NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
61497

Première édition
First edition
1998-10

Centrales nucléaires – Verrouillages électriques relatifs aux fonctions importantes pour la sûreté – Recommandations pour la conception et la mise en oeuvre

Nuclear power plants – Electrical interlocks for functions important to safety – Recommendations for design and implementation

© IEC 1998 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.

International Electrotechnical Commission 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http: //www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE R

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

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

INTRODUCTION 6

Articles

1 Domaine d'application 8

2 Références normatives 8

3 Définitions et abréviations 10
3.1 Définitions 10
3.2 Abréviations 14

4 Prescriptions 14
4.1 Prescriptions du système 14
4.2 Conception du système 16
4.3 Intégrité des verrouillages de sûreté 18
4.4 Matériel de verrouillage de sûreté 22
4.5 Documentation 26
4.6 Matériel programmé 26
4.7 Actions de l'opérateur 28
4.8 Alimentation électrique 28

5 Méthodes d'essai 30
5.1 Installations d'essai et de surveillance 30
5.2 Outils d'essai automatiques 30
5.3 Auto-test et surveillance 30

Annexe A (informative) Verrouillages de sûreté types 32

Annexe B (informative) Guide d'application des verrouillages de sûreté monocanaux, bicanaux et multicanaux 36

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

INTRODUCTION 7

Clause

1 Scope 9

2 Normative references 9

3 Definitions and abbreviations 11
3.1 Definitions 11
3.2 Abbreviations 15

4 Requirements 15
4.1 System requirements 15
4.2 System design 17
4.3 Interlock integrity 19
4.4 Interlock equipment 23
4.5 Documentation 27
4.6 Computer-based equipment 27
4.7 Operator actions 29
4.8 Power supplies 29

5 Test methods 31
5.1 Test and monitoring facilities 31
5.2 Automatic test aids 31
5.3 Self-testing and monitoring 31

Annex A (informative) Typical interlocks 33

Annex B (informative) Guidance on application of single-channel, double-channel or multi-channel interlocks 37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

Centrales nucléaires – Verrouillages électriques relatifs aux fonctions importantes pour la sûreté – Recommandations pour la conception et la mise en oeuvre

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 les 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 comme 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 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 61497 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/335/FDIS	45A/343/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 et B sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

Nuclear power plants – Electrical interlocks for functions important to safety – Recommendations for design and implementation

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 co-operation 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 organizations 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. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This International Standard IEC 61497 has been prepared by subcommittee 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/335/FDIS	45A/343/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 and B are for information only.

INTRODUCTION

Les fonctions de verrouillage de sûreté des centrales nucléaires évitent les conditions ou opérations présentant un risque pour la sûreté, assurent une protection du personnel et préviennent les dangers. Les fonctions de verrouillage de sûreté empêchent toute action susceptible de provoquer ou d'accroître un risque ou un endommagement de la centrale et ne prennent généralement aucune mesure de correction des conditions. Les fonctions de verrouillage de sûreté peuvent limiter un fonctionnement continu afin d'empêcher le développement d'une situation critique ou peuvent empêcher une action éventuelle, et par conséquent une telle situation. Les fonctions de verrouillage de sûreté peuvent générer un signal d'autorisation permettant de sélectionner la sortie d'un instrument uniquement dans sa gamme de fonctionnement, en vue d'une utilisation par le système de protection du réacteur ou par un système de commande d'alimentation, de gamme de température ou de condition.

Les fonctions de verrouillage de sûreté peuvent être fournies par des moyens mécaniques ou grâce à des dispositions administratives, par une action de l'opérateur ou par des moyens électriques. Les dispositions administratives relèvent des responsables de la centrale et impliquent l'apposition de signatures sur les documents ainsi que sur les registres d'autorisation permettant de réaliser des opérations; ces dispositions ne seront pas détaillées ici. Elles peuvent être utilisées pour contrôler l'accès du personnel à une zone contrôlée, permettre à l'opérateur d'utiliser une commande, autoriser l'utilisation d'une clef permettant de libérer une commande bloquée ou autoriser une opération pour certaines raisons spécifiques ou non permanentes.

Les moyens électriques comprennent l'utilisation du système de protection du réacteur, de logique dans les systèmes de commande, de logique dans les équipements informatisés, d'interconnexion dans les interrupteurs et d'équipements spécifiques à relais ou en logique câblée. Des fonctions de verrouillage de sûreté typiques ainsi que des méthodes permettant d'obtenir un verrouillage de sûreté électrique sont présentées dans l'annexe A.

Les prescriptions de sûreté nucléaire concernant les verrouillages de sûreté peuvent s'ajouter aux prescriptions relatives à la protection contre l'incendie, à la protection du personnel ou de la centrale, ou peuvent s'en écarter. Ces prescriptions sont susceptibles d'entrer en conflit et des lignes directrices sont indiquées pour résoudre ces conflits.

Les prescriptions relatives à la classification et à la fiabilité des systèmes de contrôle-commande importants pour la sûreté sont données dans la CEI 61226. Les verrouillages de sûreté électriques nécessitent une classification selon cette norme pour identifier les prescriptions de base. Certaines prescriptions concernant les verrouillages de sûreté peuvent être dérivées du document AIEA 50-SG-D3, mais ce n'est pas le cas pour tous les verrouillages importants pour la sûreté. Les prescriptions relatives au système, à la conception, à la fiabilité et au matériel, appropriées aux catégories A, B et C sont développées dans la présente norme.

Des fonctions de verrouillage de sûreté sont présentes dans de nombreux systèmes dans une centrale nucléaire, ce qui peut donner lieu à différentes approches au niveau de la mise en oeuvre de différents systèmes. Il convient donc de les appliquer de façon cohérente dans l'ensemble de la centrale. La présente norme traite des implications pratiques de la conception et de la mise en oeuvre des verrouillages de sûreté électrique permettant d'atteindre les niveaux de performances, de fiabilité et de cohérence requis au niveau des centrales nucléaires.

INTRODUCTION

Interlock functions on nuclear power plants prevent unsafe conditions or operations, protect personnel and prevent hazards. Interlock functions prevent actions which could lead to or increase danger or damage to the plant, and do not normally take steps to correct conditions. Interlock functions may limit a continuing action in order to prevent a condition developing, or may prevent a possible action and thereby prevent a condition. Interlock functions may generate a permissive signal to allow selection of the output of an instrument only when in its operating range, for use by the reactor protection system or a control system for the current power, temperature range or condition.

Interlock functions may be provided by mechanical means or by administration, by operator action or by electrical methods. Administration is under control of the plant management, and involves signatures on permits and records of authority to perform operations, which are not discussed. Such methods may be used to control personnel access to an active area, to permit operator use of a control, to authorize issue of a key which can release a locked control or which allows access to perform some operation for special or non-routine reasons.

Electrical methods include use of the reactor protection system, logic within control systems, logic in computer-based equipment, interconnections in switchgear and dedicated units of relay or solid-state logic. Typical interlock functions and methods of providing electrical interlocks are given in annex A.

The nuclear safety requirements for interlocks may be in addition to or different from the interlock requirements for fire protection, personnel safety or plant protection. These requirements may conflict and guidance is given on resolution of conflicts.

The requirements for classification and for reliability of instrumentation and control systems important to safety are discussed in IEC 61226. Electrical interlocks require classification according to that standard to identify basic requirements. Some requirements for safety system interlocks can be derived from IAEA 50-SG-D3, but not for all interlocks important to safety. The system, design, reliability and equipment requirements appropriate to categories A, B and C are developed in this standard.

Interlock functions exist in many systems on a nuclear plant, which can result in different approaches to their implementation in different systems. They should therefore be implemented in a consistent manner throughout a plant. This standard is concerned with the practical implications of electrical interlock design and implementation to meet the levels of performance, reliability and consistency required on nuclear plants.

Centrales nucléaires – Verrouillages électriques relatifs aux fonctions importantes pour la sûreté – Recommandations pour la conception et la mise en oeuvre

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit des recommandations relatives à la conception et la mise en oeuvre des verrouillages électriques de sûreté utilisés de façon active ou passive pour empêcher l'apparition de conditions présentant un risque pour la sûreté ou pour assurer des conditions et des états de sûreté spécifiques durant l'exploitation des centrales nucléaires. Les verrouillages du système de sûreté sont couverts par les normes relatives aux systèmes de sûreté.

La présente norme fournit des critères de conception, de fiabilité et d'essai à partir de l'étude des verrouillages de sûreté importants pour la sûreté conformément à la CEI 61226. Elle utilise les catégories A, B et C selon les définitions fournies dans ce document. Elle tient compte des fonctions ainsi que de l'importance sur la sûreté, ainsi que du rôle de l'opérateur au niveau de certains verrouillages.

Un guide est fourni concernant la redondance et la diversité du matériel dans le cadre de la mise en oeuvre des verrouillages de sûreté, en cas de grande disponibilité ou intégrité, ou lorsqu'une défaillance de mode commun est susceptible de limiter la fiabilité.

L'utilisation de technologie programmée pour les fonctions de verrouillage de sûreté est examinée ici, et des recommandations sont données concernant la diversité. Des prescriptions relatives aux logiciels ainsi qu'à la vérification et la validation sont indiquées en référence à la CEI 60880.

Les installations d'essai sont étudiées ainsi que les méthodes d'essai et de surveillance automatiques.

Le système de verrouillage de sûreté pour une fonction spécifique comprend les capteurs d'état de la centrale (par exemple les dispositifs de mesure et les interrupteurs de fin de course), l'alimentation des verrouillages et de leur commande, le matériel de contrôle-commande fournissant la fonction logique particulière pour la prévention ou la limitation des opérations, ainsi que les câbles, les dispositifs électromécaniques, la commande par clef et la procédure administrative associés à la fonction.

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 en vigueur.

CEI 60231A:1969, Premier complément à la CEI 60231:1967, *Principes généraux de l'instrumentation des réacteurs nucléaires* [1)]

CEI 60617-12:1997, *Symboles graphiques pour schémas – Partie 12: Opérateurs logiques binaires*

---

1) Cette norme comporte des conseils techniques utiles, mais n'est pas mise à jour par la CEI et n'est donc pas complètement normative.

Nuclear power plants – Electrical interlocks for functions important to safety – Recommendations for design and implementation

1 Scope

This International Standard provides recommendations for the design and implementation of electrical interlocks used actively or passively to prevent unsafe conditions or to ensure specific safe conditions and states during the operation of nuclear power plants. Safety system interlocks are covered by standards for safety systems.

This standard gives design, reliability and test criteria arising from the consideration of interlocks important to safety in accordance with IEC 61226. It uses categories A, B and C as defined by that document. It takes into account the interlock safety significance and functions, and the role of the operator in some interlocks.

Guidance is given on redundancy and on diversity of equipment for implementing interlocks, where high availability or integrity is involved, or where common mode failure may limit reliability.

The use of computer-based equipment for interlock functions is discussed, and recommendations for diversity are given. Requirements for software and for verification and validation are given by reference to IEC 60880.

The provision of test facilities is discussed together with self-testing and self-monitoring methods.

The system of interlocks for a specific function includes the sensors of plant state (e.g., measuring devices and limit switches), the interlock and control power supplies, the control and instrumentation equipment providing the particular logic function for prevention or limitation of operation, and the cables, electromechanical features, key control and administrative control associated with the function.

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 60231A:1969, First supplement to IEC 60231:1967, *General principles of nuclear reactor instrumentation* [1)]

IEC 60617-12:1997, *Graphical symbols for diagrams – Part 12: Binary logic elements*

[1)] This standard contains valuable technical advice, but is not maintained by IEC and is not therefore fully normative.

CEI 60812:1985, *Techniques d'analyse de la fiabilité des systèmes – Procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)*

CEI 60880:1986, *Logiciel pour les calculateurs utilisés dans les systèmes de sûreté des centrales nucléaires*

CEI 60987:1989, *Calculateurs programmés importants pour la sûreté des centrales nucléaires*

CEI 61225:1993, *Centrales nucléaires – Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande pour la sûreté – Prescriptions pour les alimentations électriques*

CEI 61226:1993, *Centrales nucléaires – Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande importants pour la sûreté – Classification*

CEI 61500:1996, *Centrales nucléaires – Systèmes de contrôle-commande importants pour la sûreté – Prescriptions fonctionnelles pour transmission de données multiplexées*

AIEA 50-C-D (Rev. 1):1989, *Conception pour la sûreté des centrales nucléaires*

AIEA 50-SG-D3:1981, *Système de protection et dispositifs connexes dans les centrales nucléaires*

AIEA 50-SG-D8:1985, *Systèmes d'instrumentation et de commande liés à la sûreté dans les centrales nucléaires*

IEC 60812:1985, *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)*

IEC 60880:1986, *Software for computers in the safety systems of nuclear power stations*

IEC 60987:1989, *Programmed digital computers important to safety for nuclear power stations*

IEC 61225:1993, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important for safety – Requirements for electrical supplies*

IEC 61226:1993, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important for safety – Classification*

IEC 61500:1996, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Functional requirements for multiplexed data transmission*

IAEA 50-C-D(Rev. 1):1988, *Code on the safety of nuclear power plants – Design*

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

IAEA 50-SG-D8:1985, *Safety-related instrumentation and control systems for nuclear power plants*