

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Nuclear power plants – Instrumentation, control and electrical power systems –
Requirements for electromagnetic compatibility testing**

**Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation, de contrôle-
commande et d'alimentation électrique – Exigences relatives aux essais de
compatibilité électromagnétique**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 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.

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.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Nuclear power plants – Instrumentation, control and electrical power systems –
Requirements for electromagnetic compatibility testing**

**Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation, de contrôle-
commande et d'alimentation électrique – Exigences relatives aux essais de
compatibilité électromagnétique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.120.20

ISBN 978-2-8322-7844-4

**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	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	10
4 Abbreviated terms	11
5 EMC test requirements	12
6 Electromagnetic environment	13
7 Immunity testing	15
7.1 General	15
7.2 Applicability	15
7.3 Measurement uncertainty	15
7.4 Test requirements	16
7.5 Immunity test considerations for wireless technology	19
8 Emissions testing	20
9 Test considerations	21
10 Test report documentation	22
Annex A (normative) Functional quality criteria of nuclear I&C and electrical EUT for immunity	23
Annex B (informative) Quality characteristics defining the classification of electromagnetic environment severity in the locations where nuclear I&C and electrical power equipment is to be installed	24
Annex C (informative) Explanation for the degrees of severity of tests for EMC immunity	27
C.1 General	27
C.2 Immunity to electrostatic discharges according to IEC 61000-4-2	27
C.3 Immunity to radio-frequency electromagnetic field according to IEC 61000-4-3 (or IEC 61000-4-20)	27
C.4 Immunity to electrical fast transient/burst according to IEC 61000-4-4	28
C.5 Immunity to surge disturbances of large energy according to IEC 61000-4-5	28
C.6 Immunity to conducted disturbances induced by radiofrequency fields according to IEC 61000-4-6	28
C.7 Immunity to power frequency magnetic field according to IEC 61000-4-8	28
C.8 Immunity to pulse magnetic field according to IEC 61000-4-9	29
C.9 Immunity to a damped oscillatory magnetic field according to IEC 61000-4-10	29
C.10 Immunity to voltage dips and short voltage interruptions according to IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-29, and IEC 61000-4-34	29
C.11 Immunity to a ring wave surge according to IEC 61000-4-12	29
C.12 Immunity to a distortion of harmonics and interharmonics including mains signalling at AC power port according to IEC 61000-4-13	30
C.13 Immunity to fluctuations of power supply voltage according to IEC 61000-4-14	30
C.14 Immunity to conducted common mode disturbances in the frequency range of 0 Hz to 150 kHz according to IEC 61000-4-16	30
C.15 Immunity to ripple on DC input power ports according to IEC 61000-4-17	30
C.16 Immunity to oscillatory damped disturbances according to IEC 61000-4-18	31

C.17 Immunity to variation of power frequency according to IEC 61000-4-28.....	31
Annex D (informative) Guidance for tests and evaluation of the electromagnetic environment in a nuclear power plant.....	32
Annex E (informative) Guidance for tests and evaluation of conformance with the requirements for emissions and immunity of operating nuclear I&C and electrical equipment.....	33
Annex F (informative) Example form of test plan for nuclear I&C and electrical equipment tests for emissions and immunity	34
Annex G (informative) Example form of test report for nuclear I&C and electrical equipment tests for emissions and immunity	35
Annex H (informative) EMC testing of power electronics and adjustable speed drives.....	36
Bibliography.....	38
Figure 1 – Examples of ports	11
Figure 2 – Example of the situation of a power station	14
Table 1 – Description of applicable EMC immunity and emissions tests for nuclear I&C and electrical equipment important to safety	13
Table 2 – Immunity specifications – Enclosure port.....	16
Table 3 – Immunity specifications – Signal and control ports.....	17
Table 4 – Immunity specifications – Low voltage AC input and output power ports.....	18
Table 5 – Immunity specifications – Low voltage DC input and output power ports.....	19
Table 6 – Limits for radiated emissions from nuclear I&C and electrical equipment.....	20
Table 7 – Limits for conducted emissions from nuclear I&C and electrical equipment.....	21
Table A.1 – Functional quality criteria of nuclear I&C and electrical EUT for immunity	23
Table B.1 – Quality characteristics defining the classification of electromagnetic environment severity in the locations where nuclear I&C and electrical equipment is to be installed	24
Table H.1 – IEC 61800-3 conducted emissions limits for category C3 power distribution system in the second (typical industrial) environment	36
Table H.2 – IEC 61800-3 radiated emissions limits for category C3 power distribution system in the second (typical industrial) environment.....	37

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NUCLEAR POWER PLANTS – INSTRUMENTATION, CONTROL
AND ELECTRICAL POWER SYSTEMS – REQUIREMENTS
FOR ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY TESTING**

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 62003 has been prepared by subcommittee 45A: Instrumentation, control and electrical power systems of nuclear facilities, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2009. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) title modified.
- b) expand the scope to encompass Electromagnetic Magnetic Compatibility (EMC) considerations for electrical equipment.
- c) provide guidance for addressing the use of wireless technology.
- d) enhance the description of the electromagnetic environment to provide clarification when selecting custom test levels or for test exemptions.

- e) include example information to be contained within an EMC test plan.
- f) provide guidance for characterization of the electromagnetic environment at the point of installation within a nuclear facility.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
45A/1299/FDIS	45A/1303/RVD

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

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

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

a) Technical background, main issues and organization of the standard

This International Standard was prepared and based, to a very strong extent, on the current application of the IEC 61000 series for commercial equipment qualification for electromagnetic compatibility (EMC).

It is intended that this standard be used by operators of nuclear power plants (utilities), systems evaluators and by licensors.

b) Situation of the current standard in the structure of the SC 45A standard series

IEC 62003 is the third level SC 45A document dealing with the issue of qualification for electromagnetic compatibility (EMC) applicable to Instrumentation and Control (I&C) and electrical systems important to safety in nuclear facilities.

For more details on the structure of the SC 45A standard series see item d) of this introduction.

c) Recommendation and limitation regarding the application of this standard

It is important to note that this standard establishes no additional functional requirements for safety systems but clarifies the criteria to be applied for qualification to Electromagnetic and Radio Frequency Interference (EMI/RFI) from the commercial standards.

Aspects for which special requirements and recommendations have been produced, are:

- 1) IEC 61000 series with specific qualifications for nuclear applications around the world;
- 2) regulatory interpretations for requirements on level of qualification necessary and types of recommended testing to address all potential environmental stressors, related to this type of qualification;
- 3) IEC 61000-6-2, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic Standards – Immunity for industrial environments, addresses requirements for all industrial environments while this standard addresses environments in nuclear facilities specifically.

This standard is intended to align with the guidance contained within IEC 61000-6-5 and IEC 61000-6-7 where possible. Additional considerations from these standards can be used in conjunction with this standard when addressing the EMC of electrical and I&C equipment in nuclear facilities.

d) Description of the structure of the IEC SC45A standard series and relationships with other IEC documents and other bodies documents (IAEA, ISO)

The top-level documents of the IEC SC45A standard series are IEC 61513 and IEC 63046. IEC 61513 provides general requirements for I&C systems and equipment that are used to perform functions important to safety in NPPs. IEC 63046 provides general requirements for electrical power systems of NPPs; it covers power supply systems including the supply systems of the I&C systems. IEC 61513 and IEC 63046 are to be considered in conjunction and at the same level. IEC 61513 and IEC 63046 structure the IEC SC45A standard series and shape a complete framework establishing general requirements for instrumentation, control and electrical systems for nuclear power plants.

IEC 61513 and IEC 63046 refer directly to other IEC SC45A standards for general topics related to categorization of functions and classification of systems, qualification, separation, defence against common cause failure, control room design, electromagnetic compatibility, cybersecurity, software and hardware aspects for programmable digital systems, coordination of safety and security requirements and management of ageing. The standards referenced directly at this second level should be considered together with IEC 61513 and IEC 63046 as a consistent document set.

At a third level, IEC SC45A standards not directly referenced by IEC 61513 or by IEC 63046 are standards related to specific equipment, technical methods, or specific activities. Usually these documents, which make reference to second-level documents for general topics, can be used on their own.

A fourth level extending the IEC SC45 standard series, corresponds to the Technical Reports which are not normative.

The IEC SC45A standards series consistently implements and details the safety and security principles and basic aspects provided in the relevant IAEA safety standards and in the relevant documents of the IAEA nuclear security series (NSS). In particular this includes the IAEA requirements SSR-2/1, establishing safety requirements related to the design of nuclear power plants (NPPs), the IAEA safety guide SSG-30 dealing with the safety classification of structures, systems and components in NPPs, the IAEA safety guide SSG-39 dealing with the design of instrumentation and control systems for NPPs, the IAEA safety guide SSG-34 dealing with the design of electrical power systems for NPPs and the implementing guide NSS17 for computer security at nuclear facilities. The safety and security terminology and definitions used by SC45A standards are consistent with those used by the IAEA.

IEC 61513 and IEC 63046 have adopted a presentation format similar to the basic safety publication IEC 61508 with an overall life-cycle framework and a system life-cycle framework. Regarding nuclear safety, IEC 61513 and IEC 63046 provide the interpretation of the general requirements of IEC 61508-1, IEC 61508-2 and IEC 61508-4, for the nuclear application sector. In this framework IEC 60880, IEC 62138 and IEC 62566 correspond to IEC 61508-3 for the nuclear application sector. IEC 61513 and IEC 63046 refer to ISO as well as to IAEA GS-R part 2 and IAEA GS-G-3.1 and IAEA GS-G-3.5 for topics related to quality assurance (QA). At level 2, regarding nuclear security, IEC 62645 is the entry document for the IEC/SC45A security standards. It builds upon the valid high level principles and main concepts of the generic security standards, in particular ISO/IEC 27001 and ISO/IEC 27002; it adapts them and completes them to fit the nuclear context and coordinates with the IEC 62443 series. At level 2, IEC 60964 is the entry document for the IEC/SC45A control rooms standards and IEC 62342 is the entry document for the ageing management standards.

NOTE 1 It is assumed that for the design of I&C systems in NPPs that implement conventional safety functions (e.g. to address worker safety, asset protection, chemical hazards, process energy hazards) international or national standards would be applied.

NOTE 2 IEC/SC45A domain was extended in 2013 to cover electrical systems. In 2014 and 2015 discussions were held in IEC/SC45A to decide how and where general requirements for the design of electrical systems were to be considered. IEC/SC45A experts recommended that an independent standard be developed at the same level as IEC 61513 to establish general requirements for electrical systems. Project IEC 63046 is now launched to cover this objective. When IEC 63046 is published this NOTE 2 of the introduction of IEC/SC45A standards will be suppressed.

NUCLEAR POWER PLANTS – INSTRUMENTATION, CONTROL AND ELECTRICAL POWER SYSTEMS – REQUIREMENTS FOR ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY TESTING

1 Scope

This document establishes requirements for electromagnetic compatibility testing of instrumentation, control, and electrical equipment supplied for use in systems important to safety at nuclear power plants and other nuclear facilities. The document lists the applicable IEC standards (principally the IEC 61000 series) which define the general test methods, and provides the necessary application-specific parameters and criteria to ensure that nuclear safety requirements are met.

The normative part of this document is limited to the testing of equipment prior to installation in a nuclear power plant to demonstrate immunity to electromagnetic disturbances and to demonstrate that the equipment does not generate excessive emissions. Testing for the generation of excessive emissions is also applicable to non-safety equipment. This document includes informative annexes which provide additional guidance and describes approaches to maintaining electromagnetic compatibility for installed equipment. The intent of this document is to provide guidance for conducting the electromagnetic compatibility (EMC) qualification testing of the equipment and does not provide guidance for the installation of the equipment to prevent electromagnetic and radio frequency interference (EMI/RFI). However, the configuration of the equipment under test during EMC qualification testing is representative of the intended installation in a nuclear facility.

Protection against a high altitude electromagnetic pulse (HEMP) and intentional electromagnetic interference (IEMI) are outside of the scope of this document, but information can be found in IEC 61000-4-23, IEC 61000-4-24, and IEC 61000-4-25 (HEMP) and IEC 61000-4-36 (IEMI) to address these phenomena.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC/IEEE 60780-323, *Nuclear facilities – Electrical equipment important to safety – Qualification*

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 61000-4-2, *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 61000-4-9, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-9: Testing and measurement techniques – Impulse magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-10, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-10: Testing and measurement techniques – Damped oscillatory 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 61000-4-12, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-12: Testing and measurement techniques – Ring wave immunity test*

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

IEC 61000-4-14, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-14: Testing and measurement techniques – Voltage fluctuation immunity test*

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

IEC 61000-4-28, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-28: Testing and measurement techniques – Variation of power frequency, 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 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61000-6-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-5: Generic standards – Immunity for equipment used in power station and substation environment*

IEC 61000-6-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-7: Generic standards – Immunity requirements for equipment intended to perform functions in a safety-related system (functional safety) in industrial locations*

IEC 61226, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Classification of instrumentation and control functions*

3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1

acceptance criteria

specified bounds on the value of a functional indicator or condition indicator used to assess the ability of a structure, system or component to perform its design function

[SOURCE: IAEA Safety Glossary, edition 2016]

3.2

electromagnetic compatibility

EMC

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

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

3.3

electromagnetic environment

totality of electromagnetic phenomena existing at a given location

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

3.4

immunity <to a disturbance>

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

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

3.5

electrostatic discharge

transfer of electric charge between bodies of different electrostatic potential in proximity or through direct contact

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-01-22]

3.6**equipment under test**

EUT

equipment under test can be a single unit or multiple units interconnected by cables, data links, etc.

[SOURCE: IEC 61000-4-25:2001, 3.10]

3.7**port**

particular interface of an equipment, which couples this equipment with the external electromagnetic environment and through which the equipment is influenced by the environment (see Figure 1)

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-01-27]

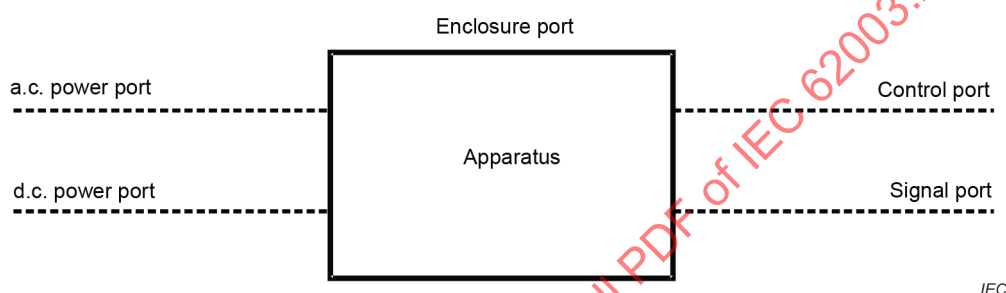


Figure 1 – Examples of ports

3.8**radiofrequency**

RF

frequency of the electromagnetic spectrum that is between the audio frequency portion and the infrared portion

[SOURCE: IEC 61000-4-23:2000, 3.37]

3.9**transient**

pertaining to or designating a phenomenon or a quantity which varies between two consecutive steady states during a time interval that is short when compared with the time-scale of interest

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-02-01]

4 Abbreviated terms

AC	Alternative current
DC	Direct current
EFT	Electrical fast transient
EMI/RFI	Electromagnetic and radiofrequency interference
EMC	Electromagnetic compatibility
ESD	Electrostatic discharge
EUT	Equipment under test
HEMP	High altitude electromagnetic pulse

HV	High voltage
IEMI	Intentional electromagnetic interference
I/O	Input/output
I&C	Instrumentation and control
LISN	Line impedance stabilization network
LV	Low voltage
MV	Medium voltage
UPS	Uninterruptible power system

5 EMC test requirements

Nuclear instrumentation, control, and electrical equipment important to the safety of a nuclear plant (as defined in the IEC/IEEE 60780-323 standard) shall satisfy the requirements for emissions generated by the equipment and immunity to electromagnetic interference as documented in this document. Controlling the emissions from all types of equipment (important to safety and non-safety equipment) is necessary to ensure that the electromagnetic environment is bounded by the test levels recommended in this standard.

Table 1 contains a list and description of the EMC immunity and emissions tests applicable to nuclear I&C and electrical equipment important to safety to be installed into a nuclear facility. These tests address the main types of electromagnetic disturbances found in a typical nuclear power plant environment and not all types of tests may be applicable for a particular piece of equipment or installation. Adequate technical justification for the elimination of particular tests should be provided in the EMC purchase specification, test plan, and/or test report. Further guidance regarding the applicability of the various tests, test levels, and frequency ranges can be found in IEC 61000-6-5 (immunity for power station equipment) and IEC 61000-6-7 (immunity for safety-related system in industrial locations).

In the case of existing and installed equipment inside nuclear power plants, the requirements defined in this document may be aligned according to the state-of-the-art for EMC qualification testing valid during the time of installation. For such equipment, operational experience may be taken into account.

The guidance in this document was developed for I&C equipment but may also be applied to electrical equipment. However, because of the unique nature of electrical (power) equipment, some additional considerations might be required. An example of these considerations is provided in Annex H.

When the electromagnetic environment in a plant is unknown, it may become necessary to obtain emissions data at the point of the installation, using guidance in Annex D. Guidance in Annex E can be used to determine the EMC performance of equipment already installed in a nuclear power plant facility.

Table 1 – Description of applicable EMC immunity and emissions tests for nuclear I&C and electrical equipment important to safety

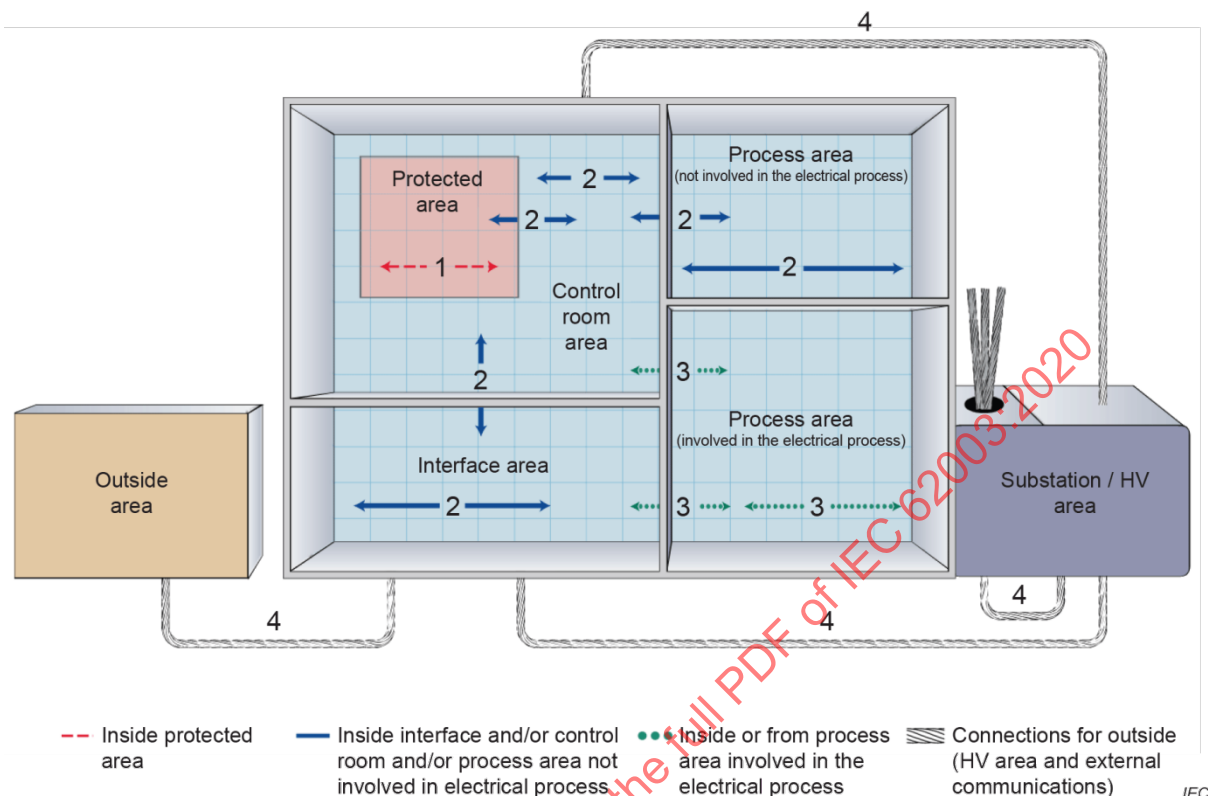
Test standard	EMC test description
EMC immunity tests	
IEC 61000-4-2	Electrostatic Discharge (ESD)
IEC 61000-4-3/IEC 61000-4-20	High frequency radiated
IEC 61000-4-4	Electrical Fast Transient (EFT)
IEC 61000-4-5	Surge (combination wave)
IEC 61000-4-6	High frequency conducted
IEC 61000-4-8	Magnetic field – Power frequency
IEC 61000-4-9	Pulse magnetic field
IEC 61000-4-10	Damped oscillatory magnetic field
IEC 61000-4-11	Voltage dips, interrupts (AC ≤ 16 A)
IEC 61000-4-12	Surge (ring wave)
IEC 61000-4-13	Power frequency harmonics
IEC 61000-4-14	Voltage fluctuations
IEC 61000-4-16	Low frequency conducted
IEC 61000-4-17	Ripple on d.c. power supply
IEC 61000-4-18	Surge (damped oscillatory wave)
IEC 61000-4-28	Power frequency variation
IEC 61000-4-29	Voltage dips, interrupts (DC)
IEC 61000-4-34	Voltage dips, interrupts (AC > 16 A)
EMC emissions tests	
IEC 61000-6-4	High frequency conducted
IEC 61000-6-4	High frequency radiated

6 Electromagnetic environment

The typical locations covered by this document are found within nuclear power plants and similar nuclear facilities. The locations generally follow a typical power plant installation shown in Figure 2 based on IEC 61000-6-5. In Figure 2, the solid lines do not represent physical boundaries between the areas where the equipment is installed, but indicate generic boundaries between electromagnetic environments. A majority of the I&C and electrical equipment covered under this document will be located in environments defined as interface type 2 meaning that it will not directly interface with the electrical process (medium and high voltage power distribution). For I&C and electrical equipment that does directly interface with the electrical process, the typical environment would be defined as interface type 3 in Figure 2. Therefore, the test levels specified in this document will be based upon the assumption that the equipment to be tested will be installed in these interface type 2 or interface type 3 areas of the plant.

It should be noted that the electromagnetic environment within these interface type 2 and 3 (and other) areas can vary significantly depending on the specific plant location and installation/design practices. If the equipment will be installed in a more or less severe environment (or if the country specific standards are different), then the test levels can deviate from those presented in this document as long as an appropriately documented justification is provided. Guidance is provided in Annex B to aid in determining specific test levels and providing the proper justification based upon the intended installation location. Further information on the interface types in typical power stations can be found in

IEC 61000-6-5. Additional information for classification of the electromagnetic environment can be found in IEC TR 61000-2-5.



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 such as routers, computers, etc.

The interface area can contain for example equipment and systems connected to the outside with measures such as 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

7 Immunity testing

7.1 General

Nuclear I&C and electrical equipment important to the safety of a nuclear plant shall satisfy the requirements for immunity to electromagnetic interference documented in Table 1 of this document. If an item is deemed to be inappropriate for the EUT, exemption shall be justified by consideration of operating conditions or other relevant factors and documented in the EMC test plan. The degrees of test severity and acceptance criteria that are established for nuclear I&C and electrical equipment emissions and immunity testing shall be documented in the EMC test plan and test report.

Immunity levels for nuclear I&C and electrical equipment have been established in accordance with Table 2 through Table 5 for a typical installation in a nuclear facility. For each item of nuclear I&C and electrical equipment, if one or more of the immunity levels from Table 2 through Table 5 are determined to be inadequate (too restrictive or non-conservative) for the different disturbance types in Table 1 then the individual test level(s) can be established and properly documented in the EMC test plan based on the severity of the electromagnetic environment (using guidance from Annex B) where the system will be installed or the category of function performed by the system to be installed (based upon IEC 61226). Electromagnetic environments are classified in accordance with the qualitative parameters in informative Annex B and Annex C. Country-specific clauses may require the application of higher or lower immunity levels.

The functional quality criteria for nuclear I&C and electrical equipment belonging to safety systems (items) or systems (items) important to safety shall meet criterion A, as defined in Annex A, except if it is justified that transitory degradation of performance does not affect the safety function. The justification shall be documented in the EMC test plan. Other systems shall meet a functional quality criterion based on the application or country specific practices.

The acceptance criteria for the system performance, power and signal I/O deviations, and other characteristics shall be specified in the EMC test plan. The acceptance criteria should take into account the intended application of the equipment and its potential impact on nuclear power plant safety.

7.2 Applicability

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

The immunity test requirements for equipment intended for use in nuclear power plants reflect the situation given in Figure 2 for interface type 2 and interface type 3 and are provided in Table 2 through Table 5. Tests shall be applied to the relevant ports of equipment according to Table 2 through Table 5. Tests shall only be carried out where the relevant ports exist.

Exemptions for any of the particular immunity tests (if applicable) are noted within the tables. 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 documented in the EMC test plan and test report. Further information regarding test exemptions can be found in Annex C based upon the electromagnetic environment characteristics described in Annex B.

7.3 Measurement uncertainty

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

7.4 Test requirements

The immunity test requirements specified in this subclause are based on the expectation that the electromagnetic environment is consistent with interface type 2 or interface type 3 of Figure 2. However, if the expected electromagnetic environment at the point of installation varies significantly from these interface types (based on an analysis using guidance in Annex B and Annex C or measurements collected using guidance in Annex D) then the test requirements shall be modified appropriately. The test requirements 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 2 to Table 5. The content of these basic standards is not repeated here; however, additional information for the practical application of the tests are given in this document. The guidance provided in the basic standards, including any test exemptions, shall be followed unless specifically stated in this document.

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.

Table 2 – Immunity specifications – Enclosure port

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specification
1.1	Electrostatic discharge ^a	IEC 61000-4-2	Test Level 4
1.2	Radiated, radio frequency electromagnetic field ^{b,c}	IEC 61000-4-3/ IEC 61000-4-20	Test Level 3
1.3	Power frequency magnetic field ^d	IEC 61000-4-8	Test Level 3
1.4	Pulse magnetic field ^{d,e}	IEC 61000-4-9	Test Level 3
1.5	Damped oscillatory magnetic field ^{d,f}	IEC 61000-4-10	Test Level 3
^a See the basic standard for applicability of contact and/or air discharge tests. ^b Start frequency of test should correspond to the stop frequency of IEC 61000-4-6 or 26 MHz if IEC 61000-4-6 is not performed. ^c Stop frequency of test should be 6 GHz unless otherwise specified in the product specification. Further guidance for addressing wireless devices can be found in 7.5. ^d Applicable only to equipment containing devices susceptible to magnetic fields (e.g. Hall elements, magnetic field sensors). ^e Applicable only for equipment near conductors that have the potential to carry currents from lightning strikes or high current power faults. ^f Applicable only for equipment near medium voltage and high voltage bus switching.			

Table 3 – Immunity specifications – Signal and control ports

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications for locations according to Figure 2	
			Interface type 2	Interface type 3
2.1	Fast transient/burst ^a	IEC 61000-4-4	Test Level 3	Test Level 4
2.2	Surge – Combination wave ^b	IEC 61000-4-5	Test Level 2	Test Level 3
2.3	Conducted disturbances, induced by radio- frequency fields	IEC 61000-4-6	Test Level 3	Test Level 3
2.4	Surge – Ring wave ^b	IEC 61000-4-12	Test Level 3	Test Level 3
2.5	Mains frequency voltage ^c	IEC 61000-4-16	Test Level 3	Test Level 3
2.6	Conducted common mode disturbances ^c	IEC 61000-4-16	Test Level 3	Test Level 3
2.7	Damped oscillatory wave	IEC 61000-4-18	No test	Test Level 3 ^d
^a No test is needed for cables shorter than 3 m. ^b No test is needed for cables shorter than 10 m. ^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 Applicable only for equipment installed near medium and high voltage bus switching or if cables are linked with medium and high voltage switching equipment.				

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62003:2020

Table 4 – Immunity specifications – Low voltage AC input and output power ports

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications for locations according to Figure 2	
			Interface type 2	Interface type 3
3.1	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	Test Level 3	Test Level 4
3.2	Surge – combination wave	IEC 61000-4-5	Test Level 3	Test Level 3
3.3	Conducted disturbances, induced by radio- frequency fields	IEC 61000-4-6	Test Level 3	Test Level 3
3.4	Voltage dips ^{c,d}	IEC 61000-4-11 ^a IEC 61000-4-34 ^b	0 % UT during 1 cycle 40 % UT during 10/12 cycles 70 % UT during 25/30 cycles	0 % UT during 1 cycle 40 % UT during 10/12 cycles 70 % UT during 25/30 cycles
3.5	Short voltage interruptions ^{c,d}	IEC 61000-4-11 ^a IEC 61000-4-34 ^b	0 % UT during 250/300 cycles	0 % UT during 250/300 cycles
3.6	Surge – ring wave	IEC 61000-4-12	Test Level 3	Test Level 3
3.7	Power frequency harmonics ^d	IEC 61000-4-13	Test Level 3	Test Level 3
3.8	Voltage fluctuations ^d	IEC 61000-4-14	Test Level 3	Test Level 3
3.9	Mains frequency voltage ^e	IEC 61000-4-16	Test Level 3	Test Level 3
3.10	Conducted common mode disturbances ^e	IEC 61000-4-16	Test Level 3	Test Level 3
3.11	Damped oscillatory wave ^f	IEC 61000-4-18	No test	Test Level 3
3.12	Power frequency variation ^d	IEC 61000-4-28	Test Level 3	Test Level 3
NOTE 1 For equipment with input current rating > 16 A, the tests should be limited to the power port of electronic units/modules, etc. NOTE 2 UT corresponds to the nominal voltage of the equipment. NOTE 3 “10/12 cycles” means “10 cycles for 50 Hz test” and “12 cycles for 60 Hz test” (and similarly for 25/30 cycles and 250/300 cycles). Tests need to be performed for power frequencies only which are relevant for the EUT and its intended use. ^a Applicable to equipment with mains current ≤ 16 A per phase. ^b Applicable to equipment with mains current more than 16 A per phase. ^c Not applicable to low voltage AC output power ports. ^d May not be applicable if adequate and documented power quality controls are in place at the nuclear facility. ^e 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. ^f Applicable only for equipment near medium voltage and high voltage bus switching.				

Table 5 – Immunity specifications – Low voltage DC input and output power ports

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications for locations according to Figure 2	
			Interface type 2	Interface type 3
4.1	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	Test Level 3	Test Level 4
4.2	Surge – Combination wave	IEC 61000-4-5	Test Level 3	Test Level 3
4.3	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	Test Level 3	Test Level 3
4.4	Surge – Ring wave	IEC 61000-4-12	Test Level 3	Test Level 3
4.5	Mains frequency voltage ^a	IEC 61000-4-16	Test Level 3	Test Level 3
4.6	Conducted common mode disturbances ^a	IEC 61000-4-16	Test Level 3	Test Level 3
4.7	Ripple on DC power supply ^b	IEC 61000-4-17	Test Level 3	Test Level 3
4.8	Damped oscillatory wave	IEC 61000-4-18	No test	Test Level 3 ^c
4.9	Voltage dips ^{b, d, e}	IEC 61000-4-29	40 % UT for 10 ms 70 % UT for 10 ms	40 % UT for 10 ms 70 % UT for 10 ms
4.10	Short voltage interruptions ^{b, d, e}	IEC 61000-4-29	0 % UT for 20 ms	0 % UT for 20 ms
NOTE 1 The DC ports which are not intended to be connected to a d.c. distribution network shall be tested as signal ports.				
NOTE 2 For equipment with input current rating ≥ 16 A, the tests should be limited to the power port of electronic units/modules, etc.				
NOTE 3 UT corresponds to the nominal voltage of the equipment.				
^a 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.				
^b May not be applicable if adequate and documented power quality controls are in place at the nuclear facility.				
^c Applicable only for equipment near medium voltage and high voltage bus switching.				
^d Not applicable to low voltage DC output power ports.				
^e The values are consistent with the recommended test levels from IEC 61000-6-5.				

7.5 Immunity test considerations for wireless technology

The impact of wireless technology on nuclear I&C and electrical equipment is evaluated as part of the radiated immunity testing according to IEC 61000-4-3 (or IEC 61000-4-20). This testing demonstrates that the equipment can tolerate radiated electric field strengths at the levels specified during qualification testing. Once the immunity level has been established, an exclusion zone distance shall be calculated based upon free-space propagation models and shall account for the output power and antenna gain of the wireless device. The demonstrated immunity level shall be 8 dB higher than the expected field strength of the wireless device used to calculate the exclusion distance boundary.

If the calculated exclusion distance is too stringent for the intended wireless device application (such as a portable device that shall be used in close proximity to nuclear I&C and electrical equipment), then the test level at the transmitting frequency(ies) of the wireless device(s) can be increased for the IEC 61000-4-3 (or IEC 61000-4-20) test method to a field strength necessary to accommodate the intended exclusion distance. For example, if a 1 W transmitter with an antenna gain of 1,5 dBi will result in an exclusion distance of approximately 1,7 m. If this device shall be used within a distance of 0,5 m of the I&C and

electrical equipment then the expected field strength would be almost 14 V/m. This system could be tested to a field strength of 35 V/m for the frequencies of interest to provide confidence that the equipment will not malfunction in the presence of the wireless device. Similar guidance is provided in IEC 61000-6-7 to test at levels and frequency ranges consistent with those of typical wireless devices.

8 Emissions testing

Nuclear I&C and electrical equipment are also required to satisfy emission requirements to ensure that the electromagnetic environment in the plant is being maintained at levels addressed in this document. The emissions requirements apply to safety systems (items), systems (items) important to safety, and all other systems (items) that will be installed in the vicinity of safety or important to safety systems (items). The vicinity can include the immediate area surrounding the equipment as well as any areas impacted by the routing of power, signal, and communication cables associated with the equipment under test. The equipment shall meet the requirements of IEC 61000-6-4. Table 6 contains the requirements for radiated emissions from the equipment and Table 7 contains the requirements for conducted emissions on the input power port to the equipment. The guidance provided in IEC 61000-6-4 shall be adhered to for the testing unless stated otherwise in this document. The limits contained within this document can be relaxed based upon technical justification such as emissions data from the point of installation showing that the existing levels exceed the levels from the EUT.

Table 6 – Limits for radiated emissions from nuclear I&C and electrical equipment

Port	Frequency band MHz	Field strength
Enclosure	30 – 230	40 dB (μV/m) quasi-peak at 10 m ^a
	230 – 1 000	47 dB (μV/m) quasi-peak at 10 m ^a
	1 000 – 3 000	76 dB (μV/m) peak at 3 m
		56 dB (μV/m) average at 3 m
	3 000 – 6 000	80 dB (μV/m) peak at 3 m 60 dB (μV/m) average at 3 m
NOTE 1 Stationary or large-sized equipment for which testing in a laboratory in accordance with norms of this table is not possible, may be tested in its operational place at a distance of 10 m (if possible) from the wall of the building where the equipment is allocated.		
NOTE 2 At the transition frequency, the more stringent limit shall apply.		
^a It is acceptable to carry out measurement at a distance of 30 m using norms of this table, decreased by 10 dB. It is also acceptable to carry out the measurement at a distance of 3 m with the limit increased by 10 dB. Care should be taken when testing large electrical and I&C equipment at a distance of 3 m.		

Table 7 – Limits for conducted emissions from nuclear I&C and electrical equipment

Port	Frequency band MHz	Voltage value
Low voltage AC mains	0,15 – 0,5	79 dB (µV) quasi-peak 66 dB (µV) average
	0,5 – 30	73 dB (µV) quasi-peak 60 dB (µV) average
Low voltage DC mains	0,15 – 0,5	89 dB (µV) quasi-peak 76 dB (µV) average
	0,5 – 30	83 dB (µV) quasi-peak 70 dB (µV) average
NOTE 1 When testing of stationary or large-sized equipment cannot be performed in a laboratory in accordance with the requirements of IEC 61000-6-4, the equipment may be tested in its manufacturing or operational place. NOTE 2 At the transition frequency, the more stringent limit shall apply. NOTE 3 Short duration man-made interferences, emitted by nuclear I&C and electrical equipment with a repetition rate of less than 5 per minute, need not be taken into account. Short duration man-made interference with a repetition rate of more than 30 per minute should be taken into account with norms given in this table. It is acceptable to decrease norms by 20/N to 30/N (where N is the number of interference repetition per minute) for short-time man-made interferences with a repetition rate of between 5 and 30 per minute. NOTE 4 Also, any connections other than AC power ports may be taken into account (signal, control, d.c. power).		

9 Test considerations

Nuclear I&C and electrical equipment shall be tested for emissions and immunity in order to evaluate the compliance with requirements established in this document.

Test equipment and test methods shall be defined in accordance with the specific standards identified in Table 1 and outlined in the EMC test plan. Example information that should be contained within an EMC test plan is provided in Annex F.

The 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.

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. The type of cable connector for each port shall be recorded in the test report.

Nuclear I&C and electrical EUT shall be installed and connected to power supply, input/output lines, signal and grounding circuits in accordance with vendor technical documentation and/or in accordance with how the equipment will be installed in the plant. Additional grounding, not provided in the installation, is inadmissible. The position of tested nuclear I&C and electrical equipment and equipment functionally interacting with it shall correspond to the conditions indicated in technical documentation on the nuclear I&C and electrical equipment. If the position of equipment and cables is not indicated, it shall correspond to a typical application.

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

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

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.

EMC certification tests of nuclear I&C and electrical equipment in reference to the requirements of this document shall be carried out by testing organizations qualified to perform the test(s).

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. Annex E contains information regarding the performance of in-situ EMC testing.

10 Test report documentation

The manufacturer can demonstrate the compliance of the product with the specifications of this document by means of testing and an EMC 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 production, and serial number.

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

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

EMC test reports may be prepared in accordance with Annex G.

Annex A (normative)

Functional quality criteria of nuclear I&C and electrical EUT for immunity

The classification of functional quality criteria of nuclear I&C and electrical EUT for immunity equipment in Table A.1 should be related to the safety classification of the equipment. The minimum performance level or the permissible performance loss of the I&C and electrical EUT during immunity testing should be defined by the manufacturer and included in the EMC test plan. In general, Functional quality criteria A applies to safety systems (items) and systems (items) important to safety, unless justification is provided in the EMC test plan for using a lower criteria.

Table A.1 – Functional quality criteria of nuclear I&C and electrical EUT for immunity

Functional quality criteria of nuclear I&C and electrical EUT for immunity	Operational quality of nuclear I&C and electrical equipment during tests for immunity
A	The apparatus shall continue to operate as intended. No degradation of performance or loss of function is allowed below a performance level specified by the manufacturer when the apparatus is used as intended. The performance level may be replaced by a permissible loss of performance. If the minimum performance level or the permissible performance loss is not specified by the manufacturer, then either of these may be derived from the product description and documentation and what the user may reasonably expect from the apparatus if used as intended.
B	The apparatus 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 apparatus is used as intended. The performance level may be replaced by a permissible loss of performance. During the test degradation of performance is allowed. If the minimum performance level or the permissible performance loss is not specified by the manufacturer, then either of these may be derived from the product description and documentation and what the user may reasonably expect from the apparatus if used as intended.
C	Temporary loss of function is allowed, provided the function is self-recoverable or can be restored by the operation of controls.

Annex B (informative)

Quality characteristics defining the classification of electromagnetic environment severity in the locations where nuclear I&C and electrical power equipment is to be installed

Table B.1 gives quality characteristics defining the classification of electromagnetic environment severity in the locations where nuclear I&C and electrical equipment is to be installed.

Table B.1 – Quality characteristics defining the classification of electromagnetic environment severity in the locations where nuclear I&C and electrical equipment is to be installed

Item number	Conditions for placing, mounting and assembling nuclear I&C and electrical equipment	Severity of electromagnetic environment			
		Light electromagnetic environment	Middle electromagnetic environment	Generic electromagnetic environment	Severe electromagnetic environment
1	Grounding system	Nuclear I&C and electrical equipment is equipped with specially designed systems of signalling and protecting grounding systems	Nuclear I&C and electrical equipment is equipped with specially designed signal grounding system and is connected to the general protecting grounding system	Nuclear I&C and electrical equipment and power equipment have common protecting grounding system	There is no grounding system specially designed for nuclear I&C and electrical equipment, and the equipment is grounded inappropriately
2	Shielding properties of a location	Walls, floor and ceiling of a location have satisfactory shielding properties. Damping factor for the noise in a range of 0,15 MHz – 30 MHz is not less than 20 dB	A location does not possess shielding properties. Damping factor for the noise in a range of 0,15 MHz – 30 MHz does not exceed 10 dB	There are no requirements for shielding a location	There are no requirements for shielding a location
3	Power supply system	The equipment is powered through a decoupling transformer and is powered from an uninterruptable power supply or from an independent feeder	The equipment does not contain a decoupling transformer and is powered from an uninterruptable power supply or from an independent feeder	The equipment has a power supply that is common with other equipment	The equipment has a power supply that is common with other equipment
4	Mounting and assembling conditions in a location	Inductive loads are equipped with noise suppression appliances. Signal/control lines are shielded, and shields are connected at both ends to grounding system. Power lines have line filters and protection against excessive voltage	Inductive loads are not equipped with noise suppression devices. Contacts on loads are protected. Lines with different levels of signals and voltages are unsatisfactorily spaced each from the other. There are cables, which contain power, signal, control, and communication lines. Power lines have protection against excessive voltage	Inductive loads are not equipped with noise suppression devices. There is no space between lines with different levels of signals and voltage. Cables for feeding, power, control, information and communication are not spaced. Cables are used with lines of different destination. Cables are not shielded and not protected against excessive voltage	Inductive loads are not equipped with noise suppression devices. There is no space between lines with different levels of signals and voltage. Cables for feeding power, control, information and communication are not spaced. Cables are used with lines of different destination. Cables are not shielded and not protected against excessive voltage

Item number	Conditions for placing, mounting and assembling nuclear I&C and electrical equipment	Severity of electromagnetic environment			
		Light electromagnetic environment	Middle electromagnetic environment	Generic electromagnetic environment	Severe electromagnetic environment
5	Nuclear I&C and electrical equipment placement conditions	Nuclear I&C and electrical equipment is placed in a common location. External data and communication cables connected to nuclear I&C and electrical equipment are protected against excess voltage and have galvanic separation	Part of nuclear I&C and electrical equipment is placed in another location of the same building. Data communications to these parts have galvanic separation. Communications of the equipment going beyond the building are protected against excess voltage and have galvanic separation	Nuclear I&C and electrical equipment is placed outside the main building. Parts of nuclear I&C and electrical equipment are concentrated in different locations and have galvanic separation each from other. Communication cables going beyond the main building are protected against excess voltage.	Nuclear I&C and electrical equipment is placed within the main building and outside it. The nuclear I&C and electrical equipment in the different locations do not have galvanic separation from each other. Not all the signal/control lines are protected against excess voltage. There are signal/control lines going beyond the main building
6	The existence of other equipment in a location	There is no other equipment connected to the same supply main as the nuclear I&C and electrical equipment. The light is provided by incandescent or luminescent lamps operating from a separate supply main	There is other equipment in a location connected to the same supply main as the nuclear I&C and electrical equipment. No requirements are given for the type and power supply of lamps. There could be high-voltage equipment and sources of electrostatic discharges in the location	There is other equipment in a location connected to the same supply main as the nuclear I&C and electrical equipment. No requirements are given for the type and power supply of lamps. There could be high-voltage equipment and sources of electrostatic discharges in the location	There is other equipment in a location connected to the same supply main as the nuclear I&C and electrical equipment. No requirements are given for the type and power supply of lamps. There could be high-voltage equipment and sources of electrostatic discharges in the location
7	The use of hand-held transceivers, cellular telephone systems and fixed radio stations in locations where nuclear I&C and electrical equipment is placed.	The use of hand-held transceivers, cellular telephone systems and fixed radio stations is prohibited. Prohibition on hand-held transceivers, cellular telephone systems is rigorously enforced and integrity of control measures to enforce prohibition are adequately justified.	Limited use of hand-held transceivers, cellular telephone systems and fixed radio stations with a power not more than 2 W at an appropriate distance – based on the maximum disturbances you can allow and the power of the device. Limits on hand-held transceivers, cellular telephone systems are rigorously enforced and integrity of control measures to enforce limits are adequately justified	Limited use of hand-held transceivers, cellular telephone systems with a power not more than 2 W at an appropriate distance – based on the maximum disturbances you can allow and the power of the device. Limits on hand-held transceivers, cellular telephone systems are rigorously enforced and integrity of control measures to enforce limits are adequately justified.	Possible unlimited use of hand-held transceivers, cellular telephone systems with a power not more than 2 W. Powerful fixed radio transmitters at an appropriate distance – based on the maximum disturbances you can allow and the power of the device.

Item number	Conditions for placing, mounting and assembling nuclear I&C and electrical equipment	Severity of electromagnetic environment			
		Light electromagnetic environment	Middle electromagnetic environment	Generic electromagnetic environment	Severe electromagnetic environment
8	Static charge generation properties of a location	Use of synthetic materials for flooring and furniture within vicinity of equipment. Anti-static precautions in use.	Use of synthetic materials for flooring and furniture within vicinity of equipment. Anti-static precautions in use.	Use of synthetic materials for flooring and furniture within vicinity of equipment. No anti-static precautions in use.	Use of synthetic materials for flooring and furniture within vicinity of equipment. No anti-static precautions in use. Low humidity ambient environment.
9	Cable routing	Cables are laid at separate shelves according to their purpose: 6, 10 kV power cables, 0,4 kV power cables. Signal/control lines are shielded and laid in metal boxes grounded lengthwise.	Cables are laid at separate shelves according to their purpose: 6, 10 kV power cables, 0,4 kV power cables. Signal/control lines are shielded and laid in metal boxes grounded at points of intersection with power cables.	No requirements imposed. It is allowed to place signal/control lines at separate shelves next to the shelves for power cables, transformers, rotating machines, radio communication devices.	No requirements imposed. It is allowed to place of power and signal/control lines at the same shelf and in close proximity to transformers, rotating machines, variable frequency drives, radio-frequency radiation sources.
NOTE 1 This Table is representative of an approach to defining the Electromagnetic Environment (EME). It is not intended to be definite – each user should consider what characteristics are appropriate for their application. Operating experience on the electromagnetic environment conditions at the same or similar point of installation can be used in the analysis. NOTE 2 Electromagnetic environment as a whole is determined by the most severe condition, characterizing environment for placing, mounting and assembling nuclear I&C and electrical equipment. NOTE 3 Technical solutions for addressing EM/RFI should be provided in the design documentation, such as means of cable shield grounding.					

Annex C

(informative)

Explanation for the degrees of severity of tests for EMC immunity

C.1 General

The EMC practices and methodologies for testing included in this document are only elements of the total program that is needed to ensure EMC within nuclear power plants. In addition to assessing the electromagnetic environment, plants should apply appropriate practices for grounding, noise-minimization and emission control techniques for I&C and electrical systems as part of the overall EMC program.

The following clauses describe the application and test levels of the immunity tests listed in Table 1. Included in the clauses are the elements of the electromagnetic environment from Table B.1 that have the greatest impact on the severity of the immunity test. This information can be used as part of the justification for increasing or decreasing the test level of each individual immunity test.

C.2 Immunity to electrostatic discharges according to IEC 61000-4-2

This phenomenon corresponds to the electric discharge similar to that which occurs through the body of an operator when they touch the metal parts of equipment.

Parameters for testing nuclear I&C and electrical equipment for immunity due to the impact of contact and air electrostatic discharges according to IEC 61000-4-2 on the enclosure shall be established in accordance with Test Level 4 of IEC 61000-4-2. Test Level 4 of IEC 61000-4-2 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 4 and 8 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to electrostatic discharge and should be considered when determining the appropriate test level. Lower test levels can be chosen based upon environmental conditions, the presence of electrostatic materials, and human interaction with the system with adequate justification provided in the EMC test plan.

C.3 Immunity to radio-frequency electromagnetic field according to IEC 61000-4-3 (or IEC 61000-4-20)

This phenomenon includes the disturbances generated by small hand-held radio transceivers including cell phones that are used by operations, maintenance and security personnel (inside or outside the room), fixed-station radio and television transmitters, vehicle radio transmitters, and various industrial electromagnetic sources. The environmental conditions are given by the frequency range of the transmitter and the efficiency of the shielding given by the walls of the building for the transmitters located outside the building.

Parameters for testing nuclear I&C and electrical equipment for immunity due to the impact of radio-frequency electromagnetic fields on the enclosure according to IEC 61000-4-3 (or IEC 61000-4-20 when performed inside a transverse electromagnetic waveguide) within a frequency range of 80 MHz (26 MHz if not performing IEC 61000-4-6) to 6 000 MHz shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-3. Test Level 3 of IEC 61000-4-3 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 2, 7, and 9 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to radiated electromagnetic fields and should be considered when determining the appropriate test level. Specific frequency ranges and test levels may differ depending on the product specification or country specific requirements.

C.4 Immunity to electrical fast transient/burst according to IEC 61000-4-4

This phenomenon corresponds to transient disturbances of I&C and electrical equipment such as switching transients (interruption of inductive loads, relay contact bounce, etc.)

Parameters for testing nuclear I&C and electrical equipment for immunity due to the impact of electrical fast transient/burst disturbances according to IEC 61000-4-4 on the input/output ports, including AC and DC power supply, signal and control ports, shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-4. Test Level 3 of IEC 61000-4-4 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 2, 5, 6, and 9 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to electrical fast transients and should be considered when determining the appropriate test level.

C.5 Immunity to surge disturbances of large energy according to IEC 61000-4-5

This phenomenon corresponds to switching transients and lightning transients. High currents and voltages are induced into the cables.

Parameters for testing nuclear I&C and electrical equipment for immunity due to the impact of surge disturbances of large energy according to IEC 61000-4-5 on input/output ports, including AC power supply, DC power supply, signal and control ports are set up in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-5. Test Level 3 of IEC 61000-4-5 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 3, 5, 6, and 9 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to surges and should be considered when determining the appropriate test level. Higher test levels may need to be chosen for electrical equipment and/or equipment interfacing with lines external to a building.

C.6 Immunity to conducted disturbances induced by radiofrequency fields according to IEC 61000-4-6

Degrees of severity of tests of nuclear I&C and electrical equipment on immunity due to the impact of conducted disturbances induced by radiofrequency fields according to IEC 61000-4-6 within a frequency range of 0,15 MHz to 80 MHz on input/output ports, including AC and DC power supply, signal and control ports, shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-6. Test Level 3 of IEC 61000-4-6 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 2, 7, and 9 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to conducted electromagnetic fields and should be considered when determining the appropriate test level.

C.7 Immunity to power frequency magnetic field according to IEC 61000-4-8

The power frequency magnetic field is generated by power frequency current in conductors or from other devices (e.g. leakage of transformers) in the proximity of equipment. Equipment that is not intended to be installed in areas with strong sources of magnetic fields (e.g. CRTs, motors, cable bundles carrying high currents) may be exempted from this test.

Degrees of severity of tests on the immunity to power frequency magnetic field according to IEC 61000-4-8 shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-8. Test Level 3 of IEC 61000-4-8 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). This test may be exempted if the device is not intended to be installed in close proximity to sources of large magnetic fields and/or large current carrying power conductors. Adequate justification for exemption should be included in the EMC test plan.

C.8 Immunity to pulse magnetic field according to IEC 61000-4-9

Pulse magnetic fields are generated by lightning strikes on buildings and other metal structures including aerial masts, earth conductors and earth networks and by initial fault transients in LV, MV and HV electrical systems.

Degrees of severity of tests of nuclear I&C and electrical equipment on immunity due to the impact of pulse magnetic field according to IEC 61000-4-9 on the enclosure shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-9. Test Level 3 of IEC 61000-4-9 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). If the equipment is located in an electrical room well-protected from the risk of high lightning current and away from the MV and HV substations, then this requirement may be met by analysis rather than testing. Adequate justification for exemption should be included in the EMC test plan.

C.9 Immunity to a damped oscillatory magnetic field according to IEC 61000-4-10

The phenomenon addressed by this test is the disturbance to I&C and electrical equipment from large radiated magnetic fields.

Degrees of severity of tests of nuclear I&C and electrical equipment on immunity due to the impact of a damped oscillatory magnetic field according to IEC 61000-4-10 shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-10. Test Level 3 of IEC 61000-4-10 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). This test may be exempted if the device is not intended to be installed in close proximity to sources of large magnetic fields (e.g. CRTs, motors, cable bundles carrying high currents). Adequate justification for exemption should be included in the EMC test plan.

C.10 Immunity to voltage dips and short voltage interruptions according to IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-29, and IEC 61000-4-34

These standards address the disturbance due to the quality of the power supply and the tests may be exempted if an appropriate power quality program is established at the nuclear facility and adequate justification is provided in the EMC test plan.

Parameters for testing nuclear I&C and electrical equipment for immunity due to the impact of voltage dips and short interruptions according to IEC 61000-4-11 on the input AC power ports ≤ 16 A, IEC 61000-4-34 on the input a.c. power ports > 16 A, and IEC 61000-4-29 on the input DC power ports shall be established in accordance with the test requirements and acceptance criteria of the respective standards. Test levels for these standards, consistent with the levels provided in IEC 61000-6-7, are recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 3, and 6 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to power quality issues and should be considered when determining the appropriate test level.

C.11 Immunity to a ring wave surge according to IEC 61000-4-12

The phenomenon addressed by this test is the disturbance to I&C equipment from switching of electrical networks and reactive loads, faults and insulation breakdown of power supply circuits, or lightning.

Degrees of severity of tests of nuclear I&C and electrical equipment on immunity due to the impact of a ring wave surge according to IEC 61000-4-12 shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-12. Test Level 3 of IEC 61000-4-12 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 3, 5, 6, and 9 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to surges and should be considered when determining the appropriate test level.

C.12 Immunity to a distortion of harmonics and interharmonics including mains signalling at AC power port according to IEC 61000-4-13

Degrees of severity of tests of nuclear I&C and electrical equipment on immunity in conditions of a harmonic distortion due to the impact of harmonics and inter-harmonics of power supply voltage shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-13. Test Level 3 of IEC 61000-4-13 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 3, 6, and 9 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to power quality issues and should be considered when determining the appropriate test level.

C.13 Immunity to fluctuations of power supply voltage according to IEC 61000-4-14

Degrees of severity of tests of nuclear I&C and electrical equipment on immunity due to the impact of a step change of power supply voltage according to IEC 61000-4-14 on the input AC power ports shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-14. Test Level 3 of IEC 61000-4-14 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 3, and 6 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to power quality issues and should be considered when determining the appropriate test level. This test may be exempted if the plant maintains a power quality program and adequate justification is provided in the EMC test.

C.14 Immunity to conducted common mode disturbances in the frequency range of 0 Hz to 150 kHz according to IEC 61000-4-16

These requirements and associated test methods cover susceptibility to conducted interference resulting from noise coupling through power leads of I&C equipment in nuclear power plants. Test levels could be reduced or the test could be exempted if the nuclear I&C and electrical equipment are not sensitive to low frequency disturbances and if adequate justification is provided in the EMC test plan.

Degrees of test severity of nuclear I&C and electrical equipment on immunity due to the impact of electromagnetic interference, being non-symmetrical voltages within a frequency range of 0 Hz to 150 kHz, according to IEC 61000-4-16 on both input/output AC and DC power ports, signal and control ports shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-16. Test Level 3 of IEC 61000-4-16 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 3, 6, and 9 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to power quality issues and should be considered when determining the appropriate test level.

C.15 Immunity to ripple on DC input power ports according to IEC 61000-4-17

This document addresses the disturbance due to ripple on the DC input power port and may be exempted if an appropriate power quality program is established at the nuclear facility and adequate justification is provided in the EMC test plan.

Parameters for testing nuclear I&C and electrical equipment for immunity due to the impact of ripple on the DC input power port according to IEC 61000-4-17 shall be established in accordance with the test requirements and acceptance criteria of IEC 61000-4-17. Test Level 3 of IEC 61000-4-17 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 3, and 6 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to power quality issues and should be considered when determining the appropriate test level.

C.16 Immunity to oscillatory damped disturbances according to IEC 61000-4-18

The phenomenon addressed by this test is the disturbance to I&C and electrical equipment from switching associated with high voltage bus bars and high voltage/medium voltage stations. Equipment that is not intended to be installed in areas with large levels of power switching or that are not connected with other equipment installed in areas with large levels of power switching may be exempt from this test, based on analysis.

Degrees of severity of tests of nuclear I&C and electrical equipment on immunity due to the impact of oscillatory damped disturbances according to IEC 61000-4-18 on input/output ports of AC power, DC power, signal and control ports shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-18. Test Level 3 of IEC 61000-4-18 is recommended for situations when this test is applicable to nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 3, 5, and 9 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to surges and should be considered when determining the appropriate test level.

C.17 Immunity to variation of power frequency according to IEC 61000-4-28

Degrees of severity of tests of nuclear I&C and electrical equipment on immunity due to the impact of variation of power frequency according to IEC 61000-4-28 on the input AC power ports shall be established in accordance with Test Level 3 of IEC 61000-4-28. This test is applicable only to AC supplied I&C and electrical equipment. Test Level 3 of IEC 61000-4-28 is recommended for most nuclear I&C and electrical safety and important to safety systems (items). Item numbers 1, 3, and 6 of Table B.1 have the most significant impact on the equipment's immunity to power quality issues and should be considered when determining the appropriate test level. This test may be exempted if the plant maintains a power quality program and adequate justification is provided in the EMC test plan.

Annex D

(informative)

Guidance for tests and evaluation of the electromagnetic environment in a nuclear power plant

An electromagnetic environment site survey can be performed to assist in determining the plant's electromagnetic environment. An electromagnetic environment site survey involves measuring the conducted emissions from power, signal, control and ground cables, as well as the radiated emissions present at locations throughout the plant. The measurements are performed using guidance from the emissions test standards with necessary adaptations for a plant environment. Typical equipment used for a site survey includes a spectrum analyzer, EMI receiver, oscilloscope, receiving antennas, and current probes so that time and frequency domain data can be measured.

Site surveys can be performed on specific pieces of plant equipment or for a general plant area and are typically performed for the following reasons:

- To obtain a general plant electromagnetic environment background level
- To understand the electromagnetic environment at the point of installation prior to a new equipment installation
- Prior to equipment removal to obtain a baseline of the emissions of the equipment
- After equipment installation to determine its impact on the plant environment

The data obtained during an electromagnetic environment site survey can be compared to typical plant levels from other site surveys and the immunity test levels provided in this document. It is important to note that a site survey only captures a snapshot in time of the electromagnetic environment. The electromagnetic environment measurements should be collected during an operating mode(s) (and for a sufficient duration) that creates a worst-case electromagnetic environment. This could be during plant operation and/or during shutdown conditions. Care should be taken to attempt to perform plant manipulations to cycle loads, energize and de-energize relays, and other EMI/RFI generating activities during the site survey.

There are four main steps involved in performing an electromagnetic environment site survey:

- a) Determine the EMC guidance to be followed and the applicable tests to be performed.
- b) Identify the locations in the plant where the site survey will be performed.
- c) Execute the testing based on the pre-defined test locations and test plan.
- d) Analyze the results and formulate recommendations to minimize any emissions exceeding the acceptable limits.

It shall also be noted that the testing specified in the EMC guideline documents was developed for EMC qualification testing and not an electromagnetic environment site survey. Deviations from the test standard(s), regarding parameters such as distance from the EUT or the elimination of a line impedance stabilization network (LISN), are allowed as long as it is understood what the impact will be on the test results. Any deviations from the guidance should be noted and the justification cited.

During the execution of the electromagnetic environment site survey, care should be taken to ensure that the test plan is followed in order to provide accurate and reliable results. Recording of the site survey test conditions such as the test equipment, test setup, and plant operating conditions is necessary to provide documentation for comparison to future testing. Photographs should be obtained where possible to support this documentation.

Annex E

(informative)

Guidance for tests and evaluation of conformance with the requirements for emissions and immunity of operating nuclear I&C and electrical equipment

Evaluation of conformance of operating nuclear I&C and electrical equipment with immunity requirements as installed in a nuclear facility, may be carried out according to the test methods described in this document. The selected test methods should be non-destructive. In many instances, the test methods will need to be modified to accommodate the conditions of the installed equipment. Test distances, injection devices, and mitigation techniques may need to be modified or installed to provide desirable test results and prevent interference with surrounding equipment. On-site testing of the immunity of plant equipment to electromagnetic disturbances should be carried out on a shutdown reactor.

Tests may be carried out during remedial maintenance at nuclear facilities. The period between tests may be determined by country specific organizations.

Tests are carried out in accordance with programs and methods approved according to established procedures.

Testing programs and methods should be established for nuclear I&C and electrical EUT, testing scope, the procedure of tests and an evaluation/testing of the immunity of systems.

The test levels for immunity testing may be determined for each nuclear I&C and electrical EUT according to Tables 3 through 6 and in conformity with electromagnetic environment where the equipment is installed. Compliance of the operational quality of nuclear I&C and electrical equipment with the criteria of Annex A are determined during the testing.

In the case of discrepancy of a specific sample of nuclear I&C and electrical equipment operating in nuclear power plants with the requirements for emissions or immunity, the decision regarding its further operation may be taken in accordance with the established order.

When it is impractical to test equipment as installed in a nuclear facility, representative equipment located within plant simulators, training centers, or other simulated environments may be tested for emissions and immunity according to this document.

Annex F (informative)

Example form of test plan for nuclear I&C and electrical equipment tests for emissions and immunity

The form outlining the EMC test to be performed, often referred to as an EMC test plan, may include any suitable format with the following categories of recommended information:

- organization which will carry out the tests;
- test plan number;
- purchase order number;
- description of functional testing with step-by-step procedure to be performed before, during, or after the individual EMC tests, as applicable;
- description of verification tests to be performed for the test and measurement equipment prior to, or after the individual EMC tests, as applicable;
- test number(s) of electromagnetic compatibility test(s);
- adequate justification for the exemption of electromagnetic compatibility test(s) recommended in this document, as applicable;
- description(s) of the test setups for the test standard(s) as applied to the EUT including cable types and lengths, equipment grounding and shielding, dimensions, equipment orientation, etc.;
- test limit or test level for the test standard to be applied to the EUT;
- acceptance/performance criteria, including signal deviations and system performance during immunity testing;
- description of the support equipment being used to provide stimulus for the system and the equipment being used to monitor the system during immunity testing;
- characteristics of nuclear I&C and electrical equipment under the tests and brief description of nuclear I&C and electrical equipment (including its type – desk-top, floor, combined, names of constituent items, etc.);
- purpose of tests of nuclear I&C and electrical equipment (test category, designation of normative testing documentation with the indication of clauses establishing requirements for immunity and test methods);
- place of tests (open area, shielded room);
- operating modes of nuclear I&C and electrical equipment during the tests for each type of disturbance (conditions for power supply, grounding, signal injection to input/output circuits, characteristics of operating cycle, test time for verification cycle, simulators, testing software, safety functions and acceptance criteria used during the tests);
- the method for applying the disturbances (coupling and decoupling networks and models, capacitive clamp, direct injection, generator impedances);
- the EUT port names and descriptions that need to be tested;
- annexes. Testing datasheets and any materials related to nuclear I&C and electrical EUT as determined by the assigned test organization or user.

Annex G

(informative)

Example form of test report for nuclear I&C and electrical equipment tests for emissions and immunity

The form recording the testing may include any suitable format with the following categories of recommended information:

- organization which carried out tests;
- report number;
- purchase order number;
- test number(s) of electromagnetic compatibility test(s);
- characteristics of nuclear I&C and electrical equipment under the tests (name, type, pre-production or production samples), name of manufacturer, its postal address, number according to numeration system of the manufacturer, date of manufacture, designation of normative documentation of nuclear I&C and electrical equipment, brief description of nuclear I&C and electrical equipment (including its type – desk-top, floor, combined, names of constituent items);
- purpose of tests of nuclear I&C and electrical equipment (test category, designation of normative testing documentation with the applicable emissions and immunity test levels and test methods);
- date of test of nuclear I&C and electrical equipment (year, month, day of tests) and place of tests (open area, shielded room);
- test equipment and measurement instrumentation (name, type, asset number, manufacturer, calibration information if appropriate);
- testing impacts on nuclear I&C and electrical equipment (nuclear I&C and electrical equipment ports under the testing and degree of severity for each type of disturbance);
- operating modes of nuclear I&C and electrical equipment during the tests for each type of disturbance (conditions for power supply, grounding, signal injection to input/output circuits, characteristics of operating cycle, simulators, testing software, safety functions and acceptance criteria used during the tests);
- test results for each nuclear I&C and electrical equipment sample tested (in view of a table containing regulated and actual parameters of testing impacts as applied to types of disturbances, results of testing impact, conclusions on actual operational quality criteria of nuclear I&C and electrical EUT, information on discrepancies of operational quality of nuclear I&C and electrical EUT with the criteria established in the technical documentation, statistical estimation of the results);
- conclusion, degree of compliance of nuclear I&C and electrical equipment immunity parameters with the requirements of normative documentation;
- description of any modifications necessary for the equipment to be in compliance with the emissions and/or immunity test requirements including the configuration during each of the specific tests;
- any specific test report requirements from the individual EMC test standards;
- annexes. Testing procedures and any materials related to nuclear I&C and electrical EUT as determined by the assigned test organization or user.
- name and title of test engineer and person certifying the test results.

Annex H (informative)

EMC testing of power electronics and adjustable speed drives

As the range of equipment being tested for EMC prior to installation in nuclear power plants increases, attention is focusing not only on low voltage digital I&C equipment, but also higher voltage and power equipment such as variable frequency drives (VFDs) for material handling and inverters responsible for providing safety-related power from battery backups.

It may be practical to subject those devices to the same requirements as nuclear I&C equipment. Electrical equipment requires more voltage and current to operate, and as a consequence, produce higher amplitude conducted and radiated emissions. IEC 61800-3 contains tailored emissions limits for several different environments and VFD installation categories, including industrial environments. The industrial environment would most closely correspond to the typical electromagnetic environment of a nuclear power plant. Therefore, a similar approach to electrical equipment to be installed in a nuclear power plant could be used as long as adequate analysis and documentation is provided in the EMC test plan or test report.

The conducted emissions limits from IEC 61800-3 are shown in Table H.1. These limits represent a maximum limit relaxation of 24 dB and a minimum relaxation of 13 dB as compared to the IEC 61000-6-4 limits. The radiated emissions limits from IEC 61800-3 are shown in Table H.2 and represent a maximum relaxation of 13 dB and a minimum relaxation of 10 dB when compared to the IEC 61000-6-4 limits.

These limits are applicable regardless of the size of the drive, and are consistent with the CISPR 11 limits for “heavy duty” general purpose equipment with a rated input power of 20 kVA.

Based on the similar topology of power inverters, this guidance which focuses specifically on VFDs could be extended to the broader scope of general purpose switched-mode power electronics.

**Table H.1 – IEC 61800-3 conducted emissions limits for category C3
power distribution system in the second (typical industrial) environment**

Size of PDS ^a	Frequency band MHz	Quasi peak dB (µV)	Average dB (µV)
$I \leq 100 \text{ A}$	$0,15 \leq f < 0,50$	100	90
	$0,5 \leq f < 5,0$	86	76
	$5,0 \leq f < 30,0$	90	80
		Decreases with log of frequency down to 70	Decreases with log of frequency down to 60
$100 \text{ A} < I$	$0,15 \leq f < 0,50$	130	120
	$0,5 \leq f < 5,0$	125	115
	$5,0 \leq f < 30,0$	115	105
These limits do not apply to power ports operating above 1 000 V.			
^a Size of the PDS refers to rated current (I) of the port.			

Table H.2 – IEC 61800-3 radiated emissions limits for category C3 power distribution system in the second (typical industrial) environment

Frequency band MHz	Quasi peak limits dB (µV/m)
$30 \leq f \leq 230$	50
$230 \leq f \leq 1\,000$	60
NOTE Measuring distance 10 m.	

IEC

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62003:2020

Bibliography

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

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

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

IEC 61000-4-23, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-23: Testing and measurement techniques – Test methods for protective devices for HEMP and other radiated disturbances*

IEC 61000-4-24, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-24: Testing and measurement techniques – Test methods for protective devices for HEMP conducted disturbance*

IEC 61000-4-25, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-25: Testing and measurement techniques – HEMP immunity test methods for equipment and systems*

IEC 61000-4-36, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-36: Testing and measurement techniques – IEMI immunity test methods for equipment and systems*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments*

IEC 61513, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – General requirements for systems*

IEC 61800-3, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods*

International Atomic Energy Agency, *Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants*, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.3, IAEA, Vienna (2002)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62003:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	42
INTRODUCTION	44
1 Domaine d'application	46
2 Références normatives	46
3 Termes et définitions	48
4 Termes abrégés	50
5 Exigences d'essai CEM	50
6 Environnement électromagnétique	51
7 Essais d'immunité	54
7.1 Généralités	54
7.2 Applicabilité	54
7.3 Incertitude de mesure	55
7.4 Exigences d'essai	55
7.5 Considérations relatives aux essais d'immunité pour la technologie sans fil	58
8 Essais d'émission	59
9 Considérations d'essai	60
10 Documentation du rapport d'essai	61
Annexe A (normative) Critères de qualité fonctionnelle du matériel électrique et de contrôle-commande des centrales nucléaires pour les essais d'immunité aux perturbations	62
Annexe B (informative) Caractéristiques qualitatives définissant le classement des sévérités des environnements électromagnétiques dans les lieux où les matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires doivent être installés	63
Annexe C (informative) Explication des degrés de sévérité des essais d'immunité CEM	67
C.1 Généralités	67
C.2 Immunité aux décharges électrostatiques conformément à l'IEC 61000-4-2	67
C.3 Immunité aux champs électromagnétiques aux fréquences radioélectriques conformément à l'IEC 61000-4-3 (ou l'IEC 61000-4-20)	67
C.4 Immunité aux transitoires électriques rapides en salves conformément à l'IEC 61000-4-4	68
C.5 Immunité aux perturbations liées aux ondes de choc de grande énergie conformément à l'IEC 61000-4-5	68
C.6 Immunité aux perturbations conduites induites par les champs radioélectriques conformément à l'IEC 61000-4-6	68
C.7 Immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau conformément à l'IEC 61000-4-8	69
C.8 Immunité aux champs magnétiques impulsionnels conformément à l'IEC 61000-4-9	69
C.9 Immunité aux champs magnétiques oscillatoires amortis conformément à l'IEC 61000-4-10	69
C.10 Immunité aux creux de tension et aux coupures brèves de tension conformément à l'IEC 61000-4-11, à l'IEC 61000-4-29 et à l'IEC 61000-4-34	70
C.11 Immunité aux perturbations liées à l'onde sinusoïdale fortement amortie conformément à l'IEC 61000-4-12	70
C.12 Immunité basse fréquence aux harmoniques et interharmoniques incluant les signaux transmis sur l'accès d'alimentation en courant alternatif conformément à l'IEC 61000-4-13	70

C.13	Immunité aux fluctuations de la tension d'alimentation conformément à l'IEC 61000-4-14	71
C.14	Immunité aux perturbations conduites en mode commun dans la plage de fréquences de 0 Hz à 150 kHz conformément à l'IEC 61000-4-16	71
C.15	Immunité à l'ondulation résiduelle sur les accès d'alimentation en entrée en courant continu conformément à l'IEC 61000-4-17	71
C.16	Immunité aux perturbations liées aux ondes sinusoïdales amorties conformément à l'IEC 61000-4-18	72
C.17	Immunité aux variations de la fréquence du réseau conformément à l'IEC 61000-4-28	72
Annexe D (informative) Recommandations relatives aux essais et à l'évaluation de l'environnement électromagnétique dans une centrale nucléaire de puissance		73
Annexe E (informative) Recommandations pour les essais et l'évaluation de la conformité des matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires en exploitation aux exigences d'émissions et d'immunité		75
Annexe F (informative) Exemple de formulaire pour le plan d'essai d'émissions et d'immunité des matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires		76
Annexe G (informative) Exemple de formulaire pour le rapport d'essai d'émissions et d'immunité des matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires		77
Annexe H (informative) Essai CEM des électroniques de puissance et des entraînements à vitesse variable		78
Bibliographie		80
Figure 1 – Exemples d'accès		49
Figure 2 – Exemple de la situation d'une centrale électrique		53
Tableau 1 – Description des essais d'émission et d'immunité CEM applicables au matériel d'I&C et d'alimentation électrique important pour la sûreté d'une centrale nucléaire		51
Tableau 2 – Spécifications d'immunité – Accès par l'enveloppe		55
Tableau 3 – Spécifications d'immunité – Accès de signaux et de commande		56
Tableau 4 – Spécifications d'immunité – Accès d'alimentation en entrée et en sortie en courant alternatif basse tension		57
Tableau 5 – Spécifications d'immunité – Accès d'alimentation en entrée et en sortie en courant continu basse tension		58
Tableau 6 – Limites pour les émissions rayonnées provenant du matériel électrique et de contrôle-commande des centrales nucléaires		59
Tableau 7 – Limites pour les émissions conduites provenant du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires		60
Tableau A.1 – Critères de qualité fonctionnelle de l'EUT pour les essais d'immunité		62
Tableau B.1 – Caractéristiques qualitatives définissant la classification des sévérités des environnements électromagnétiques dans les lieux où doivent être installés des matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires		63
Tableau H.1 – Limites d'émissions conduites IEC 61800-3 d'un réseau de distribution d'énergie de catégorie C3 dans le deuxième environnement (industriel classique)		78
Tableau H.2 – Limites d'émissions rayonnées IEC 61800-3 d'un réseau de distribution d'énergie de catégorie C3 dans le deuxième environnement (industriel classique)		79

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE – SYSTÈMES D'INSTRUMENTATION, DE CONTRÔLE-COMMANDE ET D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE – EXIGENCES RELATIVES AUX ESSAIS DE COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE

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 62003 a été établie par le sous-comité 45A: Systèmes d'instrumentation, de contrôle-commande et d'alimentation électrique des installations nucléaires, du comité d'études 45 de l'IEC: Instrumentation nucléaire.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2009. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) modification du titre;
- b) élargissement du domaine d'application afin d'y intégrer les remarques relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM) du matériel électrique;

- c) formulation de recommandations en ce qui concerne l'utilisation de la technologie sans fil;
- d) amélioration de la description de l'environnement électromagnétique afin d'apporter des précisions lors du choix des niveaux d'essai personnalisés ou en ce qui concerne les dispenses d'essais;
- e) intégration d'exemples d'informations à intégrer dans un plan d'essai CEM;
- f) formulation de recommandations en ce qui concerne la caractérisation de l'environnement électromagnétique au point d'installation dans une installation nucléaire.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45A/1299/FDIS	45A/1303/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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

a) Contexte technique, questions importantes et structure de la norme

L'élaboration de la présente Norme internationale s'est appuyée très largement sur l'application courante de la série de normes IEC 61000 portant sur la qualification des matériels commercialement disponibles aux interférences électromagnétiques (IEM) et aux interférences de fréquences radio (IFR).

L'objectif de la présente norme est d'être utilisée par les exploitants de centrales nucléaires, les évaluateurs de système et par les régulateurs.

b) Position de la présente norme dans la collection de normes du SC45A de l'IEC

L'IEC 62003 est le document du SC45A de l'IEC de troisième niveau qui traite de la question de la qualification à la compatibilité électromagnétique (CEM) applicable aux systèmes d'instrumentation, de contrôle-commande (I&C) et d'alimentation électrique importants pour la sûreté, qui sont utilisés dans les installations nucléaires.

Pour plus de détails sur la collection de normes du SC45A de l'IEC, voir le point d) de cette introduction.

c) Recommandations et limites relatives à l'application de la présente norme

Il est important de noter que la présente norme n'établit pas d'exigence fonctionnelle supplémentaire pour les systèmes de sûreté, mais fournit des éclaircissements pour les critères applicables pour la qualification aux interférences électromagnétiques et radiofréquences (IEM/IFR) à partir de normes commerciales.

La présente norme fournit des exigences et recommandations particulières pour les aspects suivants:

- 1) application particulière au nucléaire de la collection de normes IEC 61000 à travers le monde;
- 2) interprétations réglementaires des exigences concernant le niveau de qualification nécessaire et les types d'essais recommandés pour couvrir l'ensemble des contraintes d'environnement possibles liées à ce type de qualification;
- 3) IEC 61000-6-2, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels, dont les exigences couvrent tous les environnements industriels alors que la présente norme s'intéresse uniquement aux installations nucléaires.

Dans la mesure du possible, la présente norme est destinée à s'aligner sur les recommandations de l'IEC 61000-6-5 et de l'IEC 61000-6-7. Des considérations supplémentaires issues de ces normes peuvent être utilisées conjointement avec la présente norme concernant la compatibilité électromagnétique (CEM) du matériel d'I&C et d'alimentation électrique utilisé dans les installations nucléaires.

d) Description de la structure de la collection des normes du SC45A de l'IEC et relations avec d'autres documents de l'IEC et d'autres organisations (AIEA, ISO)

Les documents de niveau supérieur de la collection de normes produites par le SC45A de l'IEC sont les normes IEC 61513 et IEC 63046. La norme IEC 61513 traite des exigences générales relatives aux systèmes et équipements d'instrumentation et de contrôle-commande (systèmes d'I&C) utilisés pour accomplir les fonctions importantes pour la sûreté des centrales nucléaires. La norme IEC 63046 traite des exigences générales relatives aux systèmes d'alimentation électrique; elle couvre les systèmes d'alimentation électrique jusqu'à et y compris les alimentations des systèmes d'I&C. Les normes IEC 61513 et IEC 63046 doivent être considérées ensemble et au même niveau. Les normes IEC 61513 et IEC 63046 structurent la collection de normes du SC45A de l'IEC et forment un cadre complet, cohérent et consistant établissant les exigences générales relatives aux systèmes d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 font directement référence aux autres normes du SC45A de l'IEC traitant de sujets génériques, tels que la catégorisation des fonctions et le classement des systèmes, la qualification, la séparation des systèmes, la défense contre les défaillances de cause commune, la conception des salles de commande, compatibilité électromagnétique, la cybersécurité, les aspects logiciels et matériels relatifs aux

systèmes numériques programmables, la coordination des exigences de sûreté et de sécurité et la gestion du vieillissement. Il convient de considérer que ces normes, de second niveau, forment, avec les normes IEC 61513 et IEC 63046, un ensemble documentaire cohérent.

Au troisième niveau, les normes du SC45A de l'IEC, qui ne sont généralement pas référencées directement par les normes IEC 61513 ou IEC 63046, sont relatives à des matériels particuliers, à des méthodes ou à des activités spécifiques. Généralement, ces documents, qui font référence aux documents de deuxième niveau pour les activités génériques, peuvent être utilisés de façon isolée.

Un quatrième niveau qui est une extension de la collection de normes du SC45A de l'IEC correspond aux rapports techniques qui ne sont pas des documents normatifs.

Les normes de la collection produite par le SC45A de l'IEC sont élaborées de façon à être en accord avec les principes de sûreté et de sécurité de haut niveau établis par les normes de sûreté de l'AIEA pertinentes pour les centrales nucléaires, ainsi qu'avec les documents pertinents de la collection de l'AIEA pour la sécurité nucléaire (NSS), en particulier avec le document d'exigences SSR-2/1 qui établit les exigences de sûreté relatives à la conception des centrales nucléaires, avec le guide de sûreté SSG-30 qui traite du classement de sûreté des structures, systèmes et composants des centrales nucléaires, avec le guide de sûreté SSG-39 qui traite de la conception de l'instrumentation et du contrôle-commande des centrales nucléaires, avec le guide de sûreté SSG-34 qui traite de la conception des systèmes d'alimentation électrique des centrales nucléaires, et avec le guide de mise en œuvre NSS17 traitant de la sécurité informatique pour les installations nucléaires. La terminologie et les définitions utilisées pour la sûreté et la sécurité dans les normes produites par le SC45A sont conformes à celles utilisées par l'AIEA.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 ont adopté une présentation similaire à celle de l'IEC 61508, avec un cycle de vie d'ensemble et un cycle de vie des systèmes. Au niveau sûreté nucléaire, les normes IEC 61513 et IEC 63046 sont l'interprétation des exigences générales de l'IEC 61508-1, de l'IEC 61508-2 et de l'IEC 61508-4 pour le secteur nucléaire. Dans ce domaine, l'IEC 60880, l'IEC 62138 et l'IEC 62566 correspondent à l'IEC 61508-3 pour le secteur nucléaire. Les normes IEC 61513 et IEC 63046 font référence aux normes ISO ainsi qu'aux documents AIEA GS-R partie 2 et AIEA GS-G-3.1 et AIEA GS-G-3.5 pour ce qui concerne l'assurance qualité. Au second niveau, la norme IEC 62645 est le document chapeau du SC45A de l'IEC portant sur la sécurité nucléaire. Elle est élaborée à partir des principes pertinents de haut niveau des normes ISO/IEC 27001 et ISO/IEC 27002; elle les adapte et les complète pour qu'ils deviennent pertinents pour le secteur nucléaire; elle est coordonnée étroitement avec la norme IEC 62443. Au second niveau, la norme IEC 60964 est le document chapeau des normes du SC45A de l'IEC portant sur les salles de commande et la norme IEC 62342 est le document chapeau des normes du SC45A de l'IEC portant sur la gestion du vieillissement.

NOTE 1 Il est fait l'hypothèse que pour la conception des systèmes d'I&C qui sont supports de fonctions de sûreté conventionnelle (par exemple pour garantir la sécurité des travailleurs, la protection des biens, la prévention contre les risques chimiques, la prévention contre les risques liés au procédé énergétique) on applique des normes nationales ou internationales.

NOTE 2 Le domaine de l'IEC/SC45A a été étendu en 2013 pour couvrir les systèmes électriques. En 2014 et en 2015, des discussions ont eu lieu au sein de l'IEC/SC45A pour décider de la façon et de l'endroit pour établir les exigences générales portant sur la conception des systèmes électriques. Les experts de l'IEC/SC45A ont recommandé que pour établir des exigences générales pour les systèmes électriques une norme indépendante soit développée au même niveau que l'IEC 61513. Le projet IEC 63046 est lancé pour atteindre cet objectif. Lorsque la norme IEC 63046 sera publiée, la présente NOTE 2 de l'introduction sera supprimée.

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE – SYSTÈMES D'INSTRUMENTATION, DE CONTRÔLE-COMMANDE ET D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE – EXIGENCES RELATIVES AUX ESSAIS DE COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE

1 Domaine d'application

Le présent document établit des exigences pour les essais de compatibilité électromagnétique du matériel d'instrumentation, de contrôle-commande (I&C) et d'alimentation électrique utilisé dans les systèmes importants pour la sûreté des centrales nucléaires et dans d'autres installations nucléaires. Le présent document donne la liste des normes IEC applicables (essentiellement la série IEC 61000) qui définissent les méthodes d'essai générales et fournit les paramètres et critères propres à l'application qui sont nécessaires pour garantir le respect des exigences de sûreté nucléaire.

La partie normative du présent document se limite aux essais des matériels avant installation dans une centrale nucléaire dans le but de démontrer l'immunité des matériels aux perturbations électromagnétiques et de démontrer que le matériel ne génère pas d'émissions excessives. Les essais relatifs à la génération d'émissions excessives s'appliquent également au matériel non relatif à la sûreté. Le présent document comprend des annexes informatives, qui fournissent des recommandations complémentaires et décrivent des approches permettant de maintenir la compatibilité des matériels installés. L'objectif de ce document est de fournir des recommandations pour mener les essais de qualification de compatibilité électromagnétique (CEM) pour les matériels et il ne fournit pas de recommandation pour l'installation des matériels pour les protéger des interférences électromagnétiques et radiofréquences (IEM/IRF). Cependant, la configuration des matériels en essai pour la qualification CEM est représentative de celle prévue en exploitation sur l'installation nucléaire.

La protection contre les impulsions électromagnétiques à haute altitude (IEM-HA) et les interférences électromagnétiques intentionnelles (IEMI) ne relèvent pas du domaine d'application du présent document, mais des informations peuvent être consultées dans l'IEC 61000-4-23, l'IEC 61000-4-24, l'IEC 61000-4-25 (IEM-HA) et l'IEC 61000-4-36 (IEMI) concernant ces phénomènes.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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/IEEE 60780-323, *Centrales nucléaires de puissance – Equipements électriques importants pour la sûreté – Qualification*

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, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-5: Environment – Description and classification of electromagnetic environments* (disponible en anglais seulement)

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

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

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

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

IEC 61000-4-14, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-14: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux fluctuations 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 plage 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 61000-4-20, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-20: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'émission et d'immunité dans les guides d'onde TEM*

IEC 61000-4-28, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-28: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à la variation de la fréquence d'alimentation*

IEC 61000-4-29, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-29: 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 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

IEC 61000-6-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-5: Normes génériques – Immunité pour les équipements utilisés dans les environnements de centrales électriques et de postes*

IEC 61000-6-7, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-7: Normes génériques – Exigences d'immunité pour les équipements visant à exercer des fonctions dans un système lié à la sécurité (sécurité fonctionnelle) dans des sites industriels*

IEC 61226, *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté – Classement des fonctions d'instrumentation et de contrôle-commande*

3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

critère d'acceptation

valeurs limitatives d'un indicateur de fonctionnement ou d'un indicateur d'état servant à évaluer la capacité d'une structure, d'un système ou d'un composant de remplir sa fonction prévue

[SOURCE: Glossaire de sûreté de l'AIEA, édition 2016]

3.2

compatibilité électromagnétique

CEM

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

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

3.3

environnement électromagnétique

ensemble de phénomènes électromagnétiques existant à un endroit donné

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

3.4

immunité <à une perturbation>

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

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

3.5

décharge électrostatique

transfert de charges électriques entre des corps ayant des potentiels électriques différents lorsqu'ils sont proches ou mis en contact direct

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-01-22]

3.6

équipement sous test

EUT

appareil soumis aux essais, qui peut être constitué d'une unité unique ou d'unités multiples interconnectées par des câbles, des liaisons de données, etc.

Note 1 à l'article: L'abréviation "EUT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "equipment under test". L'abréviation "EST" est également utilisé et fait référence à "Equipeement Sous Test".

[SOURCE: IEC 61000-4-25:2001, 3.10]

3.7

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 (voir Figure 1)

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-01-27]

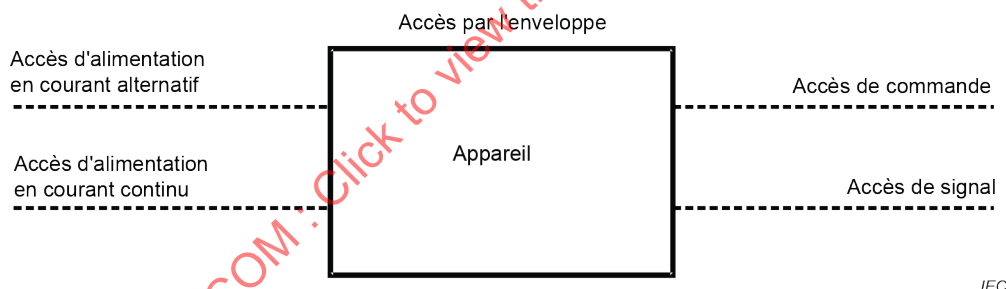


Figure 1 – Exemples d'accès

3.8

radiofréquence

RF

fréquence située, dans le spectre électromagnétique, entre la fréquence audio et l'infrarouge

[SOURCE: IEC 61000-4-23:2000, 3.37]

3.9

transitoire

se dit d'un phénomène ou d'une grandeur qui varie entre deux régimes établis consécutifs dans un intervalle de temps relativement court à l'échelle des temps considérée

[SOURCE: IEC 60050-161:1990, 161-02-01]

4 Termes abrégés

CA	Courant alternatif
CC	Courant continu
TER	Transitoire électrique rapide
IEM/IFR	Interférence électromagnétique et radiofréquence
CEM	Compatibilité électromagnétique
CRT	Cathode ray tube (Tube cathodique)
DES	Décharge électrostatique
EUT	(Equipment Under Test) Equipement sous test
IEM-HA	Impulsions électromagnétiques de haute altitude
HT	Haute tension
IEMI	Interférences électromagnétiques intentionnelles
E/S	Entrée/sortie
I&C	Instrumentation et contrôle-commande
RISL	Réseau de stabilisation d'impédance de ligne
BT	Basse tension
MT	Moyenne tension
ASI	Alimentation sans interruption

5 Exigences d'essai CEM

Les matériels d'instrumentation, de contrôle-commande et d'alimentation électrique importants pour la sûreté d'une centrale nucléaire (tels que définis dans l'IEC/IEEE 60780-323) doivent satisfaire aux exigences d'émissivité générées par les matériels, ainsi qu'aux exigences d'immunité aux perturbations électromagnétiques telles que documentées dans le présent document. Le contrôle de l'émissivité de tous les types de matériels (importants pour la sûreté et non importants pour la sûreté) est nécessaire pour s'assurer que l'environnement est délimité par les niveaux d'essai recommandés dans la présente norme.

Le Tableau 1 contient une liste et une description des essais d'émission et d'immunité CEM applicables aux matériels électriques et de contrôle-commande importants pour la sûreté, destinés à être installés dans une installation nucléaire. Ces essais concernent les principaux types de perturbations électromagnétiques identifiées dans l'environnement d'une centrale nucléaire typique, tous les types d'essais ne pouvant pas s'appliquer à un élément particulier du matériel ou de l'installation. Il convient de fournir une justification technique adéquate expliquant l'élimination d'essais particuliers dans la spécification d'achat CEM, dans le plan d'essai et/ou dans le rapport d'essai. D'autres recommandations relatives à l'applicabilité des différents essais, niveaux d'essai et plages de fréquences peuvent être consultées dans l'IEC 61000-6-5 (immunité relative aux équipements de centrales électriques) et dans l'IEC 61000-6-7 (immunité relative aux fonctions d'un système lié à la sécurité dans des sites industriels).

Dans le cas des matériels existants et installés à l'intérieur de centrales nucléaires, les exigences définies dans le présent document peuvent être alignées en fonction de l'état de la technique pour les essais de qualification CEM applicables au moment de l'installation. Pour ce type de matériels, l'expérience opérationnelle peut être prise en compte.

Les recommandations du présent document ont été établies pour le matériel d'I&C, mais peuvent également être appliquées au matériel électrique. Toutefois, compte tenu du caractère unique du matériel (d'alimentation) électrique, certaines considérations

supplémentaires peuvent être exigées. Un exemple de ces considérations est fourni à l'Annexe H.

Si l'environnement électromagnétique d'une centrale est inconnu, il peut être nécessaire d'obtenir des données d'émissions au point d'installation, à l'aide des recommandations de l'Annexe D. Les recommandations de l'Annexe E peuvent être utilisées pour déterminer les performances CEM du matériel déjà installé dans une centrale nucléaire.

Tableau 1 – Description des essais d'émission et d'immunité CEM applicables au matériel d'I&C et d'alimentation électrique important pour la sûreté d'une centrale nucléaire

Norme d'essai	Description d'essai CEM
Essais d'immunité CEM	
IEC 61000-4-2	Décharges électrostatiques (DES)
IEC 61000-4-3/IEC 61000-4-20	Haute fréquence rayonnée
IEC 61000-4-4	Transitoire électrique rapide (TER)
IEC 61000-4-5	Choc (forme d'onde combinée)
IEC 61000-4-6	Haute fréquence conduite
IEC 61000-4-8	Champ magnétique – Fréquence du réseau
IEC 61000-4-9	Champ magnétique impulsionnel
IEC 61000-4-10	Champ magnétique oscillatoire amorti
IEC 61000-4-11	Creux de tension, interruptions (courant alternatif ≤ 16A)
IEC 61000-4-12	Choc (onde sinusoïdale fortement amortie)
IEC 61000-4-13	Harmoniques de la fréquence du réseau
IEC 61000-4-14	Fluctuations de tension
IEC 61000-4-16	Basse fréquence conduite
IEC 61000-4-17	Ondulation sur l'alimentation en courant continu
IEC 61000-4-18	Choc (onde oscillatoire amortie)
IEC 61000-4-28	Variation de la fréquence du réseau
IEC 61000-4-29	Creux de tension, interruptions (courant continu)
IEC 61000-4-34	Creux de tension, interruptions (courant alternatif > 16A)
Essais d'émission CEM	
IEC 61000-6-4	Haute fréquence conduite
IEC 61000-6-4	Haute fréquence rayonnée

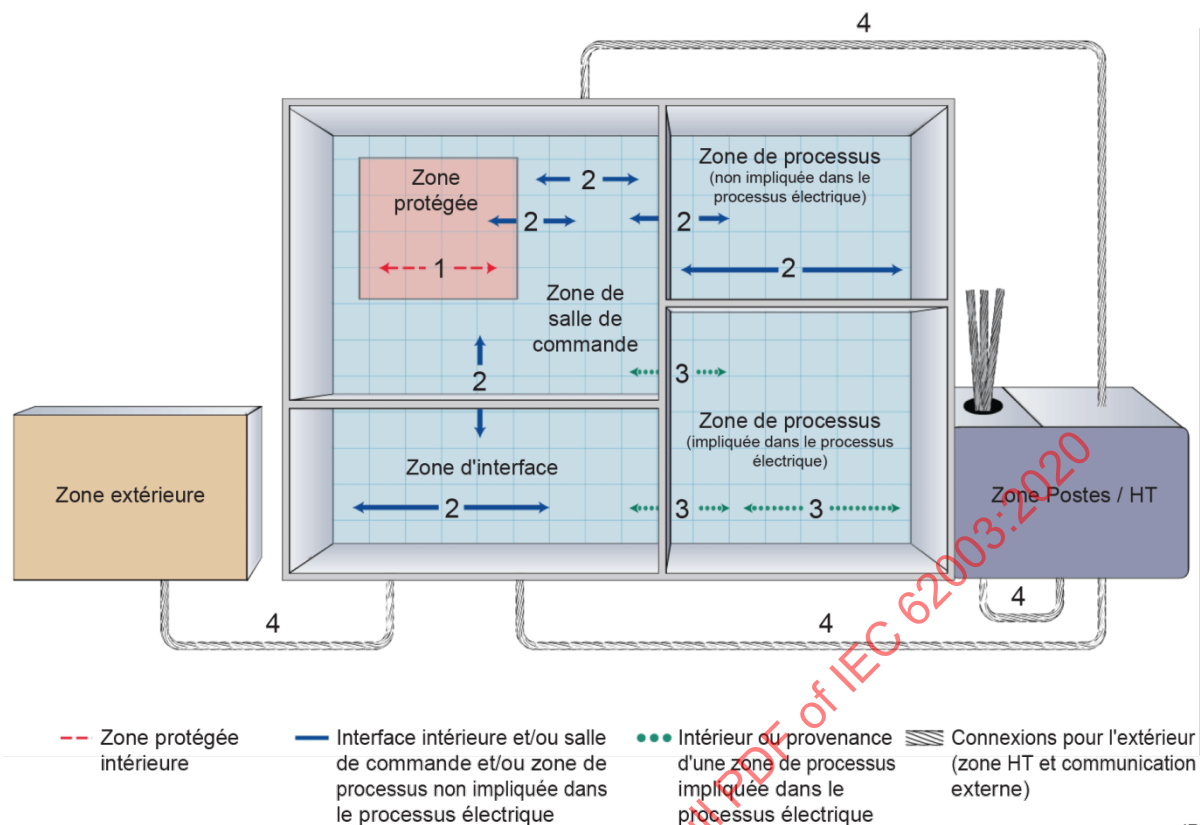
6 Environnement électromagnétique

Les emplacements classiques couverts par le présent document se situent dans les centrales nucléaires et dans les installations nucléaires analogues. En règle générale, les emplacements correspondent à une installation de centrale électrique typique (voir Figure 2) reposant sur l'IEC 61000-6-5. Dans la Figure 2, les lignes continues ne représentent pas les limites physiques entre les zones où est installé le matériel, mais correspondent aux limites génériques entre les environnements électromagnétiques. La majorité des matériels électriques et de contrôle-commande couverts par le présent document sont installés dans des environnements définis comme type d'interface 2, autrement dit il n'existe pas d'interface directe entre le matériel et le processus électrique (distribution de moyenne et haute tension). Pour les matériels électriques et de contrôle-commande qui sont en interface directe avec le processus électrique, l'environnement classique est défini comme un type d'interface 3 à la

Figure 2. Par conséquent, les niveaux d'essai spécifiés dans le présent document reposent sur l'hypothèse que le matériel à soumettre à essai est installé dans les zones d'interface 2 ou 3 de la centrale.

Il convient de noter que l'environnement électromagnétique à l'intérieur de ces zones d'interface 2 et 3 (et d'autres) peut varier de manière significative en fonction de l'emplacement spécifique de la centrale et des pratiques d'installation/de conception. Si le matériel est installé dans un environnement plus ou moins hostile (ou si les normes nationales sont différentes), les niveaux d'essai peuvent être différents de ceux spécifiés dans le présent document sous réserve qu'une justification dûment documentée soit fournie. Des recommandations sont fournies à l'Annexe B afin d'aider l'utilisateur à déterminer des niveaux d'essai spécifiques et à fournir la justification adéquate en fonction de l'emplacement d'installation prévu. D'autres informations relatives aux types d'interfaces dans les centrales électriques classiques peuvent être consultées dans l'IEC 61000-6-5. Des informations supplémentaires pour la classification des environnements électromagnétiques peuvent être consultées dans l'IEC TR 61000-2-5.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62003:2020



IEC

Types d'interfaces principales

- 1 zone protégée intérieure
- 2 interface intérieure et/ou salle de commande et/ou zone de processus non impliquée dans le processus électrique
- 3 intérieur ou provenance d'une zone de processus impliquée dans le processus électrique
- 4 connexions depuis l'extérieur (zone HT et télécommunication externe)

NOTE La zone de processus impliquée dans le processus électrique peut contenir, par exemple, des matériels MT/HT ou haute puissance (générateurs, entraînements de grandes dimensions, convertisseurs, appareillage de connexion MT, par exemple).

La zone de processus non impliquée dans le processus électrique peut contenir, par exemple, des turbines, une chaudière, un système de surveillance de la pollution, un système de manutention de combustibles, un appareillage de connexion BT.

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

La zone protégée peut contenir, par exemple, un matériel sensible particulier (routeurs, ordinateurs, etc.).

La zone d'interface peut contenir, par exemple, des matériels et systèmes connectés à l'extérieur et incorporant des dispositifs tels qu'un parafoudre et une liaison équipotentielle des blindages de câbles, par exemple. Dans cette zone, les signaux provenant de l'extérieur sont rassemblés, convertis et distribués.

La zone extérieure peut contenir un matériel de processus supplémentaire, une signalisation, etc.

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

Figure 2 – Exemple de la situation d'une centrale électrique

7 Essais d'immunité

7.1 Généralités

Les matériels électriques et de contrôle-commande importants pour la sûreté d'une centrale nucléaire doivent satisfaire aux exigences d'immunité aux perturbations électromagnétiques listées dans le Tableau 1 du présent document. Si un essai est considéré comme étant inapproprié pour l'EUT, la dispense doit être justifiée en prenant en considération les conditions de fonctionnement ou d'autres facteurs pertinents, et être documentée dans le plan de test CEM. Les degrés de sévérité d'essai et les critères d'acceptation établis dans le cadre des essais d'émission et d'immunité des matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires doivent être documentés dans le plan de test et le rapport d'essai CEM.

Les niveaux d'immunité de ces matériels ont été établis conformément aux indications des Tableaux 2 à 5 pour une installation typique d'une centrale nucléaire. Pour chaque composant des matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires, si au moins un des niveaux d'immunité issus des Tableaux 2 à 5 est déterminé comme étant inadapté (trop restrictif ou non conservateur) pour les différents types de perturbations du Tableau 1, alors le ou les niveaux d'essai peuvent être établis et documentés dans le plan de test CEM en fonction de la sévérité de l'environnement électromagnétique (en utilisant les recommandations de l'Annexe B) où le système est destiné à être installé ou en fonction de la catégorie de la fonction exécutée par le système à installer (selon l'IEC 61226). Les environnements électromagnétiques sont classés en fonction des paramètres qualitatifs des Annexes B et C (informatives). Les articles spécifiques au pays peuvent exiger l'application de niveaux d'immunité plus ou moins élevés.

Les critères de qualité fonctionnelle correspondant aux matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires appartenant à des systèmes de sûreté (éléments) ou des systèmes (éléments) importants pour la sûreté doivent satisfaire au critère A (voir Annexe A), sauf s'il est démontré que la dégradation transitoire des performances n'a aucun impact sur la fonction de sûreté. Les justifications doivent être documentées dans le plan de test CEM. Les autres systèmes doivent satisfaire au critère de qualité fonctionnelle en fonction de l'application ou des pratiques nationales.

Les critères d'acceptation liés aux performances du système, les écarts rencontrés au niveau des accès signaux et puissance, et les autres caractéristiques doivent être spécifiés dans le plan de tests CEM. Il convient que les critères d'acceptation tiennent compte de l'application prévue du matériel et de son éventuel impact sur la sûreté de la centrale nucléaire.

7.2 Applicabilité

L'application des essais pour l'évaluation de l'immunité dépend du matériel considéré, de sa configuration, de ses accès, de sa technologie et de ses conditions de fonctionnement.

Les exigences d'essai d'immunité du matériel destiné à être utilisé dans des centrales nucléaires reflètent la situation présentée à la Figure 2 pour les types d'interface 2 et 3 et sont indiquées dans les Tableaux 2 à 5. Les essais doivent être appliqués aux accès appropriés du matériel (voir Tableaux 3 à 6). Les essais doivent uniquement être réalisés lorsque les accès appropriés existent.

Les dispenses à l'un des essais d'immunité particuliers (si applicables) sont indiquées dans les tableaux. Elles peuvent être déterminées en considérant les caractéristiques électriques et l'utilisation d'un matériel particulier et en retenant l'hypothèse que certains essais sont inadéquats et, par conséquent, inutiles. Dans ce cas, la décision et la justification de ne pas procéder aux essais doivent être documentées dans le plan de test et le rapport d'essai CEM. D'autres informations relatives aux dispenses d'essais peuvent être consultées à l'Annexe C en fonction des caractéristiques de l'environnement électromagnétique décrites à l'Annexe B.

7.3 Incertitude de mesure

Les recommandations relatives à l'évaluation de l'incertitude de l'instrumentation d'un essai d'immunité ou d'émissions sont spécifiées dans l'IEC TR 61000-1-6 ou dans la norme de base, et il convient d'en tenir compte.

7.4 Exigences d'essai

Les exigences d'essai spécifiées dans le présent paragraphe reposent sur l'idée que l'environnement électromagnétique est cohérent avec le type d'interface 2 ou 3 de la Figure 2. Toutefois, si l'environnement électromagnétique prévu au point d'installation varie de manière significative par rapport à ces types d'interfaces (sur la base d'une analyse s'appuyant sur les recommandations de l'Annexe B et de l'Annexe C ou de mesures faites en utilisant les recommandations de l'Annexe D), les exigences d'essai doivent être modifiées en conséquence. Les exigences d'essai sont données accès par accès.

Les essais d'immunité doivent être réalisés de manière bien définie et reproductible, conformément aux normes de base pertinentes indiquées du Tableau 2 au Tableau 5. Le contenu de ces normes de base n'est pas répété ici. Toutefois, des informations supplémentaires relatives à l'application pratique des essais sont données dans le présent document. Les recommandations formulées dans les normes de base (y compris les dispenses d'essais) doivent être suivies, sauf indication contraire dans le présent document.

Les exigences relatives aux accès d'alimentation et aux accès par l'enveloppe doivent être établies en fonction de l'emplacement concerné. Il est admis par hypothèse que la source d'alimentation est commune à l'ensemble du matériel installé ici, sans dispositions CEM particulières.

Les exigences relatives aux accès de signaux doivent être établies selon le type de connexions.

Les essais doivent être réalisés comme des essais de type et être exécutés un par un, sous forme d'essai individuel.

Tableau 2 – Spécifications d'immunité – Accès par l'enveloppe

Essai	Phénomène environnemental	Norme de base	Spécification d'essai
1.1	Décharges électrostatiques ^a	IEC 61000-4-2	Niveau d'essai 4
1.2	Champ électromagnétique rayonné aux fréquences radioélectriques ^{b,c}	IEC 61000-4-3/ IEC 61000-4-20	Niveau d'essai 3
1.3	Champ magnétique à la fréquence du réseau ^d	IEC 61000-4-8	Niveau d'essai 3
1.4	Champ magnétique impulsionnel ^{d,e}	IEC 61000-4-9	Niveau d'essai 3
1.5	Champ magnétique oscillatoire amorti ^{d,f}	IEC 61000-4-10	Niveau d'essai 3
^a Se référer à la norme de base pour l'applicabilité des essais de décharge de contact et/ou dans l'air. ^b Il convient que la fréquence de départ de l'essai corresponde à la fréquence d'arrêt de l'IEC 61000-4-6 ou à 26 MHz si l'IEC 61000-4-6 n'est pas utilisée. ^c Il convient que la fréquence d'arrêt soit de 6 GHz, sauf indication contraire dans la spécification du produit. D'autres recommandations relatives à l'utilisation des dispositifs sans fil peuvent être consultées dans le 7.5. ^d Applicable uniquement au matériel contenant des dispositifs sensibles aux champs magnétiques (éléments à effet Hall, capteurs de champ magnétique, par exemple). ^e Applicable aux matériels situés à proximité de conducteurs susceptibles de transporter du courant provenant de coups de foudre ou présentant des défauts de puissance de courant élevé. ^f Applicable uniquement aux matériels situés à proximité d'appareils de commutation de barre omnibus moyenne et haute tension.			

Tableau 3 – Spécifications d'immunité – Accès de signaux et de commande

Essai	Phénomène environnemental	Norme de base	Spécifications d'essai pour les emplacements conformément à la Figure 2	
			Type d'interface 2	Type d'interface 3
2.1	Transitoire rapide en salves ^a	IEC 61000-4-4	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 4
2.2	Choc – forme d'onde ^a combinée	IEC 61000-4-5	Niveau d'essai 2	Niveau d'essai 3
2.3	Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
2.4	Choc – onde sinusoïdale fortement amortie ^b	IEC 61000-4-12	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
2.5	Tension à la fréquence du réseau ^c	IEC 61000-4-16	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
2.6	Perturbations conduites en mode commun ^c	IEC 61000-4-16	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
2.7	Onde oscillatoire amortie	IEC 61000-4-18	Aucun essai	Niveau d'essai 3 ^d
^a Aucun essai n'est nécessaire pour les câbles mesurant moins de 3 m. ^b Aucun essai n'est nécessaire pour les câbles mesurant moins de 10 m. ^c Uniquement dans le cas des lignes longue distance (> 30 m). Cet essai n'est pas nécessaire s'agissant des matériels pour lesquels des instructions de conception et d'installation évitent l'apparition d'un tel phénomène. ^d Applicable uniquement aux matériels installés à proximité d'appareils de commutation de barre omnibus moyenne et haute tension ou si des câbles sont reliés à du matériel de commutation moyenne et haute tension.				

**Tableau 4 – Spécifications d'immunité –
Accès d'alimentation en entrée et en sortie en courant alternatif basse tension**

Essai	Phénomène environnemental	Norme de base	Spécifications d'essai pour les emplacements conformément à la Figure 2	
			Type d'interface 2	Type d'interface 3
3.1	Transitoire rapide en salves	IEC 61000-4-4	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 4
3.2	Choc – forme d'onde combinée	IEC 61000-4-5	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
3.3	Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
3.4	Creux de tension ^{c,d}	IEC 61000-4-11 ^a IEC 61000-4-34 ^b	0 % UT pendant 1 cycle 40 % UT pendant 10/12 cycles 70 % UT pendant 25/30 cycles	0 % UT pendant 1 cycle 40 % UT pendant 10/12 cycles 70 % UT pendant 25/30 cycles
3.5	Coupures brèves ^{c,d}	IEC 61000-4-11 ^a IEC 61000-4-34 ^b	0 % UT pendant 250/300 cycles	0 % UT pendant 250/300 cycles
3.6	Choc – onde sinusoïdale fortement amortie	IEC 61000-4-12	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
3.7	Harmoniques de fréquence du réseau ^d	IEC 61000-4-13	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
3.8	Fluctuations de tension ^d	IEC 61000-4-14	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
3.9	Tension à la fréquence du réseau ^e	IEC 61000-4-16	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
3.10	Perturbations conduites en mode commun ^e	IEC 61000-4-16	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
3.11	Onde oscillatoire amortie ^f	IEC 61000-4-18	Aucun essai	Niveau d'essai 3
3.12	Variation de la fréquence du réseau ^d	IEC 61000-4-28	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
NOTE 1 Pour les matériels dont les caractéristiques assignées de courant d'entrée > 16 A, il convient de limiter les essais à l'accès d'alimentation des unités/modules électroniques, etc. NOTE 2 UT correspond à la tension nominale du matériel. NOTE 3 "10/12 cycles" signifie "10 cycles pour un essai à 50 Hz" et "12 cycles pour un essai à 60 Hz" (et de la même manière pour 25/30 cycles et 250/300 cycles). Les essais doivent être réalisés à des fréquences d'alimentation uniquement pertinentes pour l'EUT et son utilisation prévue.				
^a Applicable aux matériels dont le courant du réseau ≤ 16 A par phase. ^b Applicable aux matériels dont le courant du réseau est supérieur à 16 A par phase. ^c Ne s'applique pas aux accès d'alimentation de sortie en courant alternatif basse tension. ^d Peut ne pas s'appliquer si des contrôles qualité adéquats et documentés sont mis en en place au niveau de l'installation nucléaire. ^e Seulement dans le cas de câbles long (>30 m). Il n'est pas nécessaire de faire cet essai pour les matériels pour lesquels la survenance de ce phénomène a été évitée au niveau de la conception et des instructions d'installation. ^f Applicable uniquement aux matériels situés à proximité d'appareils de commutation de barre omnibus moyenne et haute tension.				

Tableau 5 – Spécifications d'immunité – Accès d'alimentation en entrée et en sortie en courant continu basse tension

Essai	Phénomène environnemental	Norme de base	Spécifications d'essai pour les emplacements conformément à la Figure 2	
			Type d'interface 2	Type d'interface 3
4.1	Transitoire rapide en salves	IEC 61000-4-4	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 4
4.2	Choc – forme d'onde combinée	IEC 61000-4-5	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
4.3	Perturbations conduites induites par les champs radioélectriques	IEC 61000-4-6	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
4.4	Choc – onde sinusoïdale fortement amortie	IEC 61000-4-12	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
4.5	Tension à la fréquence du réseau ^a	IEC 61000-4-16	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
4.6	Perturbations conduites en mode commun ^a	IEC 61000-4-16	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
4.7	Ondulation sur l'alimentation en courant continu ^b	IEC 61000-4-17	Niveau d'essai 3	Niveau d'essai 3
4.8	Onde oscillatoire amortie	IEC 61000-4-18	Aucun essai	Niveau d'essai 3 ^c
4.9	Creux de tension ^{b,d,e}	IEC 61000-4-29	40 % UT pendant 10 ms 70 % UT pendant 10 ms	40 % UT pendant 10 ms 70 % UT pendant 10 ms
4.10	Coupures brèves ^{b,d,e}	IEC 61000-4-29 ^{c,d}	0 % UT pendant 20 ms	0 % UT pendant 20 ms
NOTE 1 Les accès en courant continu qui ne sont pas destinés à être connectés à un réseau de distribution en courant continu doivent être soumis à essai comme des accès de signaux. NOTE 2 Pour les matériels dont les caractéristiques assignées de courant d'entrée > 16 A, il convient de limiter les essais à l'accès d'alimentation des unités/modules électroniques, etc. NOTE 3 UT correspond à la tension nominale du matériel. ^a Seulement dans le cas de câbles long (>30 m). Il n'est pas nécessaire de faire cet essai pour les matériels pour lesquels la survenance de ce phénomène a été évitée au niveau de la conception et des instructions d'installation. ^b Peut ne pas s'appliquer si des contrôles qualité adéquats et documentés sont mis en place au niveau de l'installation nucléaire. ^c Applicable uniquement aux matériels situés à proximité d'appareils de commutation de barre omnibus moyenne et haute tension. ^d Ne s'applique pas aux accès d'alimentation de sortie en courant continu basse tension. ^e Les valeurs sont cohérentes avec les niveaux d'essai recommandés de l'IEC 61000-6-5.				

7.5 Considérations relatives aux essais d'immunité pour la technologie sans fil

L'impact de la technologie sans fil sur les matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires est évalué dans le cadre d'un essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés selon l'IEC 61000-4-3 (ou l'IEC 61000-4-20). Cet essai démontre que le matériel peut tolérer des champs électriques rayonnés aux niveaux spécifiés pendant les essais de qualification. Dès que le niveau d'immunité a été établi, une distance d'exclusion doit être calculée selon des modèles de propagation en espace libre et doit tenir compte de la puissance de sortie et du gain d'antenne du dispositif sans fil. Le niveau

d'immunité démontré doit être 8 dB supérieur à la puissance du champ prévue du dispositif sans fil utilisé pour calculer la limite de la distance d'exclusion.

Si la distance d'exclusion calculée est trop restrictive pour le dispositif sans fil prévu (notamment dans le cas où un appareil portatif doit être utilisé à proximité des matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires), le niveau d'essai aux fréquences d'émission de l'appareil ou des appareils sans fil peut être augmenté pour la méthode d'essai IEC 61000-4-3 (ou IEC 61000-4-20) à une puissance de champ nécessaire à la détermination de la distance d'exclusion prévue. Par exemple, si un émetteur de 1 W présentant un gain d'antenne de 1,5 dBi donne une distance d'exclusion d'environ 1,7 m. Si cet appareil doit être utilisé à une distance de 0,5 m des matériels électriques et de contrôle-commande, la puissance du champ prévue est presque égale à 14 V/m. Ce système peut être soumis à essai à une puissance de champ de 35 V/m pour les fréquences d'intérêt afin de s'assurer que le matériel ne présente aucun dysfonctionnement en présence de l'appareil sans fil. Des recommandations similaires sont fournies dans l'IEC 61000-6-7 pour les essais à des niveaux et des plages de fréquences cohérents avec ceux des appareils sans fil classiques.

8 Essais d'émission

Les matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires destinés à être utilisés dans des systèmes importants pour la sûreté doivent également satisfaire aux exigences d'émission afin de s'assurer que l'environnement électromagnétique dans la centrale est maintenu aux niveaux spécifiés dans le présent document. Les exigences pour l'émission sont applicables pour les systèmes (éléments) de sûreté, les systèmes (éléments) importants pour la sûreté, pour les autres systèmes (éléments) qui seront installés en proximité des systèmes (éléments) de sûreté ou importants pour la sûreté. La proximité peut comprendre le voisinage immédiat des matériels aussi bien que des zones concernées par le cheminement des câbles de puissance et de communication associés aux matériels en essai. Les matériels doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 61000-6-4. Le Tableau 6 contient les exigences pour les émissions rayonnées provenant des équipements et le Tableau 7 contient les exigences pour les émissions conduites sur les accès d'alimentation en entrée. Les limites indiquées dans le présent document peuvent être assouplies en apportant une justification technique (les données d'émission provenant du point d'installation indiquant que les niveaux existants dépassent les niveaux de l'EUT, par exemple).

Tableau 6 – Limites pour les émissions rayonnées provenant du matériel électrique et de contrôle-commande des centrales nucléaires

Accès	Bande de fréquences MHz	Puissance du champ
Enveloppe	30 – 230	40 dB ($\mu\text{V/m}$) quasi-crête à 10 m ^a
	230 – 1 000	47 dB ($\mu\text{V/m}$) quasi-crête à 10 m ^a
	1 000 – 3 000	76 dB ($\mu\text{V/m}$) crête à 3 m 56 dB ($\mu\text{V/m}$) moyenne à 3 m
	3 000 – 6 000	80 dB ($\mu\text{V/m}$) crête à 3 m 60 dB ($\mu\text{V/m}$) moyenne à 3 m
NOTE 1 Les matériels fixes ou de grandes dimensions, ne pouvant pas être soumis à essai en laboratoire conformément aux valeurs normalisées de ce tableau, peuvent être soumis à essai sur leur lieu d'exploitation à une distance de 10 m (si possible) du mur du local où est installé le matériel.		
NOTE 2 A la fréquence de transition, la limite la plus stricte doit être appliquée.		
^a Il est acceptable de réaliser les mesures à une distance de 30 m en utilisant les valeurs normalisées de ce tableau réduites de 10 dB. Il est également acceptable de procéder à la mesure à une distance de 3 m en augmentant la limite de 10 dB. Il convient de prêter une attention particulière lors des essais de matériels d'I&C et d'alimentation électrique de grandes dimensions à une distance de 3 m.		

Tableau 7 – Limites pour les émissions conduites provenant du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires

Accès	Bande de fréquences MHz	Valeur de la tension
Réseau en courant alternatif basse tension	0,15 – 0,5	79 dB (µV) quasi-crête 66 dB (µV) moyenne
	0,5 – 30	73 dB (µV) quasi-crête 60 dB (µV) moyenne
Réseau en courant continu basse tension	0,15 – 0,5	89 dB (µV) quasi-crête 76 dB (µV) moyenne
	0,5 – 30	83 dB (µV) quasi-crête 70 dB (µV) moyenne
NOTE 1 Si les matériels fixes ou de grandes dimensions ne peuvent pas être soumis à essai en laboratoire conformément aux exigences de l'IEC 61000-6-4, ils peuvent être soumis à essai sur leur lieu de fabrication ou d'exploitation. NOTE 2 A la fréquence de transition, la limite la plus stricte doit être appliquée. NOTE 3 Les interférences de courte durée provoquées par l'activité humaine, émises par les matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires avec une fréquence de répétition de moins de 5 par minute, peuvent ne pas être prises en compte. Il convient que les interférences de courte durée provoquées par l'activité humaine, émises avec une fréquence de répétition de plus de 30 par minute, soient prises en compte avec les valeurs normalisées de ce tableau. Il est acceptable de réduire les valeurs normalisées de 20/N à 30/N (où N représente le nombre de répétitions de l'interférence par minute) pour les interférences de courte durée provoquées par l'activité humaine avec une fréquence comprise entre 5 et 30 par minute. NOTE 4 De même, tous les branchements autres que les accès d'alimentation en courant alternatif peuvent être pris en compte (signal, commande, alimentation en courant continu).		

9 Considérations d'essai

Les matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires doivent être soumis à des essais d'émission et d'immunité afin d'évaluer le respect des exigences du présent document.

Le matériel d'essai et les méthodes d'essai doivent être définis conformément aux normes particulières identifiées au Tableau 1 et être indiqués dans le plan d'essai CEM. L'Annexe F contient des exemples d'informations qu'il convient d'intégrer dans un plan d'essai CEM.

L'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.

Si l'EUT fait partie intégrante d'un système ou qu'il peut être connecté à un matériel auxiliaire, alors l'EUT doit être soumis à essai en le raccordant à la configuration représentative minimale du matériel auxiliaire nécessaire au fonctionnement des accès.

Si l'EUT comporte un grand nombre d'accès similaires, un nombre suffisant doit être choisi pour simuler les conditions réelles de fonctionnement et s'assurer que tous les types de raccordements sont couverts. Le type de connecteur de chaque accès doit être consigné dans le rapport d'essai.

L'EUT électrique et de contrôle-commande des centrales nucléaires doit être installé et raccordé à l'alimentation, aux lignes d'entrée/sortie, aux circuits de signal et de mise à la masse conformément à la documentation technique du fournisseur et/ou en fonction du mode d'installation du matériel dans la centrale. Une mise à la masse supplémentaire, non prévue au niveau de l'installation, n'est pas admissible. La position du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires soumis à essai et des équipements interagissant de manière fonctionnelle avec celui-ci doivent correspondre aux conditions indiquées dans la documentation technique du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires. Si la position du matériel et des câbles n'est pas indiquée, la position retenue doit correspondre à une application typique.

En particulier, si la spécification de produit exige la présence de câbles blindés, l'essai doit être réalisé avec des blindages reliés conformément aux spécifications du fabricant.

Si une spécification du fabricant exige la présence de dispositifs ou mesures de protection, les essais doivent être réalisés avec ces dispositifs ou mesures de protection en place.

Les essais doivent être réalisés aux conditions habituelles et dans les limites des plages fonctionnelles de température, d'humidité et de pression spécifiées pour le produit, et à la tension d'alimentation assignée, sauf indication contraire dans la norme de base.

Les essais de certification CEM des matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires relevant des exigences du présent document doivent être réalisés par des organismes d'essai qualifiés pour réaliser ces essais.

NOTE En particulier et dans des cas justifiés, si les essais de type ne peuvent pas être réalisés en laboratoire compte tenu des dimensions physiques du matériel ou système considéré, il peut être utile de procéder à des investigations CEM in situ. Ces investigations peuvent être réalisées dans le cadre de procédures adaptées afin de ne pas affecter la fiabilité du matériel. L'Annexe E contient des informations relatives aux performances des essais CEM in situ.

10 Documentation du rapport d'essai

Le fabricant peut démontrer la conformité du produit aux spécifications du présent document par des essais et un rapport d'essai CEM.

Les résultats doivent se référer aux essais réalisés sur le matériel présentant la configuration nécessaire au respect des exigences fonctionnelles.

Il est admis de réaliser les essais de conformité sur un échantillon représentatif, qui doit inclure tous les types de sous-unités, modules (matériels et logiciels), etc., afin de respecter l'ensemble des fonctions opérationnelles du matériel final.

Le matériel ou l'échantillon représentatif doit être clairement identifié (modèle, année de production et numéro de série).

La configuration et le mode de fonctionnement utilisés lors des essais doivent être précisément indiqués dans le rapport d'essai CEM.

Le rapport d'essai CEM doit démontrer de manière univoque que les procédures d'essai adoptées correspondent à celles spécifiées dans les normes de base relatives à chaque phénomène particulier.

Les rapports d'essai CEM peuvent être établis conformément à l'Annexe G.

Annexe A (normative)

Critères de qualité fonctionnelle du matériel électrique et de contrôle-commande des centrales nucléaires pour les essais d'immunité aux perturbations

Il convient que le classement des critères de qualité fonctionnelle de l'EUT pour les essais d'immunité donnés au Tableau A.1 soit défini en fonction du classement de sûreté du matériel. Il convient que le niveau de performance minimum ou la perte de performance admissible pour l'EUT durant les essais d'immunité soit défini par le fabricant et comprenne un plan de test CEM. En général, les critères de qualité fonctionnelle A sont applicables pour les systèmes (éléments) de sûreté et les systèmes (éléments) importants pour la sûreté, à moins qu'une justification ne soit apportée pour utiliser dans le plan de test CEM des critères inférieurs

**Tableau A.1 – Critères de qualité fonctionnelle
de l'EUT pour les essais d'immunité**

Critères de qualité fonctionnelle de l'EUT pour les essais d'immunité	Qualité opérationnelle du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires pendant les essais d'immunité
A	L'appareil doit continuer à fonctionner comme prévu pendant et après l'essai. Aucune dégradation de performance ni perte de fonction n'est admise au-dessous du niveau de performance spécifié par le fabricant pour l'utilisation prévue de l'appareil. Le niveau de performance peut être remplacé par une perte de performance admise. Si le fabricant ne spécifie pas le niveau minimal de performance ni la perte de performance admise, alors l'un de ceux-ci 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'appareil utilisé de la façon prévue.
B	L'appareil doit continuer à fonctionner comme prévu après l'essai. Aucune dégradation de performance ni perte de fonction n'est admise au-dessous du niveau de performance spécifié par le fabricant pour l'utilisation prévue de l'appareil. Le niveau de performance peut être remplacé par une perte de performance admise. Durant l'essai, une dégradation de performance est admise. Si le fabricant ne spécifie pas le niveau minimal de performance ni la perte de performance admise, alors l'un de ceux-ci 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'appareil utilisé de la façon prévue.
C	Une perte de fonction temporaire est admise si la fonction se récupère seule ou si elle peut être restaurée par commande.

Annexe B (informative)

Caractéristiques qualitatives définissant le classement des sévérités des environnements électromagnétiques dans les lieux où les matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires doivent être installés

Le Tableau B.1 donne les caractéristiques qualitatives définissant la classification des sévérités des environnements électromagnétiques dans les lieux où doivent être installés des matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires.

Tableau B.1 – Caractéristiques qualitatives définissant la classification des sévérités des environnements électromagnétiques dans les lieux où doivent être installés des matériels électriques et de contrôle-commande des centrales nucléaires

Numéro d'élément	Conditions d'installation, de montage et d'assemblage du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires	Sévérité des environnements électromagnétiques			
		Environnement électromagnétique faible	Environnement électromagnétique moyen	Environnement électromagnétique générique	Environnement électromagnétique hostile
1	Système de mise à la terre	Le matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires est équipé de systèmes de signalisation et de protection des systèmes de mise à la terre spécifiquement conçus	Le matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires est équipé d'un système de mise à la terre du signal spécifiquement conçu et est connecté au système de mise à la terre de protection général	Le matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires et les matériels d'alimentation partagent le même système de protection de mise à la terre	Aucun système de mise à la terre n'est spécifiquement conçu pour le matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires, et le matériel n'est pas relié à la terre de façon adéquate
2	Propriétés de blindage d'un emplacement	Les murs, le plancher et le plafond d'un emplacement présentent des propriétés de blindage suffisantes. Le facteur d'amortissement du bruit dans la plage 0,15 MHz – 30 MHz est supérieur ou égal à 20 dB	Un emplacement ne présente pas les propriétés de blindage. Le facteur d'amortissement du bruit dans la plage 0,15 MHz – 30 MHz ne dépasse pas 10 dB	L'emplacement ne fait l'objet d'aucune exigence en matière de blindage	L'emplacement ne fait l'objet d'aucune exigence en matière de blindage
3	Système d'alimentation électrique	Le matériel est alimenté grâce à un transformateur de découplage, et par une alimentation sans interruption ou un câble d'alimentation indépendant	Le matériel ne comporte pas de transformateur de découplage, et est alimenté par une alimentation sans interruption ou par un câble d'alimentation indépendant	Le matériel partage l'alimentation électrique avec d'autres équipements	Le matériel partage l'alimentation électrique avec d'autres équipements

Numéro d'élément	Conditions d'installation, de montage et d'assemblage du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires	Sévérité des environnements électromagnétiques			
		Environnement électromagnétique faible	Environnement électromagnétique moyen	Environnement électromagnétique générique	Environnement électromagnétique hostile
4	Conditions de montage et d'assemblage sur le lieu d'installation	Les charges inductives sont équipées de dispositifs de suppression du bruit. Les lignes de signal/commande sont équipées de blindages, lesquels sont reliés au système de mise à la terre aux deux extrémités. Les lignes d'alimentation sont équipées de filtres et de dispositifs de protection contre les surtensions	Les charges inductives ne sont pas équipées de dispositifs de suppression du bruit. Les contacts sur les charges sont protégés. Les lignes transportant différents niveaux de signaux et de tensions ne sont pas espacées correctement les unes des autres. Des câbles contiennent des lignes d'alimentation, de signal, de commande et de communication. Les lignes d'alimentation sont équipées de dispositifs de protection contre les surtensions	Les charges inductives ne sont pas équipées de dispositifs de suppression du bruit. Les lignes transportant différents niveaux de signaux et de tensions ne sont pas espacées. Les câbles d'alimentation, de puissance, de contrôle, d'information et de communication ne sont pas espacés. Les lignes des câbles sont utilisées dans différents buts. Les câbles ne sont pas blindés et ne sont pas protégés contre les surtensions	Les charges inductives ne sont pas équipées de dispositifs de suppression du bruit. Les lignes transportant différents niveaux de signaux et de tensions ne sont pas espacées. Les câbles d'alimentation, de contrôle, d'information et de communication ne sont pas espacés. Les lignes des câbles sont utilisées dans différents buts. Les câbles ne sont pas blindés et ne sont pas protégés contre les surtensions
5	Conditions liées au lieu d'installation du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires	Le matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires est situé dans un local commun. Les câbles de données et de communication externes branchés au matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires sont protégés contre les surtensions et comportent une séparation électrique	Une partie du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires est située dans un autre local du même bâtiment. Les communications de données entre ces parties comportent une séparation électrique. Les communications du matériel vers l'extérieur du bâtiment sont protégées contre les surtensions et comportent une séparation électrique	Le matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires est situé en dehors du bâtiment principal. Des parties du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires sont situées en différents endroits et comportent une séparation électrique. Les câbles de communication à l'extérieur du bâtiment principal sont protégés contre les surtensions	Le matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires est situé à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment principal. Les différentes parties du matériel sont situées en différents endroits et ne comportent pas de séparation électrique entre elles. Les lignes de signal/commande ne sont pas toutes protégées contre les surtensions. Des lignes de signal/commande sortent du bâtiment principal

Numéro d'élément	Conditions d'installation, de montage et d'assemblage du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires	Sévérité des environnements électromagnétiques			
		Environnement électromagnétique faible	Environnement électromagnétique moyen	Environnement électromagnétique générique	Environnement électromagnétique hostile
6	Coexistence avec d'autres équipements sur le lieu d'installation	Aucun autre matériel n'est branché sur le même réseau d'alimentation que l'alimentation du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires. La lumière est assurée par des lampes incandescentes ou branchées sur une alimentation distincte de l'alimentation principale	D'autres matériels d'un autre emplacement sont raccordés au même réseau d'alimentation que l'alimentation principale du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires. Le type d'alimentation de l'éclairage ne fait l'objet d'aucune exigence. Un équipement haute tension peut être à l'origine de décharges électrostatiques dans le lieu d'installation	D'autres matériels d'un autre emplacement sont raccordés au même réseau d'alimentation que l'alimentation principale du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires. Le type d'alimentation de l'éclairage ne fait l'objet d'aucune exigence. Un équipement haute tension peut être à l'origine de décharges électrostatiques dans le lieu d'installation	D'autres matériels d'un autre emplacement sont raccordés au même réseau d'alimentation que l'alimentation principale du matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires. Le type d'alimentation de l'éclairage ne fait l'objet d'aucune exigence. Un équipement haute tension peut être à l'origine de décharges électrostatiques dans le lieu d'installation
7	Utilisation d'émetteurs-récepteurs portatifs, de systèmes de téléphonie mobile et de stations radioélectriques fixes dans les lieux, où est installé le matériel d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires.	L'utilisation d'émetteurs-récepteurs portatifs, de systèmes de téléphonie mobile et de stations radioélectriques fixes est interdite. L'interdiction relative aux émetteurs-récepteurs portatifs et aux systèmes de téléphonie mobile est rigoureusement appliquée, l'intégrité des mesures de contrôle de cette application étant également justifiée de manière adéquate.	Utilisation limitée d'émetteurs-récepteurs portatifs, de systèmes de téléphonie mobile et de stations radioélectriques fixes à une puissance ne dépassant pas 2 W à une distance adéquate – définie en fonction des perturbations maximales admises et de la puissance de l'appareil. Les limites relatives aux émetteurs-récepteurs portatifs et aux systèmes de téléphonie mobile sont rigoureusement appliquées, l'intégrité des mesures de contrôle de leur application étant également justifiée de manière adéquate.	Utilisation limitée d'émetteurs-récepteurs portatifs et de systèmes de téléphonie mobile à une puissance ne dépassant pas 2 W à une distance adéquate – définie en fonction des perturbations maximales admises et de la puissance de l'appareil. Les limites relatives aux émetteurs-récepteurs portatifs et aux systèmes de téléphonie mobile sont rigoureusement appliquées, l'intégrité des mesures de contrôle de leur application étant également justifiée de manière adéquate.	Utilisation illimitée possible d'émetteurs-récepteurs portatifs et de systèmes de téléphonie mobile à une puissance ne dépassant pas 2 W. Puissants émetteurs radio fixes à une distance adéquate – définie en fonction des perturbations maximales admises et de la puissance de l'appareil.