondulation sur l'alimentation en courant continu Variation de la fréquence industrielle ^a Perturbations conduites dans la plage comprise entre 2 kHz et 150 kHz ^a Perturbations conduites dans la plage comprise entre 1,6 MHz et 30 MHz ^a Champ magnétique à fréquence industrielle (selon l'IEC 61000-4-8) Champ électromagnétique de radiofréquences rayonnées Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques Tension à la fréquence du réseau (selon l'IEC 61000-4-16)	Creux de tension (durée ≤ 0,02 s): – alimentation en courant alternatif – alimentation en courant continu Fluctuations de tension Transitoires rapides en salves Onde oscillatoire/sinusoïdale amortie Champ magnétique oscillatoire amorti Décharge électrostatique	Creux de tension (durée > 0,02 s): – alimentation en courant alternatif – alimentation en courant continu Interruptions de tension: – alimentation en courant alternatif – alimentation en courant continu Variation de la fréquence industrielle de courte durée ^{a, b} Onde de choc Tension de courte durée à la fréquence industrielle Champs magnétiques de courte durée à la fréquence du réseau (selon l'IEC 61000-4-8) Perturbations impulsionnelles rayonnées
^a Non couvert par des exigences particulières relatives à l'immunité dans la présente Norme.		
^b En cas de réseaux îlotés (non connectés à un réseau public, par exemple), le caractère du phénomène change d'"occasionnel" à "fréquent".		

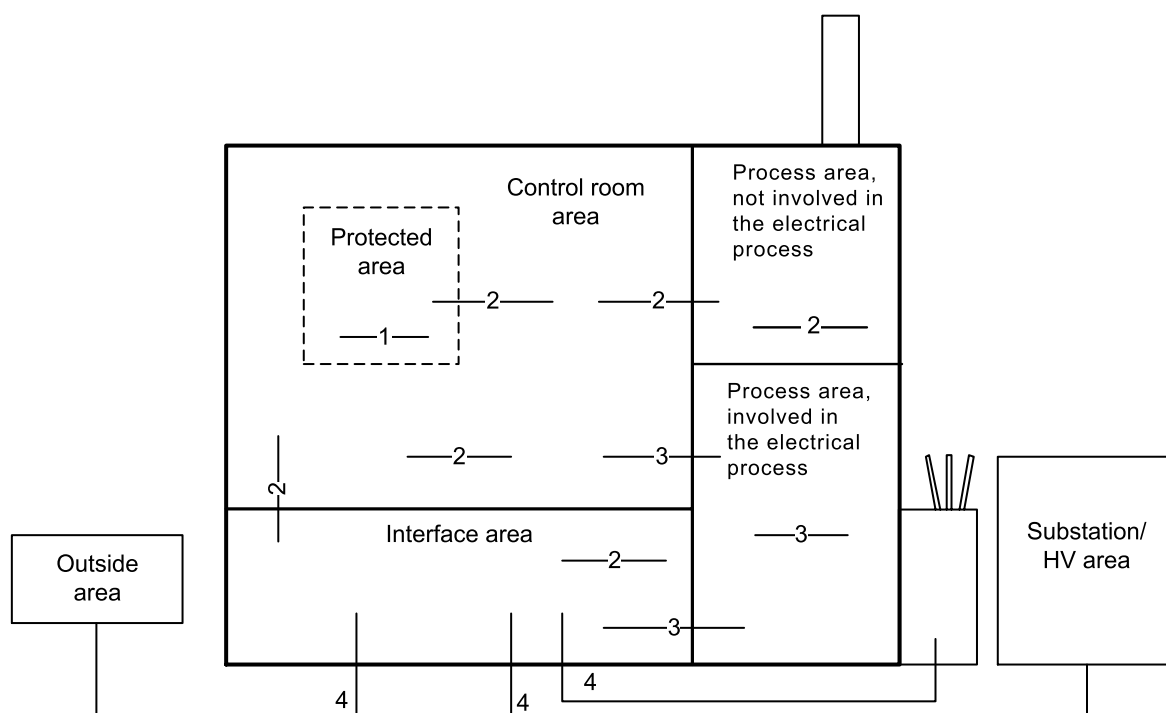
Les équipements sont installés et mis en œuvre dans les centrales électriques et les postes conformément aux règles/directives fournies par les fabricants. Il est essentiel que ces équipements fonctionnent conformément aux performances spécifiées lorsqu'ils sont exposés à la variété des phénomènes électromagnétiques, conduits ou rayonnés, caractéristiques de ces installations.

En plus des centrales électriques mentionnées, les équipements peuvent être installés dans des centres de conduite, des relais hertziens ou des points de distribution basse tension dans les sites industriels, commerciaux ou résidentiels. Ces emplacements sont couverts par d'autres normes génériques ou de produits.

Dans certains cas, des mesures de prévention spéciales (par exemple, l'utilisation d'un câblage spécial, le blindage de certaines zones, et/ou l'évitement des sources d'interférence, etc.) sont prises de manière à créer une "zone protégée" et à réduire les exigences relatives à l'immunité en conséquence. Ceci permet d'utiliser des équipements qui ne satisfont pas aux exigences de la présente Norme.

Une zone protégée peut être créée au moyen de mesures d'atténuation et/ou d'évitement des sources de perturbations afin de réduire les exigences relatives à l'immunité aux niveaux d'immunité des normes de produits ou normes génériques.

Dans le présent document, une zone protégée (voir 3.1.13) est considérée comme un lieu où les exigences de l'IEC 61000-6-1 sont au moins suffisantes pour prouver l'immunité (voir l'Annexe C pour plus d'informations).



IEC

Anglais	Français
Outside area	Zone extérieure
Protected area	Zone protégée
Control room area	Zone de la salle de commande
Interface area	Zone d'interface
Process area, not involved in the electrical process	Zone de processus, non impliquée dans le processus électrique
Process area, involved in the electrical process	Zone de processus, impliquée dans le processus électrique
Substation/HV area	Poste/zone HT

Légende

Types d'interface

- 1 Zone protégée intérieure
- 2 L'interface et/ou la salle de commande et/ou la zone de processus intérieures ne sont pas concernées par le processus électrique
- 3 Zone de processus intérieur ou de départ impliquée dans le processus électrique
- 4 Connexions à partir de l'extérieur (zone HT et télécommunications externes)

NOTE

La zone de processus concernée par le processus électrique peut contenir, par exemple, des équipements MT/HT ou de puissance élevée tels que des générateurs, de grands entraînements, des convertisseurs ou des appareillages MT.

La zone de processus non concernée par le processus électrique peut contenir, par exemple, des turbines, une chaudière, un système de surveillance de la pollution, une maintenance du combustible, un appareillage BT.

La zone de la salle de commande peut contenir, par exemple, des systèmes de commande, des ordinateurs industriels, des systèmes de lutte contre l'incendie, des UPS, etc.

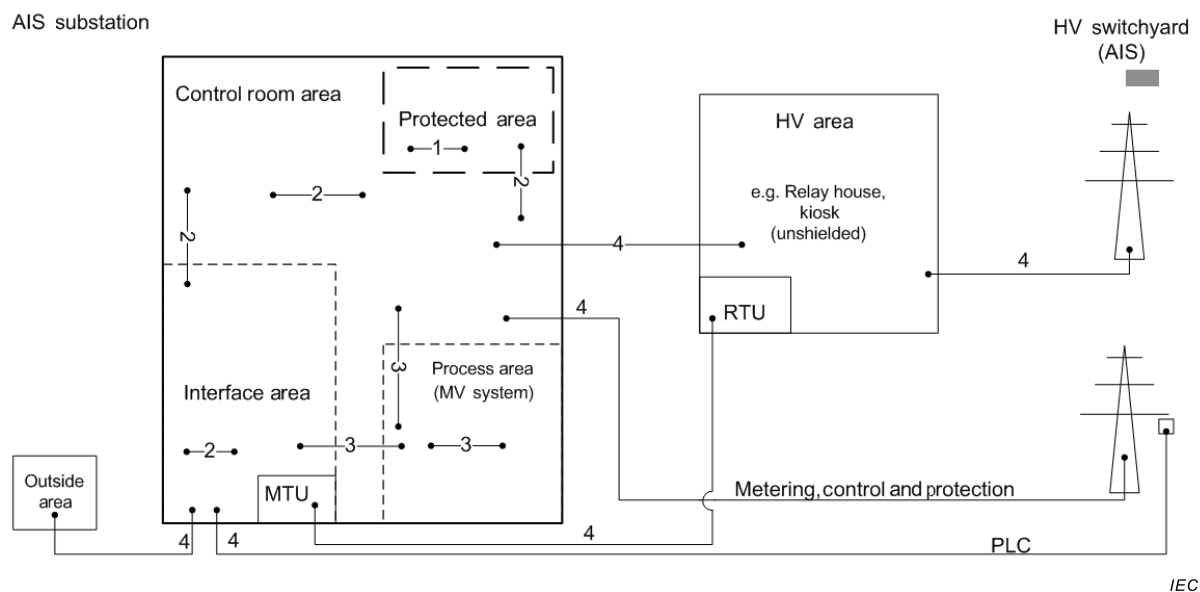
La zone protégée peut contenir, par exemple, des équipements sensibles spéciaux comme des routeurs, des ordinateurs, etc.

La zone d'interface peut contenir, par exemple, des équipements et des systèmes connectés à l'extérieur avec des mesures telles que la protection contre les surtensions et la liaison des blindages de câbles. Il s'agit de la zone dans laquelle les signaux provenant de l'extérieur sont collectés, convertis et distribués.

La zone extérieure peut contenir des équipements de processus supplémentaires, des dispositifs de signalisation, etc.

La zone haute tension peut contenir, par exemple, des disjoncteurs, des barres omnibus, des sectionneurs, des dispositifs de mesure, etc.

Figure 2 – Exemple d'agencement d'une centrale électrique



IEC

Anglais	Français
Outside area	Zone extérieure
Control room area	Zone de la salle de commande
Protected area	Zone protégée
MTU	MTU
Interface area	Zone d'interface
Process area (MV system)	Zone de processus (système MT)
HV area	Zone HT
e.g. relay house, kiosk (unshielded)	p. ex.: bâtiment de relayage/kiosque (non blindé)
RTU	RTU
Metering, control and protection	Mesure, commande et protection
AIS substation	Poste AIS
HV switchyard (AIS)	Poste de sectionnement HT (AIS)
PLC	PLC

Légende

Types d'interface

- 1 Zone protégée intérieure
- 2 Zone d'interface et/ou de salle de commande intérieure
- 3 Zone de processus intérieur ou de départ
- 4 Connexions à partir de l'extérieur (HT et télécommunications externes)

NOTE

La zone de salle de commande peut être un bâtiment dédié ou uniquement un bâtiment de relayage qui contient les systèmes de commande, les ordinateurs, les systèmes de lutte contre l'incendie, les UPS, etc.

Le bâtiment de relayage/kiosque contient les relais de protection, kiosques de répartition pour PT/CT.

La zone protégée contient, par exemple, les équipements sensibles spéciaux comme les routeurs, ordinateurs spéciaux, etc.

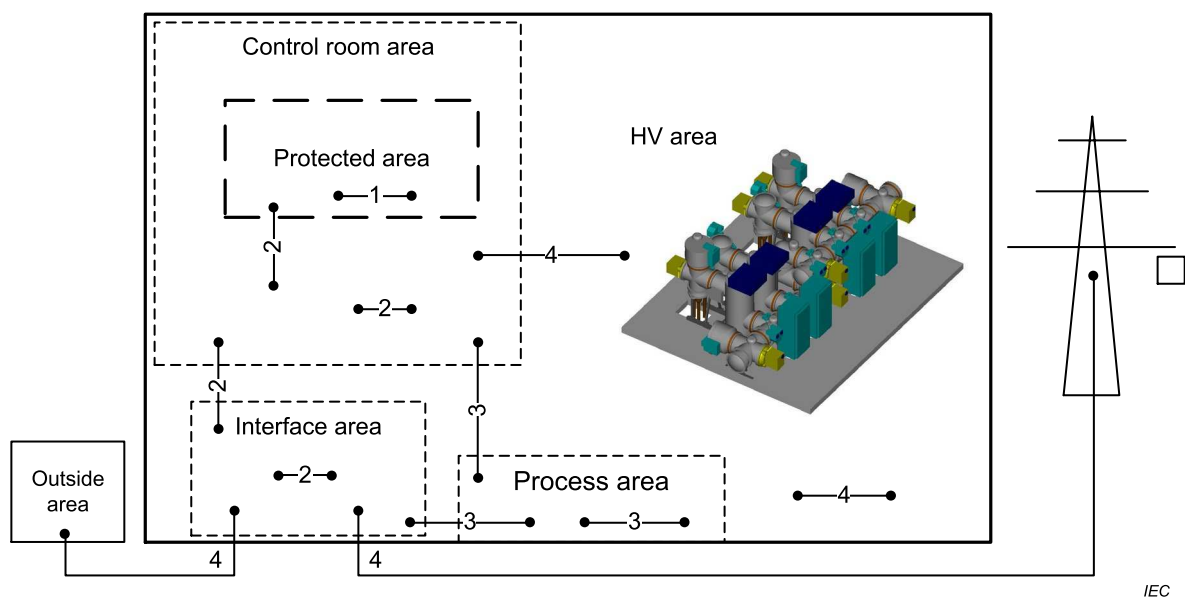
La zone de processus contient principalement les systèmes MT (le cas échéant) avec disjoncteurs et barres omnibus MT.

La zone d'interface contient les équipements et les systèmes connectés à l'extérieur avec des mesures comme la protection contre les surtensions et la liaison des blindages de câbles.

La zone haute tension contient les disjoncteurs, les barres omnibus, les sectionneurs, les dispositifs de mesure, les UPS, etc.

La zone extérieure contient, par exemple, les centres de commande.

Figure 3 – Exemple d'agencement d'un poste à isolation par l'air (AIS)



Anglais	Français
Control room area	Zone de la salle de commande
Protected area	Zone protégée
Interface area	Zone d'interface
Process area	Zone de processus
HV area	Zone HT
Outside area	Zone extérieure

Légende

Types d'interface

- 1 Zone protégée intérieure
- 2 Zone d'interface et/ou de salle de commande intérieure
- 3 Zone de processus intérieur ou de départ
- 4 Connexions à partir de l'extérieur (HT et télécommunications externes)

NOTE

La zone de la salle de commande contient les systèmes de commande, les ordinateurs, les systèmes de lutte contre l'incendie, les UPS, etc.

La zone de processus contient principalement les systèmes MT (le cas échéant) avec disjoncteurs et barres omnibus MT.

La zone protégée contient, par exemple, les équipements sensibles spéciaux comme les routeurs, ordinateurs spéciaux, etc.

La zone d'interface contient les équipements et les systèmes connectés à l'extérieur avec des mesures comme la protection contre les surtensions et la liaison des blindages de câbles.

La zone extérieure contient, par exemple, les centres de commande.

La zone HT contient les GIS, les barres omnibus de mise à la terre, les transformateurs, etc.

Figure 4 – Exemple d'agencement d'un poste à isolation gazeuse (GIS)

5 Critères de performance

Les critères de performance sont intimement liés à la nature des phénomènes électromagnétiques (type et fréquence) tels que ceux mentionnés au Tableau 1, ainsi qu'aux fonctions représentatives applicables aux équipements concernés.

Le Tableau 2 répertorie les critères de performance suggérés applicables à la fonction correspondante des équipements. Une description fonctionnelle et une définition des critères de performance, pendant les essais de CEM ou après ceux-ci, doivent être fournies par le fabricant et notées dans le rapport d'essai, sur la base de l'un des critères suivants, pour chaque essai comme spécifié dans les Tableau 3 à 10.

- a) **Critère de performance A:** L'EUT doit continuer à fonctionner comme prévu pendant et après l'essai. Aucune dégradation des performances ni perte de fonction ne peut se produire au-dessous d'un niveau de performance spécifié par le fabricant lorsque l'EUT est utilisé comme prévu. Si le niveau de performance n'est pas spécifié par le fabricant, il peut être déduit à partir de la description et de la documentation du produit et de ce que l'utilisateur peut raisonnablement attendre de l'équipement dans les conditions d'utilisation prévues.
- b) **Critère de performance B:** L'EUT doit continuer à fonctionner comme prévu après l'essai. Aucune dégradation des performances ni perte de fonction ne peut se produire au-dessous d'un niveau de performance spécifié par le fabricant lorsque l'EUT est utilisé comme prévu. Le niveau de performance peut être remplacé par une dégradation autorisée des performances. Toutefois, pendant l'essai, une dégradation des performances peut se produire, mais l'état réel de fonctionnement ou les données enregistrées ne peu(ven)t pas être modifié(es). A défaut de spécification par le fabricant d'un niveau de performance minimal ou d'une dégradation des performances autorisées, l'une ou l'autre de ces valeurs peut être déduite à partir de la description et de la documentation du produit et de ce que l'utilisateur peut raisonnablement attendre de l'équipement dans les conditions d'utilisation prévues.
- c) **Critère de performance C:** Une perte de fonction temporaire est autorisée, à condition que la fonction puisse être rétablie sans intervention externe ou par le seul recours aux commandes.

Tableau 2 – Critères de performance suggérés pour certaines fonctions représentatives

Fonctions ^a	Exigences fonctionnelles en fonction des phénomènes électromagnétiques		
	Phénomènes continus	Phénomènes transitoires fréquents	Phénomènes transitoires occasionnels
Protection et téléprotection ^b	A	A	A
Traitement en ligne et régulation	A	A	A
Communication à grande vitesse	A	A	A
Comptage	A	A	A
Commande et contrôle	A	A	B – Faible retard ^d
Surveillance	A	A	B – Perte temporaire, rétablissement automatique ^e
Interface homme-machine	A	A	C – Arrêt et remise à zéro ^f
Alarme	A	A – Faible retard ^g , fausse indication temporaire	
Transmission de données et télécommunication ^c	A	A – Pas de perte, dégradation possible du taux d'erreur sur les bits ^h	B – Perte temporaire ^h
Acquisition de données et stockage	A	B – Dégradation temporaire ^{e, i}	
Mesure	A	B – Dégradation temporaire, rétablissement automatique ^j	
Traitement hors ligne	A	B – Dégradation temporaire ⁱ	C – Perte temporaire et remise à zéro ⁱ
Surveillance passive	A	B – Dégradation temporaire	C – Perte temporaire
Autodiagnostic	A	B – Perte temporaire, rétablissement automatique ^k	

^a Pour l'application des critères de performance aux équipements avec plusieurs fonctions, le critère de performance associé à la fonction soumise à essai s'applique.

^b Pour la téléprotection utilisant les courants porteurs sur ligne d'énergie, les "performances normales" lors de manœuvres de sectionneurs HT peuvent nécessiter une procédure de validation appropriée.

^c Utilisé dans les systèmes de commande et d'automatisation comme fonction auxiliaire à d'autres fonctions, par exemple pour réaliser la coordination.

^d Un retard dont la durée est insignifiante comparée à la constante de temps du processus contrôlé est acceptable.

^e La perte temporaire de l'acquisition de données et un écart par rapport au planning des événements sont acceptés, mais la séquence des événements doit demeurer correcte.

^f L'opérateur peut effectuer un rétablissement manuel.

^g En fonction du degré d'urgence (non du processus).

^h La dégradation temporaire du taux d'erreur sur les bits peut affecter l'efficacité des communications. Le rétablissement automatique après un arrêt de communication est obligatoire.

ⁱ Aucun effet sur les données stockées ou l'exactitude du traitement ne peut se produire.

^j Sans affecter la précision de mesure de l'indication analogique ou digitale.

^k À l'intérieur du cycle de diagnostic du système.

L'Annexe B donne une vue d'ensemble des effets des phénomènes électromagnétiques sur les fonctions des équipements et systèmes.

6 Conditions pendant les essais

L'équipement soumis à essai (EUT) doit être soumis à essai dans le mode de fonctionnement le plus susceptible prévu, par exemple identifié en effectuant des pré-essais limités. Ce mode

doit être cohérent avec les applications normales. La configuration de l'échantillon d'essai doit être telle que la susceptibilité maximale soit atteinte, d'une façon cohérente avec les applications typiques et les pratiques d'installation.

Si chaque fonction de l'équipement ne peut pas être soumise à essai, le mode de fonctionnement le plus critique doit être sélectionné.

Conformément aux normes fondamentales, plusieurs accès peuvent être soumis simultanément à la tension d'essai.

Si l'EUT fait partie d'un système ou peut être connecté à un équipement auxiliaire, il doit être soumis à essai alors qu'il est raccordé à la configuration représentative minimale d'équipement auxiliaire permettant d'essayer les accès.

Si l'EUT possède un grand nombre d'accès semblables, ceux-ci doivent être sélectionnés en nombre suffisant pour simuler les conditions de fonctionnement réelles et pour s'assurer que les différents types de raccordements sont tous couverts.

Si la spécification d'un fabricant exige, dans le manuel de l'utilisateur, que des mesures ou dispositifs de protection doivent être utilisés, les essais doivent être réalisés avec ces mesures ou dispositifs de protection en place.

En particulier, quand la spécification du produit exige des câbles blindés, l'essai doit être réalisé avec les blindages raccordés aux équipements suivant les spécifications du fabricant.

Sauf spécification contraire de la norme fondamentale, les essais doivent être réalisés avec une condition typique de température, d'humidité et de pression choisies dans les plages de fonctionnement spécifiques du produit et à la tension d'alimentation assignée.

NOTE Dans les cas particuliers et justifiés où des essais de type en laboratoire ne peuvent pas être réalisés en raison des dimensions physiques de l'équipement ou du système impliqué, des investigations CEM *sur site* peuvent être utiles. Les investigations peuvent être exécutées avec des procédures appropriées de façon à ne pas affecter la fiabilité de l'équipement.

7 Documentation du produit

Le fabricant peut démontrer la conformité du produit aux spécifications de la présente Norme internationale au moyen d'essais et d'un rapport d'essai.

Les résultats doivent faire référence aux essais réalisés sur un équipement ayant la configuration nécessaire pour satisfaire aux exigences fonctionnelles.

Les essais de conformité sont acceptés sur un échantillon représentatif, lequel doit comporter tous les types de sous-ensembles, modules (matériel et logiciel), etc., aptes à remplir toutes les fonctions opérationnelles de l'équipement final.

L'équipement ou l'échantillon représentatif doit être clairement identifié par le modèle, l'année de fabrication et le numéro de série.

La configuration et le mode de fonctionnement pendant les essais doivent être notés avec précision dans le rapport d'essai.

Le rapport d'essai doit démontrer sans ambiguïté que les procédures d'essai utilisées correspondent à celles données dans les normes fondamentales se rapportant à chaque phénomène particulier.

8 Applicabilité

L'application des essais d'évaluation d'immunité dépend de l'équipement particulier, de sa configuration, de ses accès, de sa technologie et de ses conditions de fonctionnement.

Les essais doivent être appliqués aux différents accès de l'équipement conformément aux Tableaux 3 à 10. Les essais doivent uniquement être effectués lorsque les accès correspondants existent.

Il peut être déterminé à partir de l'étude des caractéristiques électriques et de l'usage d'un équipement particulier que certains des essais sont inappropriés et en conséquence inutiles. Dans ce cas, la décision de ne pas effectuer les essais et sa justification doivent être enregistrées dans le rapport d'essai.

9 Incertitude de mesure

Les lignes directrices relatives à l'évaluation de l'incertitude d'instrumentation d'un essai d'immunité sont spécifiées dans l'IEC TR 61000-1-6 ou dans la norme fondamentale correspondante, et il convient de les prendre en considération.

10 Exigences en matière d'immunité

10.1 Généralités

Les exigences relatives aux essais d'immunité spécifiées en 10.2 et 10.3 dépendent de l'environnement électromagnétique réel et prennent en compte les phénomènes électromagnétiques cités à l'Annexe A. Elles sont données accès par accès.

Les essais d'immunité doivent être réalisés de manière bien définie et reproductible, comme indiqué par les normes fondamentales correspondantes citées dans les Tableaux 3 à 10. Le contenu de ces normes fondamentales n'est pas répété ici, cependant des informations complémentaires pour l'application pratique des essais sont données dans la présente Norme.

Les exigences pour les accès d'enveloppe et d'alimentation doivent être établies suivant l'emplacement concerné. Il est présumé que l'alimentation est commune à tous les équipements installés, sans dispositions particulières de CEM.

Les exigences pour les accès signal doivent être établies suivant le type de connexions.

Les essais doivent être réalisés en tant qu'essais de type et exécutés l'un après l'autre, comme s'il s'agissait d'un essai unique.

Les exigences en matière d'immunité se rapportent aux phénomènes électromagnétiques conduits et rayonnés, à basses et hautes fréquences. Il peut s'agir de phénomènes continus, de phénomènes transitoires simples ou répétitifs, fréquents ou occasionnels comme mentionné au Tableau 1. Les critères de performance à appliquer doivent être extraits du Tableau 2.

Les équipements installés dans les zones "protégées", sans interconnexions directes avec d'autres zones, peuvent ne pas satisfaire aux spécifications d'immunité de la présente Norme internationale mais sont soumis aux exigences des normes génériques ou de produits concernées.

10.2 Exigences relatives aux essais d'immunité pour les équipements dans les centrales électriques

Les exigences relatives aux essais d'immunité pour les équipements destinés à être utilisés dans les centrales électriques reflètent la situation indiquée dans la Figure 2 et sont indiquées dans les Tableaux 3 à 6. Les exigences des Tableaux 4 à 6 doivent être appliquées en fonction des types d'interface indiqués à la Figure 2.

Tableau 3 – Exigences en matière d'immunité – Centrale électrique – Accès d'enveloppe

Essai	Phénomènes environnementaux	Norme fondamentale	Spécifications d'essai ^a Observations
1.1	Champ magnétique à la fréquence du réseau ^b	IEC 61000-4-8	100 A/m (en continu) ^c 1 kA/m pendant 1 s
1.2	Champ électromagnétique de radiofréquences rayonnées	IEC 61000-4-3	80 MHz à 1,0 GHz 10 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.3	Champ électromagnétique de radiofréquences rayonnées	IEC 61000-4-3	1 GHz à 2,7 GHz 3 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.4	Champ électromagnétique de radiofréquences rayonnées	IEC 61000-4-3	2,7 GHz à 6 GHz 1 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.5	Décharge électrostatique	IEC 61000-4-2	6 kV (décharge de contact) ^e 8 kV (décharge dans l'air) ^e
^a	Les critères de performance applicables sont donnés au Tableau 2.		
^b	Applicable uniquement aux équipements contenant des dispositifs susceptibles aux champs magnétiques (éléments à effet Hall ou capteurs de champs magnétiques, par exemple)		
^c	Pour les équipements se trouvant dans la zone de salle de commande, un niveau d'essai de 30 A/m doit être appliqué. En cas d'écrans à tubes cathodiques utilisés dans des zones protégées, le niveau d'essai de 3 A/m doit être appliqué.		
^d	Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace de la porteuse avant modulation.		
^e	Voir la norme fondamentale pour l'applicabilité des essais de décharges au contact et/ou de décharges dans l'air.		

**Tableau 4 – Spécifications d'immunité – Centrale électrique –
Accès des lignes de signal/commande**

Essai	Phénomènes environnementaux	Norme fondamentale	Spécifications d'essai Type d'interface selon la Figure 2		
			2	3	4
2.1	Transitoires rapides en salves ^g	IEC 61000-4-4	1 kV 5 kHz ou 100 kHz ^f	2 kV 5 kHz ou 100 kHz ^f	4 kV 5 kHz ou 100 kHz ^f
2.2	Onde de choc ^a	IEC 61000-4-5	1 kV (1,2/50 µs) phase à terre	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre	2 kV (1,2/50 µs) ^h phase à terre
2.3	Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	150 kHz à 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)
2.4	Tension à la fréquence du réseau ^c	IEC 61000-4-16	10 V en continu 100 V pendant 1 s	10 V en continu 100 V pendant 1 s	30 V en continu 300 V pendant 1 s
2.5	Perturbations conduites en mode commun ^{c, d}	IEC 61000-4-16	10 V à 1 V 15 Hz à 150 Hz 1 V 150 Hz à 1,5 kHz 1 V à 10 V 1,5 kHz à 15 kHz 10 V 15 kHz à 150 kHz	10 V à 1 V 15 Hz à 150 Hz 1 V 150 Hz à 1,5 kHz 1 V à 10 V 1,5 kHz à 15 kHz 10 V 15 kHz à 150 kHz	pas d'essai
2.6	Onde oscillatoire amortie	IEC 61000-4-18	pas d'essai	1,0 kV (mode commun, 1 MHz) 0,5 kV (mode différentiel, 1 MHz)	2,5 kV (mode commun, 1 MHz) ^e 1 kV (mode différentiel, 1 MHz) ^e

Pour le type d'interface 1, les exigences de l'IEC 61000-6-1 doivent au moins être appliquées.

Les critères de performance applicables sont donnés au Tableau 2.

^a Aucun essai n'est nécessaire pour les câbles de moins de 10 m.

^b Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace de la porteuse avant modulation.

^c Uniquement dans le cas des lignes longue distance (> 30 m). Cet essai ne doit pas être appliqué aux équipements pour lesquels l'occurrence de ce phénomène est évitée grâce aux instructions de conception et d'installation.

^d Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace.

^e Applicable uniquement aux lignes de télécommunication connectées au courant porteur sur ligne d'énergie.

^f L'utilisation de la fréquence de répétition 5 kHz est classique, mais une fréquence de 100 kHz est recommandée car elle est plus proche de la réalité. Voir également l'Annexe D.

^g Aucun essai n'est nécessaire pour les câbles de moins de 3 m.

^h Une forme d'onde de 10/700 µs est recommandée pour l'essai des accès de signal destinés à être connectés au réseau de télécommunications ou à un équipement distant par l'intermédiaire de lignes de communication symétriques extérieures non blindées.

Tableau 5 – Spécifications d'immunité – Centrale électrique – Accès d'alimentation d'entrée et de sortie en courant alternatif basse tension

Essai	Phénomènes environnementaux	Norme fondamentale	Spécifications d'essai Type d'interface selon la Figure 2		
			2	3	4
3.1	Transitoires rapides en salves	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz ou 100 kHz ^f	4 kV 5 kHz ou 100 kHz ^f	4 kV 5 kHz ou 100 kHz ^f
3.2	Onde de choc	IEC 61000-4-5	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre
			1 kV (1,2/50 µs) phase à phase	1 kV (1,2/50 µs) phase à phase	1 kV (1,2/50 µs) phase à phase
3.3	Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)
3.4	Creux de tension et interruptions de tension ^b	IEC 61000-4-11 ^c	70 % U_T , 1 période 40 % U_T , 50 périodes ^e	70 % U_T , 1 période 40 % U_T , 50 périodes ^e	70 % U_T , 1 période 40 % U_T , 50 périodes ^e
		IEC 61000-4-34 ^d	0 % U_T , 5 périodes 0 % U_T , 50 périodes ^e	0 % U_T , 5 périodes 0 % U_T , 50 périodes ^e	0 % U_T , 5 périodes 0 % U_T , 50 périodes ^e
3.5	Onde oscillatoire amortie	IEC 61000-4-18	pas d'essai	1,0 kV (mode commun, 1 MHz) 0,5 kV (mode différentiel, 1 MHz) 0,5 kV (mode différentiel, 10 MHz)	2,5 kV (mode commun, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 10 MHz)
<p>Pour le type d'interface 1, les exigences de l'IEC 61000-6-1 doivent au moins être appliquées.</p> <p>Pour les équipements avec un courant d'entrée assigné > 16 A, il convient que les essais soient limités à l'accès d'alimentation des unités/modules électroniques, etc.</p> <p>Les critères de performance applicables sont donnés au Tableau 2.</p>					
<p>^a Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace de la porteuse avant modulation.</p> <p>^b Non applicable aux accès d'alimentation de sortie en courant alternatif basse tension.</p> <p>^c Applicable aux équipements avec courant du réseau ≤ 16 A par phase.</p> <p>^d Applicable aux équipements avec courant du réseau supérieur à 16 A par phase.</p> <p>^e Applicable uniquement aux accès d'alimentation directement connectés à un réseau d'alimentation public basse tension.</p> <p>^f L'utilisation de la fréquence de répétition 5 kHz est classique, mais une fréquence de 100 kHz est recommandée car elle est plus proche de la réalité. Voir également l'Annexe D.</p>					

**Tableau 6 – Spécifications d'immunité – Centrale électrique –
Accès d'alimentation d'entrée et de sortie en courant continu basse tension**

Essai	Phénomènes environnementaux	Norme fondamentale	Spécifications d'essai Type d'interface selon la Figure 2		
			2	3	4
4.1	Transitoires rapides en salves	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz ou 100 kHz ^d	4 kV 5 kHz ou 100 kHz ^d	4 kV 5 kHz ou 100 kHz ^d
4.2	Onde de choc	IEC 61000-4-5	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre
			1 kV (1,2/50 µs) phase à phase	1 kV (1,2/50 µs) phase à phase	1 kV (1,2/50 µs) phase à phase
4.3	Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)
4.4	Tension à la fréquence du réseau ^b	IEC 61000-4-16	10 V en continu 100 V pendant 1 s	10 V en continu 100 V pendant 1 s	30 V en continu 300 V pendant 1 s
4.5	Ondulation sur l'alimentation en courant continu	IEC 61000-4-17	10 % U_n	10 % U_n	10 % U_n
4.6	Onde oscillatoire amortie	IEC 61000-4-18	pas d'essai	1,0 kV (mode commun, 1 MHz) 0,5 kV (mode différentiel, 1 MHz) 0,5 kV (mode différentiel, 10 MHz)	2,5 kV (mode commun, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 10 MHz)
4.7	Creux de tension et interruptions de tension ^c	IEC 61000-4-29	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s
<p>Les accès en courant continu qui ne sont pas destinés à être raccordés à un réseau de distribution à courant continu doivent être soumis à essai comme des accès de signal.</p> <p>Pour le type d'interface 1, les exigences de l'IEC 61000-6-1 doivent au moins être appliquées.</p> <p>Pour les équipements avec un courant d'entrée assigné > 16 A, il convient que les essais soient limités à l'accès d'alimentation des unités/modules électroniques, etc.</p> <p>Les critères de performance applicables sont donnés au Tableau 2.</p>					
^a Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace de la porteuse avant modulation.					
^b Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace.					
^c Non applicable aux accès d'alimentation de sortie en courant continu basse tension.					
^d L'utilisation de la fréquence de répétition 5 kHz est classique, mais une fréquence de 100 kHz est recommandée car elle est plus proche de la réalité. Voir également l'Annexe D.					

10.3 Exigences relatives aux essais d'immunité pour les équipements dans les postes

Les exigences relatives aux essais d'immunité pour les équipements destinés à être utilisés dans les postes reflètent la situation indiquée dans la Figure 3 et la Figure 4 et sont indiquées dans les Tableaux 7 à 10. Les exigences des Tableaux 8 à 10 doivent être appliquées en fonction des types d'interface indiqués à la Figure 3 et à la Figure 4.

Tableau 7 – Spécifications d'immunité – Poste – Accès d'enveloppe

Essai	Phénomènes environnementaux	Norme fondamentale	Spécifications d'essai ^a Observations
1.1	Champ magnétique à la fréquence du réseau ^b	IEC 61000-4-8	100 A/m (en continu) ^c 1 kA/m pendant 1 s
1.2	Champ électromagnétique de radiofréquences rayonnées	IEC 61000-4-3	80 MHz à 1,0 GHz 10 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.3	Champ électromagnétique de radiofréquences rayonnées	IEC 61000-4-3	1 GHz à 2,7 GHz 3 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.4	Champ électromagnétique de radiofréquences rayonnées	IEC 61000-4-3	2,7 GHz à 6 GHz 1 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.5	Décharge électrostatique	IEC 61000-4-2	6 kV (décharge de contact) ^e 8 kV (décharge dans l'air) ^e
^a	Les critères de performance applicables sont donnés au Tableau 2.		
^b	Applicable uniquement aux équipements contenant des dispositifs susceptibles aux champs magnétiques (éléments à effet Hall ou capteurs de champs magnétiques, par exemple).		
^c	En cas d'écrans à tubes cathodiques utilisés dans des zones protégées, le niveau d'essai 3 A/m (continu) doit être appliqué.		
^d	Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace de la porteuse avant modulation.		
^e	Voir la norme fondamentale pour l'applicabilité des essais de décharges au contact et/ou de décharges dans l'air.		

Tableau 8 – Spécifications d'immunité – Poste – Accès des lignes de signal/commande

Essai	Phénomènes environnementaux	Norme fondamentale	Spécifications d'essai Type d'interface selon la Figure 3 et la Figure 4		
			2	3	4
2.1	Transitoire rapide en salves ^f	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz ou 100 kHz ^e	4 kV 5 kHz ou 100 kHz ^e	4 kV 5 kHz ou 100 kHz ^e
2.2	Onde de choc ^a	IEC 61000-4-5	1 kV (1,2/50 µs) phase à terre	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre	2 kV (1,2/50 µs) ^g phase à terre
2.3	Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	150 kHz à 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)
2.4	Tension à la fréquence du réseau ^c	IEC 61000-4-16	30 V en continu 300 V pendant 1 s	30 V en continu 300 V pendant 1 s	30 V en continu 300 V pendant 1 s
2.6	Onde oscillatoire amortie	IEC 61000-4-18	1 kV (mode commun, 1 MHz) 0,5 kV (mode différentiel, 1 MHz)	2,5 kV (mode commun, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 1 MHz)	2,5 kV (mode commun, 1 MHz) ^d 1 kV (mode différentiel, 1 MHz) ^d
<p>Pour le type d'interface 1, les exigences de l'IEC 61000-6-1 doivent au moins être appliquées.</p> <p>L'accès signal inclut les lignes utilisées pour l'accès de mise à la terre fonctionnelle.</p> <p>Les critères de performance applicables sont donnés au Tableau 2.</p>					
<p>a Aucun essai n'est nécessaire pour les câbles de moins de 10 m.</p> <p>b Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace de la porteuse avant modulation.</p> <p>c Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace.</p> <p>d Applicable uniquement aux lignes de télécommunication connectées au courant porteur sur ligne d'énergie.</p> <p>e L'utilisation de la fréquence de répétition 5 kHz est classique, mais une fréquence de 100 kHz est recommandée car elle est plus proche de la réalité. Voir également l'Annexe D.</p> <p>f Aucun essai n'est nécessaire pour les câbles de moins de 3 m.</p> <p>g Une forme d'onde de 10/700 µs est recommandée pour l'essai des accès de signal destinés à être connectés au réseau de télécommunications ou à un équipement distant par l'intermédiaire de lignes de communication symétriques extérieures non blindées.</p>					

Tableau 9 – Spécifications en matière d'immunité – Poste – Accès d'alimentation d'entrée et de sortie en courant alternatif basse tension

Essai	Phénomènes environnementaux	Norme fondamentale	Spécifications d'essai		
			Type d'interface selon la Figure 3 et la Figure 4		
			2	3	4
3.1	Transitoires rapides en salves	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz ou 100 kHz ^e	4 kV 5 kHz ou 100 kHz ^e	4 kV 5 kHz ou 100 kHz ^e
3.2	Onde de choc	IEC 61000-4-5	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre	4 kV (1,2/50 µs) phase à terre	4 kV (1,2/50 µs) phase à terre
			1 kV (1,2/50 µs) phase à phase	2 kV (1,2/50 µs) phase à phase	2 kV (1,2/50 µs) phase à phase
3.3	Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)
3.4	Creux de tension et interruptions de tension ^b	IEC 61000-4-11 ^c	70 % U_T , 1 période	70 % U_T , 1 période	70 % U_T , 1 période
		IEC 61000-4-34 ^d	0 % U_T , 5 périodes	0 % U_T , 5 périodes	0 % U_T , 5 périodes
3.5	Onde oscillatoire amortie	IEC 61000-4-18	2,5 kV (mode commun, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 10 MHz)	2,5 kV (mode commun, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 10 MHz)	2,5 kV (mode commun, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 10 MHz)
<p>Pour le type d'interface 1, les exigences de l'IEC 61000-6-1 doivent au moins être appliquées.</p> <p>Pour les équipements avec un courant d'entrée assigné > 16 A, il convient que les essais soient limités à l'accès d'alimentation des unités/modules électroniques, etc.</p> <p>Les critères de performance applicables sont donnés au Tableau 2.</p>					
<p>^a Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace de la porteuse avant modulation.</p> <p>^b Non applicable aux accès d'alimentation de sortie en courant alternatif basse tension.</p> <p>^c Applicable aux équipements avec courant du réseau ≤ 16 A par phase.</p> <p>^d Applicable aux équipements avec courant du réseau supérieur à 16 A par phase.</p> <p>^e L'utilisation de la fréquence de répétition 5 kHz est classique, mais une fréquence de 100 kHz est recommandée car elle est plus proche de la réalité. Voir également l'Annexe D.</p>					

Tableau 10 – Spécifications en matière d'immunité – Poste – Accès d'alimentation d'entrée et de sortie en courant continu basse tension

Essai	Phénomènes environnementaux	Norme fondamentale	Spécifications d'essai Type d'interface selon la Figure 3 et la Figure 4		
			2	3	4
4.1	Transitoires rapides en salves	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz ou 100 kHz ^d	4 kV 5 kHz ou 100 kHz ^d	4 kV 5 kHz ou 100 kHz ^d
4.2	Onde de choc	IEC 61000-4-5	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre	2 kV (1,2/50 µs) phase à terre
			1 kV (1,2/50 µs) phase à phase	1 kV (1,2/50 µs) phase à phase	1 kV (1,2/50 µs) phase à phase
4.3	Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz à 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)
4.4	Tension à la fréquence du réseau ^b	IEC 61000-4-16	30 V en continu 300 V pendant 1 s	30 V en continu 300 V pendant 1 s	30 V en continu 300 V pendant 1 s
4.5	Ondulation sur l'alimentation en courant continu	IEC 61000-4-17	10 % U_n	10 % U_n	10 % U_n
4.6	Onde oscillatoire amortie	IEC 61000-4-18	pas d'essai	2,5 kV (mode commun, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 10 MHz)	2,5 kV (mode commun, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 1 MHz) 1 kV (mode différentiel, 10 MHz)
4.7	Creux de tension et interruptions de tension ^c	IEC 61000-4-29	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s	70 % U_T , 0,1 s 40 % U_T , 0,1 s 0 % U_T , 0,05 s
<p>Les accès en courant continu qui ne sont pas destinés à être raccordés à un réseau de distribution à courant continu doivent être soumis à essai comme des accès de signal.</p> <p>Pour le type d'interface 1, les exigences de l'IEC 61000-6-1 doivent au moins être appliquées.</p> <p>Pour les équipements avec un courant d'entrée assigné > 16 A, il convient que les essais soient limités à l'accès d'alimentation des unités/modules électroniques, etc.</p> <p>Les critères de performance applicables sont donnés au Tableau 2.</p>					
<p>^a Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace de la porteuse avant modulation.</p>					
<p>^b Le niveau d'essai spécifié correspond à la valeur efficace.</p>					
<p>^c Non applicable aux accès d'alimentation de sortie en courant continu basse tension.</p>					
<p>^d L'utilisation de la fréquence de répétition 5 kHz est classique, mais une fréquence de 100 kHz est recommandée car elle est plus proche de la réalité. Voir également l'Annexe D.</p>					

Annexe A (informative)

Informations sur les phénomènes électromagnétiques, leurs sources et causes typiques

L'Annexe A donne des exemples de phénomènes électromagnétiques et de leurs sources, qui peuvent être rencontrés dans les centrales électriques et les postes (voir le Tableau A.1). Ces phénomènes sont en outre caractérisés dans le Tableau 1, et la plupart d'entre eux sont pris en compte au moyen d'essais d'immunité.

Tableau A.1 – Phénomènes électromagnétiques – Sources et causes

Exemples de phénomènes électromagnétiques (voir l'IEC 61000-4-1)	Sources et causes	
Basse fréquence	Harmoniques	Charges avec caractéristiques de tension/courant non linéaire: redresseurs, cycloconvertisseurs, moteurs à induction, machines à souder, etc.
	Interharmoniques	
	Signalisation du réseau	Tensions de signal dans le réseau d'alimentation basse tension
	Fluctuations de tension	Variations et enclenchement/déclenchement de charges, changement de tension de pas
	Creux de tension, microcoupures et variations de tension en courant alternatif	Défauts et manœuvres dans le réseau d'alimentation
	Variation de la fréquence industrielle	Conditions de défaut rares, entraînant la perte d'un important bloc de charge ou de production, ayant comme conséquence une variation de fréquence en dehors des limites acceptables
	Creux de tension, microcoupures et variations de tension en courant continu	Défaut d'alimentation et manœuvre, recharge insuffisante de la batterie
	Ondulation sur l'alimentation en courant continu	Redressement du courant alternatif, recharge de batterie
	Perturbations conduites dans la plage de courant continu à 150 kHz (incluant la fréquence industrielle)	Induction par l'électronique industrielle, courant de fuite de filtres, courant de défaut à la fréquence industrielle, etc.
Transitoires conduites, haute fréquence	Onde de choc 100/1 300 µs	Fusion de fusibles
	Onde de choc 1,2/50 µs	Défaut dans le réseau d'alimentation, foudre
	Onde de choc 10/700 µs	Effet de la foudre sur les lignes de télécommunication
	Onde sinusoïdale	Phénomènes de manœuvres, effet indirect de la foudre
	Transitoires rapides en salves	Manœuvres de charges réactives, rebondissement de contacts de relais, manœuvres dans le SF ₆
	Onde oscillatoire amortie	Manœuvres de sectionneurs HT
	Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	Rayonnement par des émetteurs radiofréquence
DES	Décharge électrostatique	Décharge d'électricité statique par l'opérateur, les appareils mobiles, etc.
Champs magnétiques	Champ magnétique à la fréquence du réseau	Courant dans les circuits d'alimentation, circuits de terre et réseau
	Champ magnétique impulsif	Courant de foudre dans les conducteurs de terre et le réseau
	Champ magnétique oscillatoire amorti	Manœuvres de sectionneurs MT et HT
Champs EM	Champ électromagnétique rayonné à fréquence radioélectrique	Rayonnement par des émetteurs radiofréquence
		Décharge en couronne Lignes aériennes, multiplication d'électrons ou formation d'avalanches

Annexe B (informative)

Vue d'ensemble de l'effet des phénomènes électromagnétiques sur les fonctions des équipements et systèmes

Les effets et conséquences des différentes classes de phénomènes électromagnétiques sur les systèmes électroniques installés dans les centrales électriques et les postes sont directement liés aux différentes sortes de fonctions exécutées par un système de commande donné, et au processus impliqué.

Afin d'évaluer au mieux ces effets et conséquences, il est utile d'identifier les "fonctions principales" des équipements et systèmes installés dans les centrales électriques.

Les fonctions suivantes sont considérées comme particulièrement importantes pour les systèmes et équipements électroniques:

- protection et téléprotection;
- traitement en ligne et régulation;
- comptage;
- commande et contrôle;
- supervision;
- interface homme-machine;
- alarme;
- transmission de données et télécommunication;
- acquisition de données et stockage;
- mesure;
- traitement hors ligne;
- surveillance passive;
- autodiagnostic.

Des combinaisons de différentes fonctions sont généralement présentes dans les équipements et systèmes.

Selon les types de phénomènes électromagnétiques (conduits et rayonnés, basse et haute fréquence) et l'accès considéré de l'équipement, l'effet (interférence) peut se limiter à une seule fonction ou à un nombre imprévisible de fonctions.

L'effet total des phénomènes électromagnétiques sur les équipements et systèmes électroniques et les conséquences qui en découlent sur le processus peuvent par conséquent être décrits comme un ensemble d'influences possibles sur les différentes fonctions impliquées.

Une brève description des différentes fonctions, ainsi que leur dégradation possible due aux phénomènes électromagnétiques, est donnée ci-après.

Pour chaque fonction, des considérations sur l'importance des dégradations en termes de conséquences sur le processus sont données, et tiennent compte des phénomènes électromagnétiques présents dans les installations.

a) Protection et téléprotection

La protection est particulièrement importante pour les réseaux électriques, de même que pour la sécurité et la sûreté des centrales électriques et des postes.

La protection inclut la détection des conditions anormales et la commande des actions correctives appropriées.

Un équipement de téléprotection est spécialement conçu pour être utilisé conjointement avec un système de protection. L'équipement de téléprotection qui est relié à une ligne de télécommunication entre les deux extrémités du circuit protégé transforme les informations fournies par l'équipement de protection dans une forme adaptée pour la transmission.

Un système de téléprotection est composé d'un équipement de téléprotection et d'un système de télécommunication associé entre les extrémités d'un circuit protégé.

La précision et la rapidité des dispositifs de protection électroniques ne doivent pas subir de dégradation de performances due aux phénomènes électromagnétiques, par exemple:

- l'absence de la fonction de protection, avec pour conséquence des conditions critiques, incluant des dommages aux composants du réseau électrique;
- un retard du fonctionnement de la protection, avec pour conséquence un dépassement de contraintes des composants du réseau électrique;
- un mauvais fonctionnement, entraînant l'indisponibilité du processus ou un fonctionnement discontinu, selon le type d'installation électrique;
- une perte de l'enregistrement des séquences opérationnelles, accompagnée d'une indisponibilité des fonctions d'analyse et de localisation de défaut.

La dégradation d'une fonction de protection est inacceptable. Par conséquent, l'immunité vis-à-vis des phénomènes électromagnétiques avec une marge appropriée est essentielle pour obtenir la CEM des systèmes de protection.

b) Traitement en ligne et régulation

Les systèmes de régulation et de traitement en ligne offrent au processus les conditions de fonctionnement définies par le système de commande/télécommande ou par les opérateurs. Le processus fonctionne de manière optimale grâce aux fonctions, qui tiennent compte des paramètres fondamentaux du processus.

Une dégradation de la régulation et du traitement en ligne peut se produire suite à un manque d'immunité de l'équipement et des interfaces d'entrées/sorties correspondantes ou de l'instrumentation de processus concerné. L'une des conséquences possibles est une contrainte inutile ou des dommages des processus ainsi qu'une dégradation des performances.

L'immunité aux phénomènes électromagnétiques des systèmes de régulation et de traitement en ligne, incluant les phénomènes transitoires occasionnels, est particulièrement importante.

c) Comptage

La fonction de comptage de l'énergie électrique produite ou transitant par un site électrique, de même que celle de la fourniture de carburant, peut être particulièrement importante en raison des aspects contractuels qu'elle peut impliquer.

Cela s'applique aux compteurs traditionnels utilisés pour le comptage de l'énergie électrique ainsi qu'aux équipements semblables basés sur une technologie avancée, disposant de fonctionnalités de programmation ou d'enregistrement de données. Il convient que cette fonction soit très fiable; par conséquent, l'immunité aux phénomènes continus et transitoires est obligatoire.

Pour les équipements de comptage, l'immunité aux perturbations conduites en mode différentiel dans la plage comprise entre 2 kHz et 150 kHz s'applique également aux fonctions de comptage en raison de la présence de perturbations dans cette bande de fréquences.

d) Commande et contrôle

Les fonctions de commande et de contrôle sont importantes pour toutes les conditions d'exploitation des installations électriques, incluant l'exploitation partielle ou la mise hors service temporaire.

L'équipement électrique est contrôlé par des équipements/systèmes dédiés présentant différents niveaux de complexité. Ceux-ci sont connectés selon le besoin à d'autres systèmes, de façon à assurer un contrôle complètement automatisé ou un contrôle manuel par action directe de l'opérateur. La coordination de toutes les sources d'actions de commande et de contrôle est assurée par l'établissement d'un ordre de priorité.

Une fiabilité insuffisante des fonctions de commande et de contrôle due à un manque d'immunité peut conduire à:

- un mauvais fonctionnement de l'équipement électrique, impliquant des aspects liés à la sécurité;
- une mauvaise procédure ou séquence de manœuvre, avec dommage possible ou dépassement de contraintes de l'équipement contrôlé;
- une indisponibilité de l'équipement dans le processus, puis du processus lui-même ou d'une partie de celui-ci.

Les unités de commande et de contrôle doivent fonctionner correctement dans les conditions environnementales réelles (pour des phénomènes continus ou des phénomènes transitoires fréquents, par exemple).

Les phénomènes électromagnétiques occasionnels, ayant seulement une influence mineure sur le système de commande, peuvent être observés et acceptés. Par exemple: un retard dans l'exécution d'une commande peut être négligeable par rapport à la constante de temps du processus contrôlé, de sorte que la fonction principale n'est pas affectée.

e) Surveillance

Les systèmes de surveillance collectent les données provenant du processus et des équipements connexes aux fins de diagnostic, pour le programme de maintenance et l'évaluation du processus. Habituellement, ils n'interviennent pas sur le processus lui-même.

La dégradation des performances ou l'indisponibilité temporaire des systèmes de surveillance entraîne la perte d'informations sur le processus et un décalage du planning des événements. Ces effets peuvent être acceptés, par exemple en cas de phénomènes transitoires rares affectant l'acquisition de mesures cycliques.

La mise en séquence correcte de l'acquisition de données d'événements doit cependant toujours être garantie.

f) Interface homme-machine

La fonction d'interface homme-machine permet aux opérateurs d'agir directement sur le processus à partir des pupitres d'opérateur ou de gérer les informations de l'installation. Les systèmes de contrôle et de régulation agissent sur le processus, mais la commande manuelle des appareils du processus a une priorité plus élevée.

Cette fonction peut être activée par l'opérateur en utilisant cette interface; les commandes à priorité élevée du processus en cours sont généralement disponibles, et sont données par l'opérateur à l'aide de dispositifs dédiés.

L'immunité aux phénomènes transitoires rares peut par conséquent être considérée comme non obligatoire, la présence de l'opérateur permettant un rétablissement manuel.

g) Alarme

La fonction d'alarme englobe toutes les indications locales ou à distance susceptibles de donner des informations sur n'importe quel type de dégradation, temporaire ou non, des conditions de fonctionnement des équipements et systèmes.

Les alarmes peuvent être plus ou moins urgentes, selon qu'une intervention immédiate est requise ou non ou en fonction du fait que le système peut encore fonctionner de façon acceptable (par exemple grâce à la redondance).

En cas d'autorétablissement après une dégradation temporaire, le statut d'alarme peut disparaître. Lorsqu'une liste chronologique (trace) des alarmes est automatiquement générée et enregistrée, la fonction alarme ne doit pas être affectée par les phénomènes électromagnétiques.

h) Transmission de données et télécommunication

Les fonctions de transmission de données et de télécommunication sont des fonctions auxiliaires pour d'autres fonctions. Elles permettent l'acquisition de données et la commande à distance de systèmes installés dans une installation électrique. Les fonctions de commande du processus sont contrôlées par des systèmes locaux. Les communications vocales ne sont pas prises en considération ici.

Par la transmission de données et les télécommunications, le système de télécommande peut coordonner les conditions de fonctionnement de différentes installations électriques, augmentant ainsi l'efficacité globale du réseau électrique.

L'interférence sur la transmission de données et les télécommunications a comme effet de retarder le transfert des commandes et le contrôle, affectant l'efficacité du système de télécommande.

Selon le moyen de télécommunication utilisé, les phénomènes électromagnétiques peuvent affecter la liaison de communication ou les équipements terminaux, produisant une augmentation du taux d'erreur sur les bits. L'immunité aux phénomènes électromagnétiques ne peut être obtenue que par l'emploi de supports de communication particuliers, tels les fibres optiques.

La perte temporaire de la fonction télécommunication est occasionnellement tolérée, à condition que la liaison se rétablisse automatiquement dans un délai acceptable. Toutefois, la réception de données corrompues ne peut pas être tolérée.

i) Acquisition de données et stockage

L'acquisition de données et le stockage des paramètres importants d'une installation électrique permettent, par le traitement des données, l'analyse hors ligne, la comparaison avec des conditions de référence, les calculs, etc. Ces fonctions sont généralement dévolues à un équipement installé localement et sont complémentaires à la supervision.

Une conception adéquate de l'interface des systèmes d'acquisition des données, incluant des filtres, matériels et/ou logiciels, procure à la fonction acquisition de données le niveau exigé d'immunité aux interférences électromagnétiques.

Une déviation temporaire de l'acquisition de données analogiques précises ou une chronologie incorrecte des données digitales, occasionnées par des phénomènes transitoires, sont quelquefois acceptables compte tenu de la possibilité d'identifier ces effets par une validation des données.

Aucune corruption des données stockées localement ne peut se produire.

j) Mesure

La mesure de certains paramètres importants du processus permet de visualiser directement les valeurs et les tendances. Cette fonction est assurée par l'usage d'instruments analogiques ou numériques. Ces instruments sont situés par exemple sur un panneau de commande, un panneau d'affichage ou à proximité des équipements électriques.

Une déviation temporaire des indications analogiques ou numériques causée par une perturbation transitoire peut être acceptée. Aucune dégradation due à des phénomènes continus ne peut se produire.

k) Traitement hors ligne

La fonction de traitement hors ligne permet de simuler le processus, la planification de la production d'énergie, l'étude de modèles, l'analyse de conditions critiques, etc. Cette fonction implique l'utilisation de données issues du processus ou stockées en mémoire. Elle n'interfère pas avec le processus en ligne lui-même.

Une dégradation temporaire de cette fonction due à des phénomènes transitoires est en principe acceptable, à condition qu'aucune corruption des données stockées ou de la précision du processus ne se produise.

l) Surveillance passive

Le processus est surveillé sur des écrans, montrant tous les réglages et conditions de fonctionnement de l'installation. Des équipements propres aux technologies de

l'information sont utilisés pour représenter le processus et ses paramètres avec différents niveaux de détail.

Une dégradation temporaire de cette fonction (de la qualité de l'image, par exemple) peut être acceptée, à condition que la cohérence entre la surveillance et les paramètres du processus soit rétablie.

La perte temporaire d'affichage avec restauration dans un délai donné (quelques secondes, par exemple) susceptible de nécessiter l'intervention des opérateurs peut également être acceptée.

m) Autodiagnostic

La fonctionnalité d'autodiagnostic est de plus en plus répandue dans les systèmes électroniques complexes, et est particulièrement importante pour la fiabilité du système.

Les cycles d'essai d'autodiagnostic ont habituellement une priorité basse dans la séquence des tâches.

La perte temporaire de la fonction d'autodiagnostic peut généralement être considérée comme acceptable, si elle se rétablit automatiquement dans le cadre du cycle de fonctionnement normal du système et si elle entraîne seulement un retard dans le signalement d'une condition de défaillance du système à l'opérateur. Il convient qu'une telle perte de fonctionnalité ne produise pas non plus de fausses alarmes qui pourraient nécessiter une intervention humaine dans une installation éloignée dépourvue de personnel de conduite.

Annexe C (informative)

Lignes directrices relatives aux zones protégées – Atténuation des perturbations rayonnées et conduites

C.1 Généralités

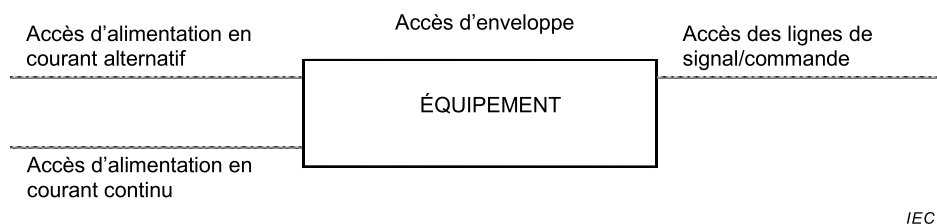
Les informations de l'Annexe C ont été adaptées de l'IEC TR 61000-5-6. Si des informations supplémentaires sont exigées, il convient de consulter ce document.

L'atténuation des perturbations rayonnées et conduites peut être exigée si la CEM entre un équipement et son environnement n'est pas atteinte. L'atténuation peut être atteinte à l'aide d'une barrière électromagnétique entre la source et la victime. Pour les perturbations conduites, cette barrière peut être un filtre ou autre dispositif de découplage. Pour les perturbations rayonnées, il peut s'agir d'un blindage électromagnétique et peut-être d'un filtre si nécessaire, dont l'atténuation est compatible avec celle du blindage dans la plage de fréquences considérée.

L'atténuation fournie par une barrière doit être compatible avec la nécessité d'être au moins égale à la différence entre le niveau de perturbation et le niveau d'immunité de l'équipement à cette perturbation. L'atténuation fournie correspond ainsi à la différence entre le niveau de perturbation (prévu ou mesuré) et le niveau d'immunité déterminé dans un essai de laboratoire ou par référence à un niveau d'immunité établi.

Selon les variations de niveau(x) de perturbation et de niveau(x) d'immunité, il convient également de considérer une marge et de l'ajouter à l'atténuation de base nécessaire. Cette marge dépend généralement de la criticité de l'équipement.

Comme évoqué dans l'IEC 61000-5-1, il est utile d'étendre le concept d'enveloppe comme étant la frontière d'une installation. Une enveloppe peut être considérée comme un bâtiment complet, un local, un châssis, une armoire individuelle voire, par extension du concept, un équipement individuel ou une carte de circuit imprimé dans un équipement. Cette installation est en interface avec son environnement au moyen "d'accès" (voir la Figure C.1). L'IEC 61000-5-1 donne plus de détails sur le concept d'accès.



IEC

Figure C.1 – Accès d'équipement

C.2 Approche générale

Le blindage électromagnétique des bâtiments, locaux, compartiments, armoires, châssis et équipements permet de garantir la conformité avec la CEM pour les équipements exposés aux perturbations rayonnées. L'IEC TR 61000-2-5 peut faire office de guide pour la détermination des niveaux de perturbation dans chaque zone. Les champs électriques à faible fréquence sont relativement faciles à atténuer. Les champs magnétiques à faible fréquence sont plus difficiles à blinder et impliquent un blindage avec une grande épaisseur de paroi et/ou une perméabilité élevée.

Le blindage des locaux et armoires avec une protection contre la pénétration appropriée ne représente qu'une des nombreuses actions qui peuvent être utilisées pour limiter les effets des perturbations électromagnétiques rayonnées. Par exemple, le maintien de distances appropriées entre émetteurs et victimes est un moyen d'atténuation relativement efficace pour les perturbations rayonnées. L'obtention d'un résultat satisfaisant exige également d'autres aspects pour contrôler les pénétrations conduites, par exemple:

- a) la sélection d'un câblage correct (ajout d'une chemise de blindage sur les câbles ou fils ou à l'aide de câbles blindés (blindages tressés));
- b) une bonne gestion de l'agencement des câbles (pose de câbles sur des plateaux métalliques ou dans des plateaux métalliques fermés, par exemple); et
- c) la mise en œuvre de bonnes pratiques de mise à la terre et de liaison cohérentes avec les composantes fréquentielles à contrôler.

Voir l'IEC 61000-5-1 concernant les considérations générales et l'IEC 61000-5-2 concernant la mise à la terre et le câblage, pour des lignes directrices concernant ces actions.

Les Articles C.3 à C.5 visent à présenter les principaux agencements utilisés dans les méthodes d'atténuation impliquant le blindage des installations, y compris l'introduction du concept de zones d'atténuation, un examen des types correspondants d'enveloppes blindées et les informations génériques relatives à la mise en œuvre du blindage, allant de l'équipement sensible au bâtiment complet, ainsi qu'aux moyens de traiter les ouvertures/pénétrations inévitables.

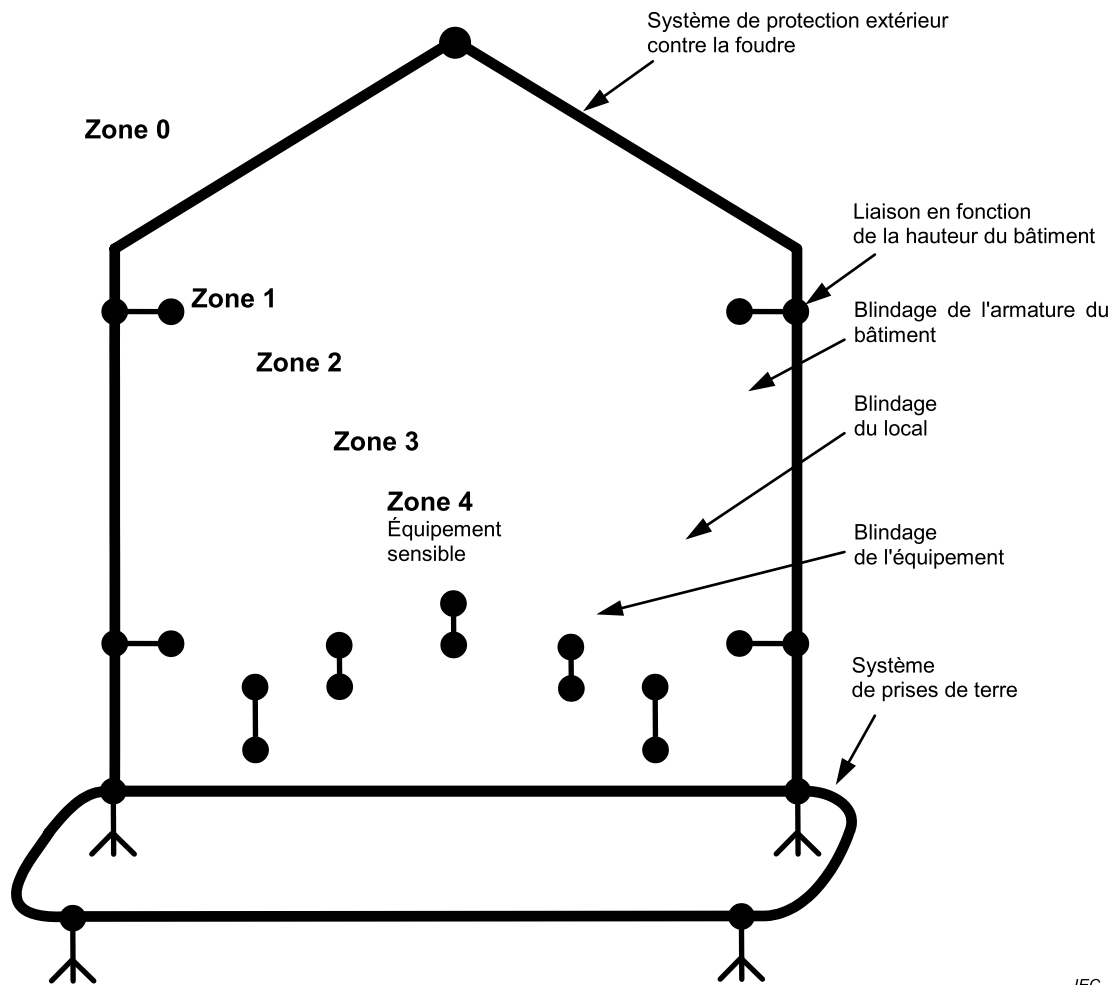
C.3 Classement des zones de protection

C.3.1 Généralités

Pour les besoins de la conception et de l'application des mesures d'atténuation appropriées, il est utile de hiérarchiser les zones de protection, de l'environnement non protégé à la forte protection des équipements particulièrement sensibles. Pour les besoins de l'Annexe C, les zones particulières sont définies comme suit:

- zone 0: pas de protection;
- zone 1: bâtiments protégés par des murs extérieurs en béton armé ou construction boulonnée métallique;
- zone 2: locaux blindés au moyen de matériaux spéciaux;
- zone 3: équipement interne blindé par des matériaux métalliques ou des enveloppes métallisées et situé en zone 1 ou en zone 2;
- zone 4: appareil sensible enfermé dans un châssis blindé spécial et situé en zone 1 ou en zone 2

La Figure C.2 présente un schéma de la hiérarchie de classement de protection des zones 0 à 4. Noter que toutes les barrières peuvent ne pas être présentes dans une installation donnée. Les zones peuvent être sélectionnées de manière à assurer l'atténuation exigée des perturbations externes, en gardant à l'esprit les aspects liés aux coûts.



IEC

Figure C.2 – Zones de protection des systèmes de blindage et de mise à la terre

C.3.2 Zone 1 – Blindage du bâtiment

La zone 1 s'applique aux bâtiments contenant des barres d'armature en fer soudé pour les murs extérieurs en béton ou avec des barres métalliques supplémentaires reliées au moyen de soudures ou de brides. Il convient de relier de préférence les barres d'armature avec le plus grand nombre de soudures possible. L'armature forme ainsi une bonne structure de mise à la terre. Noter que les barres d'armature en acier peuvent ne pas toujours être reliées de manière à établir une bonne liaison électrique. Dans ces cas, les barres d'armature en acier peuvent ne pas représenter un blindage électromagnétique adéquat à des fréquences plus élevées. Une première mesure importante est un paratonnerre bien conçu et mis en œuvre avec des connexions conductrices à la terre. Il convient que les pénétrations conductrices susceptibles d'être exposées à des niveaux élevés de champs électromagnétiques soient protégées avec un dispositif d'atténuation (dispositifs de protection contre les surtensions) et de filtrage approprié, de préférence en cas de pénétration dans la Zone 1. Une alternative au béton armé est la construction boulonnée métallique, qui fournit généralement un plus grand niveau d'atténuation qu'un mur extérieur en béton.

C.3.3 Zone 2 – Blindage du local

La Zone 2 s'applique aux installations intérieures avec des mesures de protection. Dans ce cas, le blindage est efficace lorsqu'il est composé de murs en tôles reliées (soudées) en continu ou de murs avec une surface métallique. Les murs boulonnés ou reliés d'une autre manière entraînent une dégradation de l'efficacité du blindage. Tous les blindages de fils

entrant dans cette zone doivent avoir une connexion courte aux murs métalliques (pour réduire l'inductance pour des transitoires à fréquence élevée).

Il convient également de protéger les fils pénétrants contre les surtensions avec un dispositif de limitation (dispositif de protection contre les surtensions) et de filtrage approprié.

C.3.4 Zone 3 – Blindage des équipements

La Zone 3 s'applique lorsque les équipements individuels sont protégés par des armoires métalliques ou des enveloppes métallisées. Il convient que la connexion à la terre soit un fil court menant à la terre. Il convient de protéger les pénétrations conductrices avec un système de limitation (dispositif de protection contre les surtensions) et de filtrage approprié.

C.3.5 Zone 4 – Protection supplémentaire

La Zone 4 s'applique au niveau des équipements individuels. Il n'est pas prévu que la meilleure approche consiste à blinder chaque élément de l'équipement, bien que cette zone puisse également inclure des équipements très sensibles qui peuvent exiger une protection supplémentaire.

C.4 Principes de conception relatifs au blindage

Les principes de conception présentés à l'Article C.4 n'ont pas vocation à servir de guide exhaustif pour la conception détaillée d'une installation spécifique. Il s'agit plutôt d'une vue d'ensemble des considérations de conception qui peuvent s'avérer utiles pour contrôler une installation proposée. Les techniques de blindage efficaces exigent d'être conçues par des spécialistes, en tenant compte des spécificités de l'installation. En appliquant différents matériaux, de bonnes performances du blindage peuvent être obtenues sur l'ensemble du spectre des champs électromagnétiques. Le blindage peut être assuré par les matériaux et constructions suivants:

- enveloppe métallique ou armoires;
- locaux avec murs métalliques continus;
- tapis, grilles et tôles à l'intérieur des murs fixés ou en fer soudé;
- grillage métallique ou blindage grillagé;
- tissu métallique ou métallisé;
- film métallique;
- tôles métalliques (cuivre, aluminium ou autres matériaux conducteurs);
- plastiques métallisés avec surfaces non endommagées et bon contact entre toutes les coutures;
- verre à vitres avec grillage métallique fusionné dans le verre ou verre métallisé, les deux liés en continu sur le blindage mural.

Il faut noter que pour le blindage contre les champs électriques à faible fréquence, le plastique métallisé peut être adéquat. Cependant, le blindage contre les champs magnétiques à faible fréquence exige des murs métalliques d'épaisseur, conductivité et perméabilité suffisantes. La continuité électrique des murs doit être garantie, notamment en cas de champs magnétiques à plus faible fréquence.

C.5 Efficacité du blindage

L'efficacité d'une enveloppe blindée dépend de nombreux paramètres. En théorie, une enveloppe blindée peut être conçue pour produire une atténuation allant de quelques dB à plus de 100 dB dans une plage de fréquences allant jusqu'à 10 GHz, voire plus. Toutefois, en

pratique, l'efficacité d'une enveloppe avec des pénétrations de tous types est réduite et limitée par ces pénétrations. Pour des raisons pratiques, l'efficacité du blindage d'une armoire métallique solide ou d'une enveloppe est principalement déterminée par les facteurs suivants:

- il convient que l'impédance de transfert de l'armoire ou de l'enveloppe soit aussi faible que possible;
- l'installation de câbles pénétrants: pour obtenir de bonnes performances, il convient que tous les câbles pénétrant dans l'armoire soient filtrés/limités et/ou que leurs blindages soient mis à la terre directement avec l'armoire (voir l'IEC 61000-5-2);
- il convient que la longueur électrique des soudures de toutes les parties de l'enveloppe soit la plus faible possible, de préférence inférieure à un dixième de la longueur d'onde de la perturbation incidente (cette limite conditionnelle ne s'applique pas aux champs magnétiques à faible fréquence);
- il convient que la taille des trous soit aussi petite que possible par rapport à la longueur d'onde incidente ou de prévoir des tuyaux (guide d'onde au-delà de la découpe).

Annexe D (informative)

Lignes directrices à destination de l'utilisateur de la présente Norme

Conformément au Guide 107 de l'IEC, les normes génériques relatives à l'immunité définissent un ensemble d'exigences, de procédures d'essai et de critères de performances généralisés applicables aux produits ou systèmes destinés à être utilisés dans l'environnement électromagnétique correspondant. La partie normative de ce document a considéré les principaux phénomènes électromagnétiques relatifs à cet environnement.

Toutefois, il existe d'autres phénomènes électromagnétiques pour lesquels la probabilité d'interférence est censée augmenter à l'avenir. Il convient que les comités CEM donnent des conseils et soutiennent les comités de produits lors de la détermination des niveaux d'immunité correspondants.

L'Annexe D informative a pour objet d'indiquer les essais et paramètres d'essai susceptibles d'être pertinents pour ces situations futures. Les comités de produits ou autres utilisateurs de la présente Norme sont informés de ces essais figurant dans le Tableau D.1 qui peuvent être pertinents pour les spécifications CEM futures.

Tableau D.1 – Essais d'immunité et niveaux d'essai à considérer à l'avenir ou pour des familles de produits particulières

Phénomène électromagnétique	Norme fondamentale	Niveaux d'essai/paramètres d'essai selon la norme fondamentale	Observations
Champ électromagnétique de radiofréquences rayonnées	IEC 61000-4-3	Modulation d'amplitude	D'autres schémas de modulation sont considérés et probablement des intensités de champ supérieures (p. ex.: 30 V/m) pour les situations d'étroite proximité.
Salve de transitoires rapides électriques	IEC 61000-4-4	Fréquences de répétition en rafales: 5 kHz et/ou 100 kHz	Il convient de noter que les éditions futures de la présente Norme peuvent considérer la fréquence de répétition de 100 kHz uniquement, car elle est plus proche de la réalité par rapport à la fréquence de répétition de 5 kHz traditionnelle.
Onde sinusoïdale	IEC 61000-4-12	3	Il convient d'en tenir compte pour les équipements susceptibles d'être exposés à des transitoires oscillatoires, induites dans les câbles basse tension en raison de la commutation des réseaux électriques et des charges réactives, des défauts et de la rupture d'isolation des circuits d'alimentation électrique ou paratonnerres.
Perturbations conduites en mode différentiel au-dessous de 150 kHz	IEC 61000-4-19	3	Il convient d'en tenir compte pour les équipements susceptibles aux perturbations d'alimentation en courant alternatif dans la plage de fréquences comprise entre 2 kHz et 150 kHz, générées par exemple par les systèmes PLC ou équipements électroniques de puissance.

Bibliographie

Les publications qui suivent ont été considérées comme pertinentes pour la présente norme.

Les publications [1] à [4] traitent des lignes directrices d'installation, des environnements électromagnétiques et des techniques d'atténuation utilisées.

Les publications [5] à [16] sont des normes IEC génériques ou de produits applicables aux produits spécifiques utilisés dans les environnements de centrales électriques et de postes.

- [1] IEC 61000-5-1:1996, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation – Section 1: Considérations générales – Publication fondamentale en CEM*
- [2] IEC 61000-5-2:1997, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation – Section 2: Mise à la terre et câblage*
- [3] IEC 61000-2 (toutes les parties), *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement*
- [4] CIGRE Guide N. 535, *EMC within Power Plants and Substations*, Working Group C4.208, Avril 2013
- [5] IEC 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*
- [6] IEC 60255-1:2009, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 1: Exigences communes*
- [7] IEC 60255-26:2013, *Relais de mesure et dispositifs de protection – Partie 26: Exigences de compatibilité électromagnétique*
- [8] IEC 61439-1:2011, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*
- [9] IEC 62271-1:2007, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*
- [10] IEC 60870-2-1:1995, *Matériels et systèmes de téléconduite – Partie 2: Conditions de fonctionnement – Section 1: Alimentation et compatibilité électromagnétique*
- [11] IEC TR 61000-5-6:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 5-6: Guide d'installation et d'atténuation – Atténuation des influences électromagnétiques externes*
- [12] IEC 61000-6-2:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*
- [13] IEC 61326-1:2012, *Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM – Partie 1: Exigences générales*
- [14] IEC 61800-3:2012, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 3: Exigences de CEM et méthodes d'essais spécifiques*
- [15] IEC 61812-1:2011, *Relais à temps spécifié pour applications industrielles et résidentielles – Partie 1: Exigences et essais*

[16] CISPR/TR 18-1:2010, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 1: Description of phenomena* (disponible en anglais seulement)

IEC 60050-161, *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Partie 161: Compatibilité électromagnétique*

IEC 60050-441, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) — Partie 441: Appareillage et fusibles*

IEC TR 61000-1-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-6: General – Guide to the assessment of measurement uncertainty* (disponible en anglais seulement)

IEC TR 61000-2-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-5: Environnement – Description et classification des environnements électromagnétiques*

IEC 61000-4-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-1: Techniques d'essai et de mesure – Vue d'ensemble de la série CEI 61000-4*

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

IEC 61000-4-19:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-19: Techniques d'essai et de mesure – Essai pour l'immunité aux perturbations conduites en mode différentiel et à la signalisation dans la gamme de fréquences de 2 kHz à 150 kHz, aux accès de puissance à courant alternatif*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch