NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
1343

Première édition
First edition
1996-03

Instrumentation des réacteurs nucléaires –

Réacteurs à eau bouillante (BWR) – Mesures dans la cuve pour la surveillance adéquate du refroidissement du coeur

Nuclear reactor instrumentation –

Boiling light water reactors (BWR) – Measurements in the reactor vessel for monitoring adequate cooling within the core

© CEI 1996 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE T

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

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

Articles

1 Domaine d'application et objet 6

2 Références normatives 8

3 Définitions 10

4 Conditions de fonctionnement 12

4.1 Fonctionnement normal 12
4.2 Fonctionnement anormal 12

5 Méthodes de mesure 14

5.1 Dispositif de mesure du niveau d'eau 16
5.2 Capteurs de température 18

6 Prescriptions de l'instrumentation 20

6.1 Mesure de la pression différentielle 20
6.2 Interrupteur à flotteur 26
6.3 Surveillance du niveau d'eau par ultrasons 26
6.4 Capteurs de température 26

7 Traitement des données 28

8 Présentation de l'information 28

9 Prescriptions de redondance et de diversité 30

10 Vérification et étalonnage 30

11 Essais et entretien en service 30

12 Qualification 30

13 Documentation 32

Figures

1 Les quatre méthodes de circulation du réfrigérant à travers le cœur d'un BWR 34

2 Principe physique de la mesure du niveau d'eau dans la cuve du réacteur par la méthode de la pression différentielle 36

3 Mesures du niveau d'eau dans la cuve du réacteur par la méthode de la pression différentielle 38

4 Refroidissement du cœur et moniteur de température 44

Annexes

A Vérification et qualification 46

B Essais et maintenance 48

C Bibliographie 50

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

Clause

1 Scope and object 7

2 Normative references 9

3 Definitions 11

4 Operational conditions 13
4.1 Normal operation 13
4.2 Abnormal operation 13

5 Measurement methods 15
5.1 Water-level measuring devices 17
5.2 Temperature sensing devices 19

6 Instrumentation requirements 21
6.1 Differential pressure measurement 21
6.2 Float switches 27
6.3 Ultrasonic liquid level monitoring 27
6.4 Temperature sensing devices 27

7 Data processing 29

8 Presentation of information 29

9 Requirements for redundancy and diversity 31

10 Verification and calibration 31

11 In-service testing and maintenance 31

12 Qualification 31

13 Documentation 33

Figures

1 The four methods of coolant circulation through the core of a BWR 35
2 Physical principle of a reactor vessel level measurement by differential pressure method .. 37
3 Reactor vessel level measurements by differential pressure method 39
4 Core cooling and temperature monitor 45

Annexes

A Verification and qualification 47
B Testing and maintenance 49
C Bibliography 50

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES — RÉACTEURS À EAU BOUILLANTE (BWR) — MESURES DANS LA CUVE POUR LA SURVEILLANCE ADÉQUATE DU REFROIDISSEMENT DU COEUR

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 des questions techniques, représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.

3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales; ils sont publiés sous forme de normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.

4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure du possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 1343 a été établie par le sous-comité 45A: Instrumentation des réacteurs, 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/207/FDIS	45A/218/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.

Les annexes A, B et C sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NUCLEAR REACTOR INSTRUMENTATION — BOILING LIGHT WATER REACTORS (BWR) — MEASUREMENTS IN THE REACTOR VESSEL FOR MONITORING ADEQUATE COOLING WITHIN THE CORE

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. 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 organisations liaising with the IEC also participate in this preparation. The 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 the 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 National Committees.

3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.

4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible of identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 1343 has been prepared by sub-committee 45A: Reactor instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

FDIS	Report on voting
45A/207/FDIS	45A/218/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.

Annexes A, B and C are for information only.

INSTRUMENTATION DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES — RÉACTEURS À EAU BOUILLANTE (BWR) — MESURES DANS LA CUVE POUR LA SURVEILLANCE ADÉQUATE DU REFROIDISSEMENT DU COEUR

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique à la surveillance adéquate du refroidissement du cœur d'un réacteur BWR.

Le refroidissement correct du cœur du réacteur peut être réalisé seulement en maintenant une quantité suffisant du fluide réfrigérant dans le cœur, afin d'en évacuer la chaleur.

Il convient de noter que cette norme ne couvre pas les réacteurs à eau bouillante à tubes de force. Dans les réacteurs à eau bouillante existants, la même instrumentation est utilisée pour la surveillance du refroidissement du cœur en fonctionnement normal et dans des conditions accidentelles.

Il est important que les opérateurs de la centrale et les systèmes de sécurité disposent d'informations fiables sur la quantité de réfrigérant dans la cuve du réacteur.

Ces informations concernent habituellement le cœur et s'expriment spécifiquement par le niveau de l'eau ou du mélange eau/vapeur au-dessus ou au-dessous du bord supérieur du combustible actif des faisceaux de combustible. Dans certains cas, la présence du mélange de vapeur et d'eau peut être également détectée au moyen de capteurs de température refroidis par la veine liquide du réfrigérant.

Les méthodes pratiquées avec succès au plan international et utilisables pour la conception de nouveaux systèmes de surveillance du refroidissement du cœur des centrales BWR ou pour l'amélioration des dispositifs existants sont résumées ici.

Des prescriptions sont données pour l'instrumentation de la surveillance du refroidissement du cœur afin d'assurer le fonctionnement correct des BWR en périodes de fonctionnement normal, pendant et après des accidents de référence (ADR). Des prescriptions ne sont pas données pour la surveillance du refroidissement du cœur dans des situations dépassant les ADR qui pourrait être une prescription ou une considération nationale spécifique.

Le système de surveillance du refroidissement est appelé à fonctionner dans des conditions très différentes. La présente norme énumère les circonstances dans lesquelles ces systèmes de mesure seront capables de fonctionner. Les descriptions de différents principes de mesures et dispositifs appropriés sont données avec les prescriptions pour les conditions suivantes:

- conditions de fonctionnement;
- installation;
- visualisation pour les opérateurs;
- essais, étalonnage et maintenance;
- qualification des matériels;
- documentation.

Cette norme présente également les applications types dans les centrales en fonctionnement avec différents types de BWR.

NUCLEAR REACTOR INSTRUMENTATION — BOILING LIGHT WATER REACTORS (BWR) — MEASUREMENTS IN THE REACTOR VESSEL FOR MONITORING ADEQUATE COOLING WITHIN THE CORE

1 Scope and object

This International Standard applies to the monitoring of adequate cooling within the core of a BWR reactor.

Adequate cooling of the reactor core can be achieved only by maintaining sufficient coolant inventory in the core to remove the heat.

It should be noted that this standard does not refer to the pressure tube type of boiling water reactor. In existing boiling water reactors, the same instrumentation is used to monitor core cooling both during normal operation and under accident conditions.

It is important that plant operators and safety systems have reliable information concerning the amount of coolant in the reactor pressure vessel (RPV).

This information is usually related to the core and expressed specifically as water or water/steam mixture level above or below the top of active fuel of the fuel bundles. In some cases, the presence of the water/steam mixture can be detected also with temperature sensing devices cooled by the coolant stream.

Good international practices to be used when designing new or upgrading existing BWR core cooling monitors are summarized here.

Requirements are given for core cooling monitoring instrumentation to ensure the safe operation of BWRs during normal operation and during and after design basis accidents (DBA). Requirements are not given for core cooling monitoring during conditions beyond DBA which could be a specific national requirement or consideration.

The core cooling monitoring system has to function under widely different conditions. The circumstances under which these measuring systems need to work are described here. Descriptions of diverse measuring principles and suitable devices are given together with requirements for the following:

- operational conditions;
- installation;
- operator displays;
- testing, calibration and maintenance;
- equipment qualification;
- documentation.

Typical applications in operating power plants with different BWR types are also presented in this standard.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales actuellement en vigueur.

CEI 50 (393): 1995, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 393: Instrumentation nucléaire – Phénomènes physiques et notions fondamentales*

CEI 737: 1982, *Mesures de température en cœur ou dans l'enveloppe primaire des réacteurs nucléaires de puissance – Caractéristiques et méthodes d'essais*

CEI 770: 1984, *Méthodes d'évaluation des caractéristiques de fonctionnement des transmetteurs utilisés dans les systèmes de conduite des processus industriels*

CEI 770-2: 1989, *Transmetteurs utilisés dans les systèmes de conduite des processus industriels – Deuxième partie: Guide pour l'inspection et les essais individuels de série*

CEI 780: 1984, *Qualification des constituants électriques du système de sûreté des centrales électronucléaires*

CEI 880: 1986, *Logiciel pour les calculateurs utilisés dans les systèmes de sûreté des centrales nucléaires*

CEI 911: 1987, *Mesures pour surveiller la bonne réfrigération du cœur des réacteurs à eau légère pressurisée*

CEI 964: 1989, *Conception des salles de commande des centrales nucléaires de puissance*

CEI 980: 1989, *Pratiques recommandées pour la qualification sismique du matériel électrique du système de sûreté dans les centrales électronucléaires*

CEI 987: 1989, *Calculateurs programmés importants pour la sûreté des centrales nucléaires*

CEI 1225: 1993, *Centrales nucléaires – Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande pour la sûreté – Prescriptions pour les alimentations électriques*

CEI 1226: 1993, *Centrales nucléaires – Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande importants pour la sûreté – Classification*

CEI 1227: 1993, *Centrales nucléaires de puissance – Salles de commande – Commandes opérateurs*

AIEA Guide de sûreté 50-SG-D3: 1980, *Système de protection et dispositifs associés dans les centrales nucléaires*

AIEA Guide de sûreté 50-SG-D8: 1984, *Systèmes d'instrumentation et de commande liés à la sûreté dans les centrales nucléaires*

AIEA Guide de sûreté 50-SG-D11: 1986, *Principes généraux de sûreté dans la conception des centrales nucléaires*

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50 (393): 1995, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 393: Nuclear Instrumentation – Physical phenomena and basic concepts*

IEC 737: 1982, *In-core temperature or primary envelope temperature measurements in nuclear power reactors – Characteristics and test methods*

IEC 770: 1984, *Methods of evaluating the performance of transmitters for use in industrial-process control systems*

IEC 770-2: 1989, *Transmitters for use in industrial-process control systems – Part 2: Guidance for inspection and routine testing*

IEC 780: 1984, *Qualification of electrical items of the safety system for nuclear power generating stations*

IEC 880: 1986, *Software for computers in the safety systems of nuclear power stations*

IEC 911: 1987, *Measurements for monitoring adequate cooling within the core of pressurized light water reactors*

IEC 964: 1989, *Design for control rooms of nuclear power plants*

IEC 980: 1989, *Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations*

IEC 987: 1989, *Programmed digital computers important to safety for nuclear power stations*

IEC 1225: 1993, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important for safety – Requirements for electrical supplies*

IEC 1226: 1993, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important for safety – Classification*

IEC 1227: 1993, *Nuclear power plants – Control rooms – Operator controls*

IAEA Safety Guide 50-SG-D3: 1980, *Protection system and related features in nuclear power plant*

IAEA Safety Guide 50-SG-D8: 1984, *Safety related instrumentation and control systems for nuclear power plants*

IAEA Safety Guide 50-SG-D11: 1986, *General design safety principles for nuclear power plants*