

**INTERNATIONAL
STANDARD**

**IEC
CEI**

**NORME
INTERNATIONALE**

62397

First edition
Première édition
2007-05

**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**



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

PRICE CODE
CODE PRIX

T

*For price, see current catalogue
Pour prix, voir catalogue en vigueur*

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 Design and construction requirements.....	10
4.1 General.....	10
4.2 Reliability	10
4.3 Materials	10
4.3.1 Radiation dose to materials	10
4.3.2 Resistance element material.....	11
4.3.3 Seals and adhesives.....	11
4.4 Connections	11
4.4.1 Electrical connection	11
4.4.2 Mechanical connection	14
4.5 Workmanship	14
4.6 Ambient conditions (normal and accident operations).....	15
4.7 RTD performance	15
4.7.1 Accuracy	15
4.7.2 Resistance temperature calibration.....	16
4.7.3 Self-heating error	16
4.7.4 Thermal response time	16
4.7.5 Interchangeability	17
4.7.6 Electrical insulation resistance	17
4.7.7 Repeatability (thermal shock)	17
4.7.8 Vibration.....	18
4.7.9 Steam test.....	18
4.7.10 Insulation resistance after storage.....	18
4.7.11 <i>In situ</i> response time testing.....	19
4.8 Identification.....	19
4.9 Failure mode and effects analysis	19
5 Inspection and tests	20
5.1 General.....	20
5.2 Inspection and test failure	20
5.3 Inspection and test reports	20
5.4 Qualification tests.....	20
5.4.1 Calibration procedure	21
5.4.2 Thermal cycling	22
5.4.3 Insulation breakdown test.....	22
5.4.4 Examination	22
5.5 Production tests	22
6 Technical information required	23
Bibliography.....	24

Figure 1 – Form and dimensions of an RTD 12
Figure 2 – Installation of a rigid RTD (Type I)..... 12
Figure 3 – Installation of a rigid RTD (Type II) long insertion..... 13
Figure 4 – Installation of a rigid RTD (Type II) short insertion 13

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 62397 has been prepared by subcommittee 45A: Instrumentation and control of nuclear facilities, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

FDIS	Report on voting
45A/650/FDIS	45A/656/RVD

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

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

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

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

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) being 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.

When the project was proposed in October 2002 during the SC 45A meeting held in Beijing, China, there was no other known IEC standard currently available on this subject.

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

The top-level document of the IEC SC 45A standard series is IEC 61513. It provides general requirements for I&C systems and equipment that are used to perform functions important to safety in NPPs. IEC 61513 structures the IEC SC 45A standard series.

IEC 61513 refers directly to other IEC SC 45A standards for general topics related to categorization of functions and classification of systems, qualification, separation of systems, defence against common-cause failure, software aspects of computer-based systems, hardware aspects of computer-based systems, and control room design. The standards referenced directly at this second level should be considered together with IEC 61513 as a consistent document set.

At a third level, IEC SC 45A standards not directly referenced by IEC 61513 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 technical reports, which are not normative.

IEC 61513 has adopted a presentation format similar to the basic safety publication IEC 61508 with an overall safety life-cycle framework and a system life-cycle framework and provides an interpretation of the general requirements of IEC 61508-1, IEC 61508-2 and IEC 61508-4, for the nuclear application sector. Compliance with IEC 61513 will facilitate consistency with the requirements of IEC 61508 as they have been interpreted for the nuclear industry. In this framework, IEC 60880 and IEC 62138 correspond to IEC 61508-3 for the nuclear application sector.

IEC 61513 refers to ISO as well as to IAEA 50-C-QA (now replaced by IAEA 50-C/SG-Q) for topics related to quality assurance (QA).

The IEC SC 45A series of standards consistently implements and details the principles and basic safety aspects provided in the IAEA code on the safety of NPPs and in the IAEA safety series, in particular the requirements NS-R-1 establishing safety requirements related to the design of NPPs, and safety guide NS-G-1.3 dealing with instrumentation and control systems important to safety in NPPs. The terminology and definitions used by SC 45A standards are consistent with those used by the IAEA.

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

1 Scope

This International Standard describes the requirements for resistance temperature detectors (RTDs) suitable for nuclear power plant (NPP) services. The requirements of RTDs include design, materials, manufacturing, testing, calibration, procurement, and inspection. In nuclear application, both “direct-immersion” and “thermowell-mounted” RTD are commonly used; however, this standard does not exclude any other design of RTD which may be required for certain special applications in various types of reactors.

RTDs can be supplied in different internal constructions, which depend on the manufacture, qualifications, and applications. For RTD being used in an NPP, the design and structure of the RTD should consider the environmental conditions in which the detector is being used under normal operating and under design basis accident conditions, as well as the qualification tests specified by the user¹. The use of a flexible mineral-insulated (MI) cable between the RTD and the connector is commonly adopted, and the user may also adopt any other construction. A variation of this design may include a rigid exterior sheath over the MI cable between the RTD and the connector, these being welded to each other.

The scope of this standard does not cover the design, material selection, and construction of the thermowell, the guide tube, the extension cable, and the temperature transmitter or bridge which may be associated with the RTD.

2 Normative references

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

IEC 60780:1998, *Nuclear power plants – Electrical equipment of the safety system – Qualification*

IEC 60980:1989, *Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations*

IEC 61224, *Nuclear reactors – Response time in resistance temperature detectors (RTD) – In situ measurements*

¹ The user corresponds to the party or the company that uses the RTD in a NPP for measuring the temperature in a safety or a non-safety system. The term user may also refer to the purchaser or the buyer, or the operator of the RTD.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	28
INTRODUCTION.....	30
1 Domaine d'application	32
2 Références normatives.....	32
3 Termes et définitions	32
4 Exigences de conception et de fabrication	34
4.1 Généralités.....	34
4.2 Fiabilité	34
4.3 Matériaux	34
4.3.1 Dosimétrie associée aux matériaux	34
4.3.2 Matériaux constituant l'élément sensible.....	35
4.3.3 Joints et adhésifs	35
4.4 Raccordements	35
4.4.1 Raccordements électriques	35
4.4.2 Couplage mécanique.....	38
4.5 Exécution des travaux	38
4.6 Conditions d'ambiance (fonctionnements normal et accidentel)	39
4.7 Performances des SR.....	39
4.7.1 Précision	39
4.7.2 Etalonnage résistance-température	40
4.7.3 Erreur d'auto-échauffement	40
4.7.4 Temps de réponse.....	40
4.7.5 Interchangeabilité	41
4.7.6 Résistance d'isolement électrique.....	41
4.7.7 Reproductibilité (chocs thermiques).....	41
4.7.8 Vibrations	42
4.7.9 Essai vapeur	42
4.7.10 Résistance d'isolement après stockage	42
4.7.11 Essai de temps de réponse sur site	43
4.8 Identification.....	43
4.9 Analyse des modes de défaillance et de leurs effets.....	43
5 Inspection et essais.....	44
5.1 Généralité	44
5.2 Opérations d'inspection et d'essai liées aux défaillances.....	44
5.3 Comptes-rendus d'inspection et d'essais.....	44
5.4 Essai de qualification	44
5.4.1 Procédure d'étalonnage.....	45
5.4.2 Cyclage thermique.....	46
5.4.3 Essai de perte d'isolement.....	46
5.4.4 Examen visuel	46
5.5 Essais de fabrication	46
6 Information technique demandée.....	47
Bibliographie.....	48

Figure 1 – Forme et dimensions d'une SR	36
Figure 2 – Installation d'une SR rigide (Type I)	36
Figure 3 – Installation d'une SR rigide (Type II) à insertion courte	37
Figure 4 – Installation d'une SR rigide (Type II) à insertion longue.....	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62397 a été établie par le sous-comité 45A: Instrumentation et contrôle-commande des installations nucléaires, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45A/650/FDIS	45A/656/RVD

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

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

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

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

INTRODUCTION

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

Cette norme établit des 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. Ces SR peuvent être utilisées dans les systèmes d'I&C (instrumentation et contrôle-commande) nucléaires importants pour la sûreté et/ou dans les systèmes d'instrumentation non liés à la sûreté.

Lors de la présentation du projet à la réunion de Pékin (Chine) en octobre 2002, il n'y avait pas d'autres normes CEI disponibles sur le sujet.

b) Position de la présente norme dans la collection de normes du SC 45A de la CEI

La CEI 62397 n'est pas directement référencée par la CEI 61513, c'est le document du SC 45A de la CEI de troisième niveau qui traite des SR.

Pour plus de détails sur la collection de normes du SC 45A de la CEI, voir le point d) de cette introduction.

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

Il n'y a pas de recommandation particulière, ni de limitation concernant l'application de cette norme.

d) Description de la structure de la collection des normes du SC 45A de la CEI et relations avec d'autres documents de la CEI et d'autres organisations (AIEA, ISO)

Le document de niveau supérieur de la collection de normes produites par le SC 45A de la CEI est la CEI 61513. Cette norme traite des exigences 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, et structure la collection de normes du SC 45A de la CEI.

La CEI 61513 fait directement référence aux autres normes du SC 45A de la CEI traitant de sujets génériques, tels que la catégorisation des fonctions et le classement des systèmes, la qualification, la séparation des systèmes, les défaillances de cause commune, les aspects logiciels et les aspects matériels relatifs aux systèmes programmés, et la conception des salles de commande. Il convient de considérer que ces normes, de second niveau, forment, avec la CEI 61513, un ensemble documentaire cohérent.

Au troisième niveau, les normes du SC 45A de la CEI, qui ne sont généralement pas référencées directement par la CEI 61513, 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 la CEI correspond aux rapports techniques qui ne sont pas des documents normatifs.

La CEI 61513 a adopté une présentation similaire à celle de la CEI 61508, avec un cycle de vie et de sûreté global, un cycle de vie et de sûreté des systèmes, et une interprétation des exigences générales des CEI 61508-1, CEI 61508-2 et CEI 61508-4 pour le secteur nucléaire. La conformité à la CEI 61513 facilite la compatibilité avec les exigences de la CEI 61508 telles qu'elles ont été interprétées dans l'industrie nucléaire. Dans ce cadre, la CEI 60880 et la CEI 62138 correspondent à la CEI 61508-3 pour le secteur nucléaire.

La CEI 61513 fait référence aux normes ISO ainsi qu'au document AIEA 50-C-QA (remplacé depuis par le document AIEA 50-C/SG-Q) pour ce qui concerne l'assurance qualité.

Les normes produites par le SC 45A de la CEI sont élaborées de façon à être en accord avec les principes de sûreté fondamentaux du Code AIEA sur la sûreté des centrales nucléaires, ainsi qu'avec les guides de sûreté de l'AIEA, en particulier le document d'exigences NS-R-1 qui établit les exigences de sûreté relatives à la conception des centrales nucléaires et le guide de sûreté NS-G-1.3 qui traite de l'instrumentation et du contrôle-commande importants pour la sûreté des centrales nucléaires. La terminologie et les définitions utilisées dans les normes produites par le SC 45A sont conformes à celles utilisées par l'AIEA.

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

1 Domaine d'application

Cette Norme internationale établit les exigences applicables aux sondes à résistance (SR) aptes à fonctionner en centrales nucléaires. Ces exigences applicables aux SR sont relatives à la conception, aux matériaux de construction, à la fabrication, aux essais, à l'étalonnage, à l'approvisionnement et aux inspections. Dans les applications nucléaires on utilise communément des SR en «immersion directe» comme des SR «montées dans des doigts de gant»; néanmoins cette norme n'exclut pas les SR de conception différente, qui peuvent être nécessaires pour des applications spéciales sur des réacteurs de divers types.

Les SR fournies peuvent présenter des dispositions internes de fabrication différentes, qui dépendent de la fabrication, de la qualification et des applications. Il convient que les SR utilisées dans les centrales nucléaires prennent en compte les conditions liées à l'environnement dans lequel la sonde sera utilisée, ceci pour les conditions de fonctionnement normal, comme pour celles relatives aux accidents de dimensionnement ou pour celles spécifiées par l'utilisateur¹ pour les essais de qualification. On utilise de façon courante des flexibles à isolant minéral entre la SR et le connecteur, mais l'utilisateur peut aussi choisir une autre solution. Une conception différente peut utiliser un fourreau rigide extérieur au câble à isolant minéral entre la SR et le connecteur, ceux-ci étant soudés ensemble.

Le domaine de cette norme ne couvre pas la conception, le choix des matériaux et la fabrication des doigts de gant, des tubes guide, des câbles d'extension et des ponts de mesure et des capteurs de température qui peuvent être associés aux SR.

2 Références normatives

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

CEI 60780:1998, *Centrales nucléaires – Equipements électriques de sûreté – Qualification*

CEI 60980:1989, *Pratiques recommandées pour la qualification sismique du matériel électrique du système de sûreté dans les centrales électronucléaires*

CEI 61224: *Réacteurs nucléaires – Temps de réponse des détecteurs de température à résistance (RTD) – Mesures in situ*

¹ L'utilisateur est l'organisation ou la société qui utilise des SR dans une centrale nucléaire pour mesurer la température dans un système lié ou non à la sûreté. Le terme utilisateur est aussi employé pour faire référence aux acheteurs ou à l'exploitant utilisant les SR.