

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety –
Resistance temperature detectors**

**Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande
importants pour la sûreté – Sondes à résistance**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.120.20

ISBN 978-2-8322-6045-6

**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.....	4
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions and abbreviated terms	9
3.1 Terms and definitions.....	10
3.2 Abbreviated terms.....	11
4 Design and construction requirements	12
4.1 General.....	12
4.2 Reliability.....	12
4.3 Materials.....	12
4.3.1 General	12
4.3.2 Radiation dose to materials	12
4.3.3 Resistance element material.....	12
4.3.4 Seals and adhesives.....	13
4.4 Connections.....	13
4.4.1 Structural type	13
4.4.2 Electrical connection.....	14
4.4.3 Mechanical connection	16
4.5 Manufacturing quality.....	17
4.6 Ambient conditions (normal and accident operations) and qualification	17
4.7 RTD performance.....	18
4.7.1 General	18
4.7.2 Accuracy	18
4.7.3 Resistance temperature calibration.....	18
4.7.4 Self-heating error.....	19
4.7.5 Thermal response time	19
4.7.6 Interchangeability	20
4.7.7 Electrical insulation resistance.....	20
4.7.8 Repeatability (thermal shock)	20
4.7.9 Vibration.....	20
4.7.10 Steam test.....	21
4.7.11 Thermal cycling	21
4.7.12 Dielectric inspection	21
4.7.13 Hydraulic strength	21
4.7.14 <i>In situ</i> response time testing	21
4.8 Identification	22
4.9 Failure mode and effects analysis	22
5 Inspection and tests	22
5.1 General.....	22
5.2 Inspection and test failure	23
5.3 Inspection and test reports.....	23
5.4 Test method.....	23
5.4.1 Assembly and appearance inspection	23
5.4.2 Calibration procedure	23
5.4.3 Self-heating test	24

- 5.4.4 Thermal response time 24
- 5.4.5 Insulation resistance test 24
- 5.4.6 Repeatability test (thermal shock) 24
- 5.4.7 Vibration test 24
- 5.4.8 Steam test 25
- 5.4.9 Thermal cycling 25
- 5.4.10 Dielectric inspection test 25
- 5.4.11 Hydraulic test 25
- 5.4.12 *In situ* response time test 26
- 5.4.13 Cross-calibration testing 26
- 5.5 Production test 27
- 5.6 Qualification test 28
- 6 Documentation 29
- Annex A (informative) *In situ* response time test methods 31
 - A.1 Loop current step response test (LCSR) 31
 - A.2 Calculation of the response time by temperature noise (passive method) 34
 - A.3 Self-heating method (active method) 36
 - A.4 Instructions for the application of test 38
- Bibliography 39

- Figure 1 – Form and dimensions of an RTD 13
- Figure 2 – Installation of a rigid RTD (Type I) 14
- Figure 3 – Installation of a rigid RTD (Type II) long insertion 14
- Figure 4 – Installation of a rigid RTD (Type II) short insertion 14
- Figure 5 – Type A of RTD connection 16
- Figure 6 – Type B of RTD connection 16
- Figure A.1 – LCSR and plunge transients 33
- Figure A.2 – Power spectrum density (PSD) plot of a sensor (smoothing of the power spectrum) 35
- Figure A.3 – Power spectrum density (PSD) plot of a sensor (associated modal response) 36

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NUCLEAR POWER PLANTS – INSTRUMENTATION AND CONTROL IMPORTANT TO SAFETY – RESISTANCE TEMPERATURE DETECTORS

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.

IEC 62397 has been prepared by subcommittee 45A: Instrumentation, control and electrical power systems of nuclear facilities, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 2007; it also cancels and replaces the first edition of IEC 61224:1993. This edition constitutes a technical revision.

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

- 1) The definitions, terms, references, test methods, test requirements and other contents in IEC 61224 are incorporated into the corresponding clauses of IEC 62397, including the situ response time test methods;
- 2) Move the second paragraph of Scope to 4.1 and add "certain design extension conditions" in the text;
- 3) Add the definition of temperature units of ITS-90;

- 4) Add reference standards, including IEC 60737:2010, IEC 60751:2022, IEC 62765-2:2019, IEC 62342:2007, IEC 62385:2007, IEC 61298-2, IEC 60068-2;
- 5) Update the reference IEC 60780 to IEC/IEEE 60780-323:2016; update the reference IEC 60980 to IEC/IEEE 60980-344:2020;
- 6) Delete the outdated definition of "accuracy (measurement)" and modify the definition of "calibration", "drift" and "response time";
- 7) Add the terms and definitions of "cross-calibration (cross-validation)", "self-heating index", "tolerance of RTD", "sheath", "*in situ* measurement", and some abbreviated terms (e.g., NPP);
- 8) Delete the reference values of failure rate, radiation dose, contact resistance and leak rate, environmental conditions and test conditions in 4.2, 4.3.2, 4.4.2.2, 4.6, 5.4.7;
- 9) Clarify 4.3.1;
- 10) Add "fast neutron damage" and " β irradiation" in 4.3.2 and correct the requirement for material change to be "shall not";
- 11) Replace platinum description with general material requirement in 4.3.3;
- 12) Delete the statement on sealant elements and flat sealants;
- 13) Add labels of dust cover, spring and extension tube in Figure 3 and Figure 4 and correct a typo in Figure 6;
- 14) Add electrical connector configuration requirement referring to IEC 60751 in 4.4.2.1;
- 15) Modify the temperature rating requirement of type I connector in 4.4.2.2 and add the definition of manufacturer in the footnote;
- 16) Add the type of connection for RTD mounted in pipe and relax the statement on spring force in 4.4.3.1;
- 17) Modify the type I and type II statement in 4.4;
- 18) Change the subtitle to "Manufacturing Quality" and add detailed requirements in 4.5;
- 19) Considering the application for difference types of nuclear power plants, in 4.6 and 4.7 introduce the concept that the user shall specify the requirements, test method and acceptance criteria for tests depending on the application of the subject RTD;
- 20) Delete the last three paragraphs in 4.6;
- 21) Add detailed performance requirements in 4.7 and move the test requirements to a new subclause 5.4 "Test method";
- 22) Replace "330 °C" in the standard with the (highest) operating temperature;
- 23) Add a new subclause "4.7.1 General" to describe the general requirements and restate *in situ* response time measurement requirement;
- 24) Add the Callendar formula for temperature range of -200 °C to 0 °C and delete the temperature tolerance values and refer to IEC 60751 in 4.7.3;
- 25) Supplement detailed requirements of "self-heating error" in 4.7.4;
- 26) Change the subtitle to "thermal response time" in 4.7.5 and delete the definition of thermal response time;
- 27) Relax the performance requirements to "should" in 4.7.8, 4.7.9, 4.7.10, 4.7.11 and 4.7.13, and relax the steam test requirement to only RTDs used in steam environment;
- 28) Merge "Insulation resistance test after storage" into "Electrical insulation resistance", reduce the requirement and change insulation resistance under 200 °C to be 10 M Ω in 4.7.7;
- 29) Add "Dielectric inspection" and "Hydraulic strength" as 4.7.12 and 4.7.13;
- 30) Revise description on *in situ* response time testing in 4.7.14;
- 31) Add identifications in 4.8;
- 32) Delete the insulation breakdown test;
- 33) Refer to IEC 60751 for self-heating test in 5.4.3;

- 34) Delete the vibration spectrum for vibration test, and refer to IEC 60068-2-6 in 5.4.7;
- 35) Revise thermal cycling test requirement to be more general and refer to IEC 60068-2-30 in 5.4.9;
- 36) Add 5.4.13 "Cross-calibration testing";
- 37) Add dielectric inspection test and hydraulic test as product tests in 5.5 and note that the user can specify the test requirement;
- 38) Add dielectric inspection test and hydraulic test as qualification tests in 5.6, note that the user can specify the test requirement, and refer to IEC/IEEE 60780-323 and IEC/IEEE 60980-344 or pertinent national guides and regulations;
- 39) Change title from "Technical information required" to "Documentation" of Clause 6 and add "the regular maintenance strategy" in performance specification;
- 40) Add an informative annex "Annex A *In situ* response time test methods" to include the related information from IEC 61224, update figures and cross-references, and cite it in 4.7.13 and 5.4.12;
- 41) Add the IAEA documents in bibliography.

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

Draft	Report on voting
45A/1447/FDIS	45A/1454/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under 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 standard describes the requirements for the design, material selection, procurement, construction, and testing of resistance temperature detectors (RTDs) used in nuclear power plants (NPPs). These RTDs may be used in both the nuclear safety I&C systems and/or in the non-safety-related instrumentation systems.

This standard is a revision merger of IEC 62397 and IEC 61224 and was initiated in November 2019.

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

IEC 62397 is not directly referenced by IEC 61513 and is a third-level SC 45A document tackling the issue of RTDs.

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

c) Recommendations and limitations regarding the application of this standard

There is no particular recommendation or limitation regarding the application of this standard.

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

The IEC SC 45A standard series comprises a hierarchy of four levels. The top-level documents of the IEC SC 45A standard series are IEC 61513 and IEC 63046.

IEC 61513 provides general requirements for instrumentation and control (I&C) systems and equipment that are used to perform functions important to safety in nuclear power plants (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 power systems for nuclear power plants.

IEC 61513 and IEC 63046 refer directly to other IEC SC 45A standards for general requirements for specific topics, such as categorization of functions and classification of systems, qualification, separation, defence against common cause failure, control room design, electromagnetic compatibility, human factors engineering, 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 requirements for specific equipment, technical methods, or activities. Usually these documents, which make reference to second-level documents for general requirements, can be used on their own.

A fourth level extending the IEC SC 45 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, the IAEA safety guide SSG-51 dealing with human factors engineering in the design of NPPs and the implementing guide NSS17 for computer security at nuclear facilities. The safety and security terminology and definitions used by the 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 9001 as well as to IAEA GSR 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/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 rooms standards, IEC 63351 is the entry document for the human factors engineering 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 TR 64000 provides a more comprehensive description of the overall structure of the IEC SC 45A standards series and of its relationship with other standards bodies and standards.

NUCLEAR POWER PLANTS – INSTRUMENTATION AND CONTROL IMPORTANT TO SAFETY – RESISTANCE TEMPERATURE DETECTORS

1 Scope

This document describes the requirements for resistance temperature detectors (RTDs) suitable for applications in I&C systems important to safety of nuclear power plants. The requirements of RTDs include design, materials, manufacturing, testing, calibration, procurement, and inspection. RTDs used for safety applications in Nuclear Power Plants can be categorized into direct-immersed and thermowell-mounted RTDs. Furthermore, there are RTDs with specific design which cannot be assigned to the categories mentioned above. However, they are also covered by the requirements stated in this document.

This document does not cover the design, material selection, and construction of the thermowell, the guide tube, the extension cable, and the temperature transmitter or resistance bridge which may be associated with the RTD.

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 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60751:2022, *Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors*

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

IEC/IEEE 60980-344:2020, *Nuclear facilities – Equipment important to safety – Seismic qualification*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	42
INTRODUCTION.....	46
1 Domaine d'application	48
2 Références normatives	48
3 Termes, définitions et abréviations	48
3.1 Termes et définitions	49
3.2 Abréviations.....	50
4 Exigences de conception et de construction	51
4.1 Généralités	51
4.2 Fiabilité.....	51
4.3 Matériaux.....	51
4.3.1 Généralités	51
4.3.2 Dose de rayonnement relative aux matériaux	51
4.3.3 Matériaux constitutifs de l'élément de résistance	52
4.3.4 Joints et adhésifs.....	52
4.4 Connexions.....	52
4.4.1 Type structurel.....	52
4.4.2 Connexion électrique	54
4.4.3 Connexion mécanique	55
4.5 Qualité de fabrication.....	57
4.6 Conditions ambiantes (exploitation normale et conditions accidentelles) et qualification	57
4.7 Performances des SR	57
4.7.1 Généralités	57
4.7.2 Exactitude	58
4.7.3 Etalonnage résistance-température	58
4.7.4 Erreur d'autoéchauffement.....	59
4.7.5 Temps de réponse thermique	59
4.7.6 Interchangeabilité	60
4.7.7 Résistance d'isolement électrique.....	60
4.7.8 Répétabilité (chocs thermiques).....	60
4.7.9 Vibrations	60
4.7.10 Essai vapeur.....	60
4.7.11 Cyclage thermique.....	61
4.7.12 Essai de tenue diélectrique.....	61
4.7.13 Essai hydraulique	61
4.7.14 Essai du temps de réponse <i>in situ</i>	61
4.8 Identification	61
4.9 Analyse des modes de défaillance et de leurs effets	62
5 Examen et essais	62
5.1 Généralités	62
5.2 Défaillance lors de l'examen et de l'essai	63
5.3 Rapports d'examen et d'essai	63
5.4 Méthode d'essai.....	63
5.4.1 Examen de l'assemblage et de l'aspect	63
5.4.2 Procédure d'étalonnage.....	63
5.4.3 Essai d'autoéchauffement.....	64

5.4.4	Temps de réponse thermique	64
5.4.5	Essai de résistance d'isolement.....	64
5.4.6	Essai de répétabilité (chocs thermiques).....	64
5.4.7	Essai de vibrations	65
5.4.8	Essai vapeur.....	65
5.4.9	Cyclage thermique.....	65
5.4.10	Essai de tenue diélectrique.....	65
5.4.11	Essai hydraulique	66
5.4.12	Essai du temps de réponse <i>in situ</i>	66
5.4.13	Essai d'étalonnage croisé	66
5.5	Essais de production.....	68
5.6	Essais de qualification	68
6	Documentation	69
Annexe A (informative) Méthodes d'essai du temps de réponse <i>in situ</i>		71
A.1	Essai de réponse à un échelon par boucle de courant (REBC).....	71
A.2	Calcul du temps de réponse selon la méthode du bruit de température (méthode passive)	74
A.3	Méthode d'autoéchauffement (méthode active)	76
A.4	Instructions pour l'application de l'essai	78
Bibliographie.....		79
Figure 1 – Forme et dimensions d'une SR.....		53
Figure 2 – Installation d'une SR rigide (Type I)		53
Figure 3 – Installation d'une SR rigide (Type II) à insertion longue.....		53
Figure 4 – Installation d'une SR rigide (Type II) à insertion courte		54
Figure 5 – Connexion d'une SR de Type A.....		55
Figure 6 – Connexion d'une SR de Type B.....		56
Figure A.1 – Transitoires obtenus lors de l'essai REBC et de l'essai d'immersion		73
Figure A.2 – Courbe de densité spectrale de puissance (DSP) d'un capteur (lissage du spectre de puissance).....		75
Figure A.3 – Courbe de densité spectrale de puissance (DSP) d'un capteur (réponse modale associée).....		76

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE – INSTRUMENTATION ET CONTRÔLE-COMMANDE IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ – SONDES À RÉSTANCE

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.

L'IEC 62397 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. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2007. Elle annule et remplace également la première édition de l'IEC 61224:1993. Cette édition constitue une révision technique.

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

- 1) les définitions, termes, références, méthodes d'essai, exigences d'essai et autres contenus de l'IEC 61224 ont été incorporés dans les articles et paragraphes correspondants de l'IEC 62397, notamment les méthodes d'essai du temps de réponse in situ;

- 2) le deuxième alinéa du domaine d'application a été déplacé en 4.1, et les "conditions spécifiques d'extension du dimensionnement" ont été ajoutées au texte;
- 3) les définitions des unités de température de l'EIT-90 ont été ajoutées;
- 4) des normes de référence ont été ajoutées, notamment l'IEC 60737:2010, l'IEC 60751:2022, l'IEC 62765-2:2019, l'IEC 62342:2007, l'IEC 62385:2007, l'IEC 61298-2 et l'IEC 60068-2;
- 5) la référence IEC 60780 a été remplacée par l'IEC/IEEE 60780-323:2016; la référence IEC 60980 a été remplacée par l'IEC/IEEE 60980-344:2020;
- 6) la définition obsolète du terme "exactitude (de mesure)" a été supprimée et les définitions des termes "étalonnage", "dérive" et "temps de réponse" ont été modifiées;
- 7) les termes "étalonnage croisé (validation croisée)", "indice d'autoéchauffement", "tolérance d'une SR", "gaine", "mesurage *in situ*" et leurs définitions, ainsi que quelques abréviations (par exemple, CNP) ont été ajoutés;
- 8) les valeurs de référence concernant le taux de défaillance, la dose de rayonnement, la résistance de contact et le taux de fuite, les conditions d'environnement et les conditions d'essai ont été supprimées en 4.2, 4.3.2, 4.4.2.2, 4.6 et 5.4.7;
- 9) le 4.3.1 a été clarifié;
- 10) en 4.3.2, les termes "dégradations causées par les neutrons rapides" et "rayonnements β " ont été ajoutés et l'exigence relative aux modifications des matériaux a été corrigée de manière à lire "ne doivent pas";
- 11) en 4.3.3, la description du platine a été remplacée par une exigence générale concernant les matériaux;
- 12) l'énoncé concernant les produits d'étanchéité et les éléments d'étanchéité plats a été supprimé;
- 13) les étiquettes relatives à la protection antipoussière, au ressort et au tube d'extension ont été ajoutées à la Figure 3 et à la Figure 4, et une coquille a été corrigée à la Figure 6;
- 14) une exigence relative à la configuration des connecteurs électriques qui fait référence à l'IEC 60751 a été ajoutée en 4.4.2.1;
- 15) l'exigence relative à la température assignée du connecteur de Type I a été modifiée en 4.4.2.2 et la définition du fabricant a été ajoutée dans la note de bas de page;
- 16) le type de connexion pour les SR fixées à l'intérieur de tuyaux a été ajouté et l'énoncé relatif à la force du ressort en 4.4.3.1 a été assoupli;
- 17) l'énoncé concernant le Type I et le Type II en 4.4 a été modifié;
- 18) en 4.5, le titre du paragraphe a été remplacé par "Qualité de fabrication" et des exigences complètes ont été ajoutées;
- 19) compte tenu de l'application des différents types de centrales nucléaires de puissance, le concept selon lequel l'utilisateur doit spécifier les exigences, la méthode d'essai et les critères d'acceptation des essais en fonction de l'application de la SR étudiée a été introduit en 4.6 et en 4.7;
- 20) les trois derniers alinéas du 4.6 ont été supprimés;
- 21) en 4.7, des exigences complètes ont été ajoutées pour les performances, et les exigences d'essai ont été déplacées vers un nouveau paragraphe 5.4 "Méthode d'essai";
- 22) dans la norme, "330 °C" a été remplacé par la température de fonctionnement (la plus élevée);
- 23) un nouveau paragraphe "4.7.1 Généralités" a été ajouté pour décrire les exigences générales, et l'exigence relative au mesurage du temps de réponse *in situ* a été reformulée;
- 24) en 4.7.3, la formule de Callendar pour la plage de températures comprise entre -200 °C et 0 °C a été ajoutée, les valeurs de tolérance sur la température ont été supprimées et une référence à l'IEC 60751 a été ajoutée;
- 25) en 4.7.4, des exigences complètes ont été ajoutées concernant l'"erreur d'autoéchauffement";

- 26) le titre du 4.7.5 a été remplacé par "temps de réponse thermique" et la définition du temps de réponse thermique a été supprimée;
- 27) en 4.7.8, 4.7.9, 4.7.10, 4.7.11 et 4.7.13, les exigences de performance ont été assouplies de manière à lire "il convient que", et l'exigence relative à l'essai vapeur qui s'applique uniquement aux SR utilisées en environnement vapeur a été assouplie;
- 28) l'"essai de résistance d'isolement après stockage" a été déplacé en 4.7.7 "Résistance d'isolement électrique", l'exigence a été réduite et la résistance d'isolement au-dessous de 200 °C a été remplacée par 10 MΩ;
- 29) le 4.7.12 "Essai de tenue diélectrique" et le 4.7.13 "Essai hydraulique" ont été ajoutés;
- 30) la description des essais de temps de réponse *in situ* a été révisée en 4.7.14;
- 31) des identifications ont été ajoutées en 4.8;
- 32) l'essai de perte d'isolement a été supprimé;
- 33) en 5.4.3, une référence à l'IEC 60751 a été ajoutée pour l'essai d'autoéchauffement;
- 34) en 5.4.7, le spectre de vibrations a été supprimé et une référence à l'IEC 60068-2-6 a été ajoutée pour l'essai de vibrations;
- 35) en 5.4.9, l'exigence relative à l'essai de cyclage thermique a été révisée de manière à être plus générale et une référence à l'IEC 60068-2-30 a été ajoutée;
- 36) le 5.4.13 "Essai d'étalonnage croisé" a été ajouté;
- 37) en 5.5, l'essai de tenue diélectrique et l'essai hydraulique ont été ajoutés en tant qu'essais de production, et une note précise que l'utilisateur peut spécifier l'exigence d'essai;
- 38) en 5.6, l'essai de tenue diélectrique et l'essai hydraulique ont été ajoutés comme essais de qualification, une note qui précise que l'utilisateur peut spécifier l'exigence d'essai et une référence à l'IEC/IEEE 60780-323 et à l'IEC/IEEE 60980-344 ou aux guides et réglementations nationaux pertinents ont été ajoutées;
- 39) le titre de l'Article 6 "Information technique demandée" a été remplacé par "Documentation", et "la stratégie de maintenance régulière" a été ajoutée à la spécification de performances;
- 40) l'Annexe A informative "Méthodes d'essai du temps de réponse *in situ*" a été ajoutée pour inclure les informations correspondantes de l'IEC 61224, les figures et les références croisées ont été mises à jour, et une référence aux 4.7.13 et 5.4.12 a été ajoutée;
- 41) les documents de l'AIEA ont été ajoutés à la bibliographie.

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

Projet	Rapport de vote
45A/1447/FDIS	45A/1454/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

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 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.

INTRODUCTION

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

La présente norme décrit les exigences pour la conception, le choix des matériaux, l'approvisionnement, la fabrication et les essais des sondes à résistance (SR) utilisées dans les centrales nucléaires de puissance (CNP). Ces SR peuvent être utilisées dans les systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande (systèmes d'I&C) liés à la sûreté nucléaire et/ou dans les systèmes d'instrumentation non liés à la sûreté.

La présente norme est une fusion révisée des normes IEC 62397 et IEC 61224; elle a été établie en novembre 2019.

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

L'IEC 62397 n'est pas directement référencée par l'IEC 61513, mais est un document de troisième niveau du SC 45A qui couvre les SR.

Pour plus d'informations sur la structure de la collection des normes du SC 45A de l'IEC, voir le point d) de la présente introduction.

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

Aucune recommandation ou limite particulière n'a été établie concernant l'application de la présente norme.

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 avec les documents d'autres organisations (AIEA, ISO)

La collection de normes établies par le SC 45A de l'IEC est structurée en quatre niveaux. Les documents de niveau supérieur dans la collection des normes établies par le SC 45A de l'IEC sont les normes IEC 61513 et IEC 63046.

La norme IEC 61513 établit les exigences générales relatives aux matériels et systèmes d'I&C utilisés pour réaliser des fonctions importantes pour la sûreté des centrales nucléaires de puissance. La norme IEC 63046 traite des exigences générales relatives aux systèmes d'alimentation électrique des centrales nucléaires de puissance; elle couvre les systèmes d'alimentation électrique y compris les alimentations des systèmes d'I&C.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 doivent être prises en compte 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 qui établit les exigences générales relatives aux systèmes d'I&C et d'alimentation électrique des centrales nucléaires de puissance.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 font directement référence à d'autres normes du SC 45A de l'IEC qui établissent les exigences générales relatives à des sujets spécifiques, 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, l'ingénierie des facteurs humains, 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, auxquelles il est fait référence à ce deuxième 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 citées en référence directement par les normes IEC 61513 ou IEC 63046, traitent des exigences particulières de matériels particuliers, de méthodes techniques ou d'activités. Généralement, ces documents, qui font référence aux documents de deuxième niveau pour les exigences générales, peuvent être utilisés de façon isolée.

Un quatrième niveau qui est une extension de la collection de normes du SC 45 de l'IEC correspond aux rapports techniques qui ne sont pas des documents normatifs.

Les normes de la collection du SC 45A de l'IEC mettent en œuvre de manière systématique et décrivent les principes de sûreté et de sécurité et les aspects fondamentaux donnés dans les normes de sûreté de l'AIEA pertinentes pour les centrales nucléaires de puissance, ainsi que dans les documents pertinents de la collection de l'AIEA pour la sécurité nucléaire de puissance (NSS), en particulier avec le document d'exigences SSR-2/1 qui établit les exigences de sûreté relatives à la conception des centrales nucléaires de puissance, avec le guide de sûreté SSG-30 qui traite du classement de sûreté des structures, systèmes et composants des centrales nucléaires de puissance, avec le guide de sûreté SSG-39 qui traite de la conception des systèmes d'I&C des centrales nucléaires de puissance, avec le guide de sûreté SSG-34 qui traite de la conception des systèmes d'alimentation électrique des centrales nucléaires de puissance, avec le guide de sûreté SSG-51 qui traite de l'ingénierie des facteurs humains lors de la conception des centrales nucléaires de puissance et avec le guide de mise en œuvre NSS17 qui traite de la sécurité informatique pour les installations nucléaires. La terminologie et les définitions utilisées pour la sûreté et la sécurité dans les normes établies 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 la publication fondamentale de sécurité IEC 61508, avec un cycle de vie d'ensemble et un cycle de vie des systèmes. En ce qui concerne la sûreté nucléaire, les normes IEC 61513 et IEC 63046 donnent l'interprétation des exigences générales des parties 1, 2 et 4 de l'IEC 61508 pour le secteur nucléaire. Dans ce cadre, l'IEC 60880, l'IEC 62138 et l'IEC 62566 correspondent à la partie 3 de l'IEC 61508 pour le secteur nucléaire.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 font référence à la norme ISO 9001, ainsi qu'aux documents AIEA GSR partie 2 et AIEA GS-G-3.1 et AIEA GS-G-3.5 pour ce qui concerne l'assurance qualité.

Au second niveau, en ce qui concerne la sûreté nucléaire, la norme IEC 62645 est le document chapeau des normes du SC 45A de l'IEC portant sur la cybersécurité. Elle se fonde sur les principes pertinents de haut niveau et sur les concepts principaux des normes génériques de sûreté, en particulier l'ISO/IEC 27001 et l'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 applicables aux salles de commande, la norme IEC 63351 est le document chapeau des normes du SC 45A de l'IEC applicables à l'ingénierie des facteurs humains et la norme IEC 62342 est le document chapeau des normes du SC 45A de l'IEC applicables à la gestion du vieillissement.

NOTE 1 On considère que pour la conception des systèmes d'I&C qui mettent en œuvre des fonctions de sûreté conventionnelle (par exemple pour couvrir la sécurité des travailleurs, la protection des biens, la prévention contre les risques chimiques, la prévention contre les risques liés au procédé énergétique), des normes nationales ou internationales sont appliquées.

NOTE 2 L'IEC TR 64000 décrit plus en détail la structure générale de la collection de normes du SC 45A de l'IEC, ainsi que ses relations avec les autres organismes de normalisation et normes.

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE – INSTRUMENTATION ET CONTRÔLE-COMMANDE IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ – SONDES À RÉSISTANCE

1 Domaine d'application

Le présent document décrit les exigences relatives aux sondes à résistance (SR) qui s'appliquent pour leur utilisation dans les systèmes d'I&C importants pour la sûreté des centrales nucléaires de puissance. Les exigences relatives aux SR concernent la conception, les matériaux de construction, la fabrication, les essais, l'étalonnage, l'approvisionnement et le contrôle. Les SR utilisées pour des applications de sûreté dans des centrales nucléaires peuvent être classées en deux catégories: les SR directement immergées et les SR montées dans des doigts de gant. En outre, certaines SR présentent une conception spécifique qui ne peut pas être classée dans les catégories mentionnées ci-dessus. Toutefois, celles-ci sont également couvertes par les exigences établies dans le présent document.

Le présent document ne couvre pas la conception, le choix des matériaux, ni la fabrication des doigts de gant, des tubes guides, des câbles d'extension et des ponts de résistance ou transmetteurs de mesurage de la température qui peuvent être associés aux SR.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60068-2-6:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

IEC 60068-2-30:2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60751:2022, *Thermomètres à résistance de platine et capteurs thermométriques de platine industriels*

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

IEC/IEEE 60980-344:2020, *Installations nucléaires – Equipements importants pour la sûreté – Qualification sismique*