

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
60643**

Première édition
First edition
1979

**Application des calculateurs numériques
à l'instrumentation et à la conduite
des réacteurs nucléaires**

**Application of digital computers
to nuclear reactor instrumentation and control**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60643: 1979

Numéros des publications

Les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000 dès le 1er janvier 1997.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from the 1st January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

60643

Première édition
First edition
1979

**Application des calculateurs numériques
à l'instrumentation et à la conduite
des réacteurs nucléaires**

**Application of digital computers
to nuclear reactor instrumentation and control**

© IEC 1979 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
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

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Domaine d'application et objet	6
2. Définitions	6
SECTION UN – APPLICATIONS	
3. Classes d'application	10
4. Détermination de la classe d'application	10
5. Fonctions du calculateur	12
6. Disponibilité et fiabilité	12
SECTION DEUX – PRINCIPES D'APPLICATION	
7. Facteurs généraux	16
8. Relevés et enregistrements	20
9. Surveillance de la centrale	22
10. Systèmes d'affichage	24
11. Fonctions de calcul	28
12. Conduite de la centrale	30
13. Protection de l'équipement	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope and object	7
2. Definitions	7
SECTION ONE – APPLICATIONS	
3. Application classes	11
4. Determination of application class	11
5. Computer functions	13
6. Availability and reliability	13
SECTION TWO – APPLICATION PRINCIPLES	
7. General factors	17
8. Logging and recording applications	21
9. Plant monitoring	23
10. Display systems	25
11. Calculations	29
12. Plant control	31
13. Equipment protection	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATION DES CALCULATEURS NUMÉRIQUES À L'INSTRUMENTATION ET À LA CONDUITE DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Sous-Comité 45A: Instrumentation des réacteurs, du Comité d'Etudes N° 45 de la CEI. Instrumentation nucléaire.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à San Diego en 1975. A la suite de cette réunion, un projet, document 45A(Bureau Central)39, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1976.

Des modifications, document 45A(Bureau Central)48, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en juillet 1977.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')
Allemagne
Australie
Belgique
Egypte
Espagne
Etats-Unis d'Amérique
Finlande
France

Italie
Japon
Pays-Bas
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Turquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**APPLICATION OF DIGITAL COMPUTERS TO NUCLEAR REACTOR
INSTRUMENTATION AND CONTROL**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This report has been prepared by Sub-Committee 45A, Reactor Instrumentation, of IEC Technical Committee No. 45, Nuclear Instrumentation.

A first draft was discussed at the meeting held in San Diego in 1975. As a result of this meeting, a draft, Document 45A(Central Office)39, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1976.

Amendments, Document 45A(Central Office)48, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in July 1977.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Romania
Belgium	South Africa (Republic of)
Egypt	Spain
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Italy	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Netherlands	United States of America

APPLICATION DES CALCULATEURS NUMÉRIQUES À L'INSTRUMENTATION ET À LA CONDUITE DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES

INTRODUCTION

L'association de calculateurs de traitement aux réacteurs nucléaires est devenue de pratique générale. Si la fonction enregistrement demeure fondamentale pour de nombreux systèmes informatiques, ces derniers servent dans une large mesure à compléter l'instrumentation classique et à recueillir des informations qui, autrement, resteraient inaccessibles. L'attribution de tâches vitales pour le fonctionnement de la centrale à des systèmes informatiques impose, dès le stade de la détermination de la structure du système, un examen approfondi des facteurs affectant sa disponibilité et sa fiabilité.

1. Domaine d'application et objet

Ce rapport traite des principes à respecter dans l'utilisation des calculateurs numériques destinés à assurer les fonctions d'alarme, d'instrumentation, d'enregistrement, de conduite et de protection de l'équipement des réacteurs nucléaires. Ce rapport n'est pas un document sur la conception mais un guide sur l'application des systèmes informatiques numériques.

L'application des calculateurs numériques à la protection des réacteurs est actuellement en développement rapide et n'est pas comprise dans la présente édition de ce rapport. L'application du traitement numérique réparti peut nécessiter des recommandations supplémentaires à celles données dans ce rapport.

Il concerne toutes les applications en ligne des systèmes numériques de traitement aux réacteurs nucléaires et les applications hors ligne qui sont liées de manière immédiate au système en ligne et qui utilisent normalement le même matériel. De nature fonctionnelle, ces recommandations se fondent sur l'expérience reconnue dans le domaine des calculateurs de traitement. Elles n'entendent pas modifier les obligations que doivent respecter les fournisseurs de matériels, de services ou de programmes destinés à assurer des résultats satisfaisants pour toute application spécifique. Des recommandations d'ordre général sont données pour l'emploi de systèmes de ce genre, pour le matériel et les programmes ainsi que pour les caractéristiques fonctionnelles et l'entretien.

2. Définitions

Pour les définitions des termes généraux utilisés dans le présent rapport, le lecteur est invité à se reporter à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.). Les définitions ci-après sont applicables dans le cadre de la présente publication. On a donné le sens conforme à l'usage courant, bien qu'il n'existe pas, dans certains cas, de définition admise de façon générale et que certains pays emploient certains termes avec d'autres acceptions.

Système informatique numérique, système informatique

Système comprenant des calculateurs, des mémoires, des périphériques d'entrée et de sortie, des programmes informatiques, mais ne comprenant pas les transducteurs ou les organes actionneurs de l'installation.

APPLICATION OF DIGITAL COMPUTERS TO NUCLEAR REACTOR INSTRUMENTATION AND CONTROL

INTRODUCTION

The use of process computers with nuclear reactor units has become general. While logging remains the basic function of many computer systems, widespread use is made of computers as a means of enhancing conventional instrumentation and of obtaining information not otherwise available. The assignment of tasks vital to plant operation to computer systems requires careful consideration of the factors affecting availability and reliability, when determining the system configuration.

1. Scope and object

This report covers the principles which should be followed in the use of digital computers for alarm, instrumentation, record, control and equipment protection purposes on nuclear reactor units. This report is not a document on design but a guide to the application of digital computer systems.

The application of digital computers to reactor protection is under rapid development at the time of writing and is not included in this edition of the report. The application of distributed digital processing may require additional recommendations to those given in this report.

This report applies to all on-line applications of digital process computer systems to nuclear reactors and to off-line applications immediately associated with the on-line system, such as would normally use the same equipment. The recommendations are based on recognized practice in the process computer field and are functional in nature. These recommendations are not intended to affect the obligations that a supplier of equipment, services or programmes may have for satisfactory performance in any specific application. General recommendations are given for the application of such systems, for the equipment and programmes and for performance and maintenance.

2. Definitions

For the definitions of general terms used in this report, reference should be made to IEC Publication 50, International Electrotechnical Vocabulary (I. E. V.). The following definitions are applicable for the purpose of this publication. A meaning consistent with current use is given, although in some cases no generally agreed definition exists and divergent use is made of a term in different countries.

Digital computer system, computer system

An equipment system of computers, storage units, input/output units, computer programmes, but not including the measurement transducers or plant actuators.

Centrale nucléaire de puissance, centrale

Toute l'installation comprenant le réacteur nucléaire et ses systèmes de protection, de refroidissement, les alimentations électriques, nécessaires pour la production d'électricité ou d'énergie thermique.

Signal analogique

Signal à variation continue dont l'amplitude est directement liée à l'information véhiculée par le signal.

Signal binaire

Signal à deux états.

Relevé informatique, relevé

Enregistrement lisible des données caractérisant l'état de la centrale effectué par le système informatique, à la demande ou automatiquement, sur un support permanent et selon des spécifications préétablies.

Disponibilité

Proportion du temps pendant lequel le système informatique peut assurer toutes les fonctions prévues, ou une fonction déterminée.

Fiabilité

Probabilité qu'un élément assure une fonction donnée dans des conditions prévues et pendant une période de temps donnée.

Redondance

Présence de plus d'un moyen d'assurer une fonction donnée.

Signal numérisé

Signal codé en forme binaire dont le contenu informatif équivaut à un signal analogique à un instant donné.

Système informatique en ligne

Mode de fonctionnement du système informatique dans lequel les données d'entrée utilisées par le programme en cours sont automatiquement acquises à partir d'une certaine installation et représentent l'état de l'installation à un moment donné. Une fonction de sortie est généralement disponible quand le système est en ligne.

Système informatique hors ligne

Mode de fonctionnement du système informatique dans lequel les données d'entrée utilisées par le programme en cours sont indépendantes de l'état de l'installation à ce moment.

Nuclear power plant – plant

All that plant including the nuclear reactor and its protection systems, coolant systems and electrical supplies, which is necessary for the generation of electricity, or the provision of thermal power.

Analogue signal

A time-continuous signal whose amplitude is directly related to the information conveyed by the signal.

Binary signal

A two-state signal.

Computer log, log

A pre-specified legible record of plant conditions made by the computer system on demand or automatically, in permanent form.

Availability

The proportion of time for which the computer system is capable of performing all functions or a specified function.

Reliability

The probability that an item will perform a required function under stated conditions for a stated period of time.

Redundancy

The existence of more than one means of performing a given function.

Digitized signal

A coded signal hold in binary form, whose information is equivalent to an analogue signal at a discrete time.

On-line

The mode of operation of the computer system in which the input data used by the programme being performed is acquired automatically from the process plant to represent its current state. An output function is usually available when the system is on-line.

Off-line

The mode of operation of the computer system in which the input data used by the programme being performed is independent of the current state of the process plant.

SECTION UN – APPLICATIONS

3. Classes d'application

Les fonctions assignées aux systèmes informatiques numériques sont groupées en quatre classes d'application en fonction des exigences opérationnelles de la centrale. En conséquence, ces quatre classes correspondent à des exigences différentes, discutées à l'article 6, pour la disponibilité, la redondance et la fiabilité du système informatique associé.

Classe 1

Systèmes assurant les fonctions essentielles pour la protection du réacteur (non incluse dans ce rapport).

Classe 2

Systèmes assurant les fonctions essentielles pour la conduite du réacteur et sa disponibilité. Le fonctionnement du réacteur n'est pas possible sans la disponibilité permanente des fonctions essentielles relatives aux données, aux alarmes, à la conduite ou à la protection de l'équipement, assurées par le système informatique.

Classe 3

Systèmes assurant les fonctions d'aides au personnel de conduite sous forme d'affichage de données, d'alarmes, de commandes ou d'équipements divers pour améliorer le fonctionnement de la centrale. Une défaillance dans le système peut entraîner une détérioration des performances globales de la centrale, ou provoquer en quelques jours une perte ou une réduction de la souplesse de fonctionnement des réacteurs.

Classe 4

Systèmes assurant les fonctions d'enregistrement des données de fonctionnement de la centrale et de renforcement de l'instrumentation et des alarmes classiques. Habituellement, les signaux en cause peuvent être contrôlés par d'autres moyens. Une défaillance de calculateur n'entraîne pas de dégradation significative des performances de la centrale.

4. Détermination de la classe d'application

Quand une fonction opérationnelle doit être assurée dans une centrale par un système informatique, on détermine la classe d'application du système, afin d'estimer la redondance et la fiabilité nécessaires. Cela peut être réalisé en examinant les conséquences, sur le fonctionnement de la centrale, des défaillances de courte et de longue durée dont est affectée cette fonction.

Quand une fonction opérationnelle de la centrale est considérée comme faisant partie des tâches possibles d'un système informatique, la classe d'application du calculateur qui en découle sera soigneusement étudiée. Pour cette étude, il convient de prendre en considération le matériel de remplacement ou de secours nécessaire ainsi que les facteurs économiques, techniques et de sécurité.

L'examen des renseignements qu'il est nécessaire de fournir aux divers personnels de conduite, d'entretien et de direction constitue aussi un facteur intervenant dans la détermination de la classe d'application.