



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Nuclear power plants – Instrumentation systems important to safety – Electrical penetration assemblies in containment structures

Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation importants pour la sûreté – Ensembles de traversée électrique dans les structures de confinement

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.120.20

ISBN 978-2-8322-5691-6

**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.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	10
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	12
4 Abbreviated terms, symbols and acronyms	16
5 EPA types and ratings	16
5.1 EPA module type	16
5.1.1 General	16
5.1.2 Medium voltage power	16
5.1.3 Low voltage power	17
5.1.4 Low voltage control.....	17
5.1.5 Instrumentation.....	17
5.1.6 Fibre optic	18
5.2 Ratings	18
5.2.1 Rated operational voltage	18
5.2.2 Rated operational current	18
5.2.3 Rated overload current and durations	19
5.2.4 Rated conditional short-circuit current.....	19
5.2.5 Rated duration of short-circuit.....	19
5.2.6 Rated signal transmission characteristics	19
5.2.7 Rated capabilities during DBE and DEC	20
6 Design requirements.....	20
6.1 General.....	20
6.2 Mechanical design requirements	20
6.2.1 Pressure boundary	20
6.2.2 Gas leakage	20
6.2.3 Testing provisions	21
6.2.4 Integrity and tightness	21
6.2.5 Handling, transportation and storage	21
6.2.6 Attachment (installation)	21
6.2.7 Condensation	21
6.2.8 Resistance against induced vibrations	22
6.2.9 Pressure equalization, and protection against water and dust.....	22
6.2.10 Decontamination capability	22
6.2.11 Fire protection	22
6.2.12 Stress analysis	22
6.2.13 Accessibility.....	22
6.2.14 Shielding against radiation.....	22
6.2.15 Requirements for structural materials	22
6.2.16 Requirements for EPA sealing design (materials and construction).....	23
6.3 Electrical design requirements	23
6.3.1 Behaviour in the case of fire	23
6.3.2 Partial discharge.....	23
6.3.3 Connection Interfaces	23
6.3.4 Electrical function	24

6.3.5	Reassessing qualified life	24
6.3.6	Electrodynamic stresses	24
6.3.7	Conductor modules	24
6.3.8	Instrumentation conductor modules	24
6.3.9	Fibre optic conductor modules	25
6.3.10	Electromagnetic interference	25
6.3.11	Heating and current-carrying capability	25
6.3.12	Electrical insulation design (materials and construction)	25
7	Design qualification	26
7.1	Selection of test specimens	26
7.2	Qualification margins	26
7.3	Design tests (materials and construction).....	26
7.3.1	Behaviour in the case of fire	26
7.3.2	Radiation resistance	26
7.3.3	Thermal endurance.....	27
7.3.4	Ageing and qualified life	27
7.3.5	Type tests.....	27
7.4	Qualified life test.....	31
7.4.1	General	31
7.4.2	Initial tests.....	32
7.4.3	Preconditioning.....	32
7.4.4	Qualified life type tests	33
7.5	Accident resistance tests	33
7.5.1	Accident radiation	33
7.5.2	Accident simulation test.....	33
7.5.3	Acceptance tests	34
7.6	Confirming the survivability in the case of DEC (e.g. severe accident)	34
7.7	Reassessing the qualified life.....	34
8	Production tests.....	35
8.1	General.....	35
8.2	Pneumatic pressure test	35
8.3	Gas leak rate test	35
8.4	Dielectric strength test	35
8.4.1	Medium voltage power EPA	35
8.4.2	Low voltage power EPA	35
8.5	Insulation resistance test	36
8.6	Conductor continuity test	36
8.7	Signal transmission characteristics	36
8.8	Fibre optic conductor modules	36
8.9	Conductor identification	36
9	Installation and field testing	36
9.1	Installation procedure	36
9.2	Mechanical installation.....	36
9.3	Leak rate test.....	37
9.4	Electrical tests	37
9.5	Fibre optic conductor modules	37
10	Quality assurance requirements	37
10.1	Materials, processes and personnel.....	37

10.2	Documentation of design qualification	37
10.3	Assembly and nameplate	38
10.4	Data and ratings	39
Annex A (informative)	Conversion of leak rates of miscellaneous test gases	40
A.1	General.....	40
A.2	Conversion formulas	40
Bibliography	41
Table 1 – Defined leak rates by configuration	20

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NUCLEAR POWER PLANTS – INSTRUMENTATION SYSTEMS IMPORTANT TO SAFETY – ELECTRICAL PENETRATION ASSEMBLIES IN CONTAINMENT STRUCTURES

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 60772 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 1983. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Adaptation of terminology and definitions to current available IAEA and IEC glossaries.
- b) Inclusion of new requirements with respect to DBEs and DECes.
- c) Inclusion of new requirements with respect to design, construction and material used for electrical penetration assembly.
- d) Inclusion of discussion of ageing models to be used for accelerated ageing due to temperature and radiation.

- e) Inclusion of requirements in accordance with current standards on switchgears and cables.
- f) Inclusion of definitions of characteristics for instrumentation electrical penetration assemblies.
- g) More demand of electrical measurement during DBE and DEC.

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

FDIS	Report on voting
45A/1190/FDIS	45A/1203/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.

INTRODUCTION

a) Technical background, main issues and organisation of the Standard

This International Standard focuses on electrical penetration assemblies (EPAs) in containment structures. EPAs used in safety systems in nuclear facilities need to comply with various Standards in order to meet their safety functional requirements throughout their qualified life. This goal is accomplished by thorough designing, qualifying, manufacturing, testing, installation and commissioning.

Therefore, this IEC standard specifically focuses on the above-mentioned aspects. Other aspects, relating to quality assurance, reliability and selection including validation and verification activities are not part of this standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1983. The current version of this standard is intended to accomplish the following:

- Respecting new technologies (e.g. fibre optic application for signal transfer in NPPs).
- Additional potential events/accidents scenarios are to be taken into consideration. For instance, DEC scenarios are now considered in the design requirements and qualification of electrical penetration assemblies.
- Adaptation to revised or new second level standards such as IEC 60980 or IEC/IEEE 60780-323.
- Respecting the utilisation of digital electronic equipment in I&C systems instead of relay-based devices requires that more detailed consideration shall be given to resistance against electromagnetic disturbances,
- Inclusion of the comprehensive considerations of design and materials. Herein approaches as stated in IEC 60216 series and IEC 60544 series are taken into account.
- Methods for the performance of on-going qualification/reassessing the qualified life as requested in the newest revision of IEC/IEEE 60780-323 are taken into account.

This revision incorporates current practices and lessons learned from the implementation of previous versions of this standard by the nuclear industry. As part of the pressure boundary of the containment the electrical penetration assembly is always equipment important to safety, which has to ensure the containment integrity. Also, the electrical function of the EPA has to be ensured under DBE and DEC condition when it is part of an actuator or measurement chain.

This Standard does not address the design, associated calculations and test conditions of the mechanical aspects of penetration assemblies; these are published in other Standards such as ASME and European Boiler and Vessel codes. Therefore, this Standard provides references to other Standards as necessary.

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

IEC 60772 is a third level IEC SC 45A document which addresses the design, qualification, manufacturing, manufacturing testing, installation and commissioning of electrical penetration assemblies.

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

c) Recommendations and limitations regarding the application of the Standard

IEC/IEEE 60780-323 and IEC 60980 are second level standards that give guidance for specific aspects of functional qualification of electrical equipment important to safety; in particular to environmental and seismic qualification. IEC 60772 is to be read in conjunction with those two documents.

To ensure that the Standard will continue to be relevant in future years, the emphasis has been placed on issues of principle, rather than specific technologies. Therefore, it is the task of the manufacturer, architect engineer or operator to adapt this standard to the respective needs.

d) Description of the structure of the IEC SC 45A standard series and relationships with other IEC documents and other bodies documents (IAEA, ISO)

The top-level documents of the IEC SC 45A 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 SC 45A 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 SC 45A 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 SC 45A 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 SC 45A standard series, corresponds to the Technical Reports which are not normative.

The IEC SC 45A 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 SC 45A 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-3 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 SC 45A 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 SC 45A control room standards and IEC 62342 is the entry document for the IEC SC 45A 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 SC 45A domain was extended in 2013 to cover electrical systems. In 2014 and 2015 discussions were held in IEC SC 45A to decide how and where general requirements for the design of electrical systems were to be considered. IEC SC 45A 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 SC 45A standards will be suppressed.

NUCLEAR POWER PLANTS – INSTRUMENTATION SYSTEMS IMPORTANT TO SAFETY – ELECTRICAL PENETRATION ASSEMBLIES IN CONTAINMENT STRUCTURES

1 Scope

This document applies to electrical penetration assemblies (EPAs) in containment structures of nuclear power plants. It covers the engineering safety requirements to be met in the design, calculation, qualification, fabrication, assembly, testing, and installation of EPAs.

EPAs provide gas-tight and pressure-resistant penetrations through the containment for one or more electrical circuits. EPA requirements are divided into mechanical (e.g. containment integrity), and electrical or optical aspects regarding safety. The mechanical requirements are valid for all EPAs. The electrical or optical requirements are derived from the functional requirements of the connected systems, applied for monitoring and mitigating postulated events such as design basis events (DBE; e.g. loss of coolant accidents) and/or design extension conditions (DEC; e.g. severe accidents).

EPAs are distinguished by the type of electrical or optical circuit in which they are used. The derived types of EPAs are identified as follows:

- medium voltage power,
- low voltage power,
- control,
- instrumentation, and
- fibre optic.

For the purpose of this document, EPAs include:

- electrical conductors up to the connection interface inside and outside the containment (penetration conductors);
- the electrical insulation systems of penetration conductors including the electrical insulation of the connection interface;
- components for the resistance to environmental conditions, such as pressure resistance, gas tightness, temperature resistance, radiations resistance, seismic resistance enclosure of this EPA, and for connection with the containment wall;
- if required, permanently connected equipment for leak tightness monitoring;
- standard electrical connection interfaces such as cable lugs, terminals, and connectors;
- terminals and/or junction boxes (if necessary).

The components, which are not part of an EPA, include:

- components of the containment wall for the attachment of the EPA, such as sealing surfaces for bolting, or pipe connections, or nozzles requiring welding;
- cables and wires connected to the EPA conductors or connectors;
- terminal elements such as cable lugs, terminals, connectors or soldering sleeves attached to the cables and lines connected;
- leak test or evacuation devices connected temporarily to penetrations;
- the requirements for external circuits, connected to the EPA or the containment structure.

This document does not cover requirements for EPAs regarding operation and maintenance.

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 60038:2009, *IEC standard voltages*

IEC 60059:1999, *IEC standard current ratings*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-3-3, *Environmental testing – Part 3-3: Guidance – Seismic test methods for equipments*

IEC 60137:2017, *Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V*

IEC 60216 (all parts), *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties*

IEC 60332 (all parts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60544 (all parts), *Electrical insulating materials – Determination of the effects of ionizing radiation*

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: principles, requirements and tests*

IEC 60754-2:2011, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2: determination of acidity (by pH measurement) and conductivity*

IEC/IEEE 60780-323:2016, *Nuclear facilities – Electrical equipment important to safety – Qualification*

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60980, *Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear power generating stations.*

IEC 61034-2:2005, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: test procedure and requirements*

IEC 61156-1, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1: General specification*

IEC 61196-1-113:2009, *Coaxial communication cables – Part 1-113: Electrical test methods – Test for attenuation constant*

IEC 62271-1:2017, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear*

IEC 62271-200:2011, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

IEC 62855, *Nuclear power plants – Electrical power systems – Electrical power systems analysis*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

ISO 9712:2012, *Non-destructive testing – Qualification and certification of NDT personnel*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	45
INTRODUCTION.....	47
1 Domaine d'application	50
2 Références normatives	51
3 Termes et définitions	52
4 Termes abrégés, symbols et acronymes	57
5 Types d'ETE et caractéristiques assignées	57
5.1 Type de module d'ETE	57
5.1.1 Généralités	57
5.1.2 Puissance à moyenne tension	57
5.1.3 Puissance à basse tension	57
5.1.4 Contrôle-commande à basse tension	58
5.1.5 Instrumentation.....	58
5.1.6 Fibre optique	58
5.2 Caractéristiques assignées	59
5.2.1 Tension assignée d'emploi	59
5.2.2 Courant assigné d'emploi	59
5.2.3 Courant de surcharge assigné et durées correspondantes	60
5.2.4 Courant assigné de court-circuit conditionnel.....	60
5.2.5 Durée de court-circuit assignée	60
5.2.6 Caractéristiques assignées de transmission de signaux.....	60
5.2.7 Capacités assignées en conditions d'EDD et de DEC	61
6 Exigences de conception	61
6.1 Généralités	61
6.2 Exigences de conception mécanique	61
6.2.1 Enveloppe de pression	61
6.2.2 Fuite de gaz	61
6.2.3 Dispositions relatives aux essais	62
6.2.4 Intégrité et étanchéité	62
6.2.5 Manutention, transport et stockage	62
6.2.6 Fixation (installation)	62
6.2.7 Condensation	63
6.2.8 Tenue aux vibrations induites	63
6.2.9 Équilibrage de la pression et protection contre l'eau et la poussière	63
6.2.10 Aptitude à la décontamination.....	63
6.2.11 Protection contre le feu.....	63
6.2.12 Analyse des contraintes.....	63
6.2.13 Accessibilité	63
6.2.14 Blindage de protection contre les rayonnements.....	64
6.2.15 Exigences relatives aux matériaux de la structure.....	64
6.2.16 Exigences relatives à la construction étanche des ETE (matériaux et construction).....	64
6.3 Exigences relatives à la conception électrique	64
6.3.1 Comportement en cas d'incendie	64
6.3.2 Décharge partielle	65
6.3.3 Interfaces de raccordement	65

6.3.4	Fonction électrique	65
6.3.5	Réévaluation de la durée de vie qualifiée	65
6.3.6	Efforts électrodynamiques	65
6.3.7	Modules conducteurs	65
6.3.8	Modules conducteurs de l'instrumentation	65
6.3.9	Modules conducteurs à fibre optique	66
6.3.10	Brouillage électromagnétique.....	66
6.3.11	Échauffement et courant admissible	66
6.3.12	Conception de l'isolement électrique (matériaux et construction)	66
7	Qualification à la conception.....	67
7.1	Sélection des spécimens d'essai.....	67
7.2	Marges de qualification	67
7.3	Essais de conception (matériaux et construction).....	68
7.3.1	Comportement en cas d'incendie	68
7.3.2	Résistance aux rayonnements	68
7.3.3	Endurance thermique.....	68
7.3.4	Vieillessement et durée de vie qualifiée	68
7.3.5	Essais de type	68
7.4	Essai de durée de vie qualifiée	73
7.4.1	Généralités	73
7.4.2	Essais initiaux	73
7.4.3	Préconditionnement.....	73
7.4.4	Essais de type de durée de vie qualifiée	74
7.5	Essais de tenue aux accidents	75
7.5.1	Rayonnement accidentel.....	75
7.5.2	Essai de simulation d'accident.....	75
7.5.3	Essais d'acceptation	75
7.6	Confirmation de la capacité de survie en cas de DEC (par exemple, accident grave).....	76
7.7	Réévaluation de la durée de vie qualifiée.....	76
8	Essais de production	77
8.1	Généralités	77
8.2	Essai de pression pneumatique	77
8.3	Essai du taux de fuite de gaz	77
8.4	Essai de rigidité diélectrique	77
8.4.1	ETE de puissance à moyenne tension	77
8.4.2	ETE de puissance à basse tension	77
8.5	Essai de résistance d'isolement	78
8.6	Essai de continuité des conducteurs	78
8.7	Caractéristiques de la transmission de signaux.....	78
8.8	Modules conducteurs à fibre optique.....	78
8.9	Identification des conducteurs.....	78
9	Essais de l'installation et du site	78
9.1	Procédure d'installation.....	78
9.2	Installation mécanique	79
9.3	Essai du taux de fuite	79
9.4	Essais électriques.....	79
9.5	Modules conducteurs à fibre optique.....	79
10	Exigences relatives à l'assurance de la qualité	79

10.1	Matériaux, procédés et personnel	79
10.2	Documents relatifs à la qualification à la conception	80
10.3	Ensemble et plaque signalétique.....	81
10.4	Données et caractéristiques assignées	81
Annexe A (informative)	Conversion des taux de fuite de divers gaz d'essai.....	83
A.1	Généralités	83
A.2	Formules de conversion	83
Bibliographie.....		84
Tableau 1 – Taux définis de fuite par configuration		61

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE – SYSTÈMES D'INSTRUMENTATION IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ – ENSEMBLES DE TRAVERSÉE ÉLECTRIQUE DANS LES STRUCTURES DE CONFINEMENT

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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 60772 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 1983. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) Adaptation de la terminologie et des définitions aux glossaires actuels disponibles de l'AIEA et de l'IEC.
- b) Intégration de nouvelles exigences relatives aux EDD et aux DEC.

- c) Intégration de nouvelles exigences relatives à la conception et à la construction des ensembles de traversée électrique ainsi qu'aux matériaux utilisés pour leur construction.
- d) Intégration d'une analyse des modèles de vieillissement à utiliser pour un vieillissement accéléré en raison d'une température et de rayonnements particuliers.
- e) Intégration d'exigences conformes aux normes actuelles relatives aux appareillages de connexion et aux câbles.
- f) Intégration de définitions des caractéristiques des ensembles de traversée électrique d'instrumentation.
- g) Demande supplémentaire concernant les mesures électriques durant les EDD et DEC.

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

FDIS	Rapport de vote
45A/1190/FDIS	45A/1203/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. À cette date, le document sera

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

INTRODUCTION

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

La présente Norme internationale traite des ensembles de traversée électrique (ETE) dans les structures de confinement. Il est nécessaire que les ETE utilisés dans les systèmes de sûreté des installations nucléaires soient conformes à différentes normes afin de satisfaire à leurs exigences fonctionnelles de sûreté tout au long de leur durée de vie qualifiée. Cet objectif est atteint par le biais de la conception, de la qualification, de la fabrication, des essais, de l'installation et de la mise en service.

Par conséquent, la présente norme IEC traite spécifiquement des aspects susmentionnés. Les autres aspects relatifs à l'assurance de la qualité, à la fiabilité et à la sélection, y compris les activités de validation et de vérification, ne sont pas couverts par la présente norme.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1983. La version actuelle de la présente norme a pour objet:

- Le respect des nouvelles technologies (par exemple, l'application de fibre optique pour le transfert de signaux dans les centrales nucléaires).
- L'ajout de scénarios éventuels d'événements/d'accidents doit être pris en considération. Par exemple, les scénarios de DEC sont désormais pris en considération dans les exigences de conception et lors de la qualification des ensembles de traversée électrique.
- L'adaptation aux normes de deuxième niveau révisées ou nouvelles, telles que l'IEC 60980 ou l'IEC/IEEE 60780-323.
- Le respect de l'utilisation d'équipements électroniques numériques dans les systèmes d'I&C en lieu et place de dispositifs à relais exige d'accorder plus d'attention à la résistance aux perturbations électromagnétiques.
- L'intégration de considérations exhaustives concernant la conception et les matériaux. Les approches étudiées dans la série IEC 60216 et dans la série IEC 60544 sont prises en compte dans la présente norme.
- Les méthodes de réalisation de la qualification/réévaluation en exploitation de la durée de vie qualifiée exigées dans la dernière révision de l'IEC/IEEE 60780-323 sont prises en considération.

La présente révision intègre les pratiques actuelles et les enseignements tirés de la mise en œuvre des versions précédentes de la présente norme par l'industrie nucléaire. L'ensemble de traversée électrique faisant partie de l'enveloppe de pression de l'enceinte de confinement, il constitue un équipement important pour la sûreté dans toute circonstance, lequel doit garantir l'intégrité de l'enceinte de confinement. La fonction électrique de l'ETE doit également être assurée dans les conditions d'EDD et de DEC, lorsque l'ETE fait partie d'un actionneur ou d'une chaîne de mesure.

La présente norme ne traite pas de la conception, des calculs associés et des conditions d'essai des aspects mécaniques des ensembles de traversée. Ces thèmes sont traités dans d'autres normes telles que les ASME et les codes nationaux applicables aux chaudières et enceintes sous pression. Par conséquent, la présente norme fournit des références à d'autres normes, le cas échéant.

b) Position de la présente norme dans la structure de la série de normes du SC 45A de l'IEC

L'IEC 60772 est le document du SC 45A de l'IEC de troisième niveau qui traite de la conception, la qualification, la fabrication, les essais de fabrication, l'installation et la mise en service des ensembles de traversée électrique.

Voir le point d) de la présente introduction pour de plus amples informations sur la structure de la série de normes du SC 45A de l'IEC.

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

L'IEC/IEEE 60780-323 et l'IEC 60980 sont des normes de deuxième niveau qui fournissent des préconisations sur les aspects spécifiques de la qualification fonctionnelle des équipements électriques importants pour la sûreté, en particulier la qualification environnementale et antisismique. L'IEC 60772 doit être lue conjointement avec ces deux documents.

Afin d'assurer la pertinence de la présente norme pour les années à venir, l'accent est mis sur les questions de principe plutôt que sur les technologies particulières. Par conséquent il incombe au constructeur, à l'ingénieur-architecte ou à l'opérateur d'adapter la présente norme selon leurs besoins respectifs.

d) Description de la structure de la collection des normes du SC 45A 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 SC 45A 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 SC 45A de l'IEC et forment un cadre complet, cohérent et consistant établissant les exigences générales relatives aux systèmes d'I&C et électriques des centrales nucléaires de puissance.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 font directement référence aux autres normes du SC 45A 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, la compatibilité électromagnétique, la cybersécurité, les aspects logiciels et matériels relatifs aux systèmes programmés numériques, 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 SC 45A 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 SC 45A de l'IEC correspond aux rapports techniques qui ne sont pas des documents normatifs.

Les normes de la collection produite par le SC 45A 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 SC 45A 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-3 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 des normes du SC 45A de l'IEC portant sur la sécurité nucléaire. Elle est élaborée sur les 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 SC 45A de l'IEC portant sur les salles de commande et la norme IEC 62342 est le document chapeau des normes du SC 45A 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 SC 45A 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 SC 45A 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 SC 45A 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 IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ – ENSEMBLES DE TRAVERSÉE ÉLECTRIQUE DANS LES STRUCTURES DE CONFINEMENT

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux ensembles de traversée électrique (ETE) dans les structures de confinement de centrales nucléaires de puissance. Il couvre les exigences techniques de sûreté à satisfaire lors de la conception, du calcul, de la qualification, de la fabrication, de l'assemblage, des essais et de l'installation des ETE.

Les ETE permettent à un ou plusieurs circuits électriques de pénétrer dans l'enceinte de confinement tout en restant isolés des gaz et de la pression. Les exigences relatives aux ETE sont classées selon les aspects mécaniques (par exemple, l'intégrité de l'enceinte de confinement), électriques ou optiques relatifs à la sûreté. Les exigences mécaniques sont valides pour tous les ETE. Les exigences électriques ou optiques sont déduites des exigences fonctionnelles des systèmes connectés, appliquées pour la surveillance et l'atténuation des événements hypothétiques tels que les événements de dimensionnement (EDD; par exemple, les accidents de perte de réfrigérant primaire) et/ou les conditions hors dimensionnement (DEC – design extension conditions; par exemple, les accidents graves).

Les ETE sont différenciés en fonction du type de circuit électrique ou optique dans lequel ils sont utilisés. Les types identifiés d'ETE sont classés comme suit:

- puissance à moyenne tension,
- puissance à basse tension,
- contrôle-commande,
- instrumentation, et
- fibre optique.

Pour les besoins du présent document, les ETE comprennent:

- des conducteurs électriques jusqu'à l'interface de raccordement à l'intérieur et à l'extérieur de l'enceinte de confinement (conducteurs de traversée);
- les systèmes d'isolement électrique des conducteurs de traversée, y compris l'isolement électrique de l'interface de raccordement;
- les composants relatifs à la résistance aux conditions environnementales, telles que résistance à la pression, étanchéité aux gaz, résistance à la température, résistance aux rayonnements, résistance aux séismes, servant à rendre cette enceinte résistante ainsi que les composants de raccordement avec la paroi de confinement;
- les équipements de contrôle de l'étanchéité à raccordement permanent si exigé;
- les interfaces normalisées de raccordement électrique, telles que les cosses, les bornes et les connecteurs;
- les bornes et/ou les boîtes de jonction (le cas échéant).

Sont classés parmi les composants ne faisant pas partie d'un ETE:

- les composants de la paroi de confinement servant à la fixation des ETE, tels que les surfaces d'étanchéité pour raccordement par boulonnage ou tuyauterie, ou les fourreaux exigeant d'être soudés;
- les câbles et les fils électriques reliés aux conducteurs ou connecteurs d'ETE;

- les éléments de raccordement, tels que les cosses, les bornes, les connecteurs ou les fourreaux à souder, fixés aux câbles ou aux lignes connectés;
- les dispositifs d'essai de fuite ou d'évacuation reliés temporairement aux traversées;
- les exigences relatives aux circuits extérieurs reliés aux ETE ou à la structure de confinement.

Le présent document ne couvre pas les exigences relatives au fonctionnement et à la maintenance des ETE.

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 60038:2009, *Tensions normales de la CEI*

IEC 60059:1999, *Caractéristiques des courants normaux de la CEI*

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-3-3, *Essais d'environnement – Partie 3-3: Guide – Méthodes d'essais sismiques applicables aux matériels*

IEC 60137:2017, *Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V*

IEC 60216 (toutes les parties), *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique*

IEC 60332 (toutes les parties), *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu*

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60544 (toutes les parties), *Matériaux isolants électriques – Détermination des effets des rayonnements ionisants*

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60754-2:2011, *Essai sur les gaz émis lors de la combustion des matériaux prélevés sur câbles – Partie 2: Détermination de la conductivité et de l'acidité (par mesure du pH)*

IEC/IEEE 60780-323:2016, *Installations nucléaires – Équipements électriques importants pour la sûreté – Qualification*

IEC 60947-1:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 60980, *Pratiques recommandées pour la qualification sismique du matériel électrique du système de sûreté dans les centrales électronucléaires*

IEC 61034-2:2005, *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles brûlant dans des conditions définies – Partie 2: Procédure d'essai et exigences*

IEC 61156-1, *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quarts pour transmissions numériques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 61196-1-113:2009, *Coaxial communication cables – Part 1-113: Electrical test methods – Test for attenuation constant* (disponible en anglais seulement)

IEC 62271-1:2017, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes pour appareillage à courant alternatif*

IEC 62271-200:2011, *Appareillage à haute tension – Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

IEC 62855, *Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'alimentation électrique – Analyse des systèmes d'alimentation électrique*

ISO/IEC 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

ISO 9712:2012, *Essais non destructifs – Qualification et certification du personnel END*