NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60671

Première édition
First edition
1980-01

Essais périodiques et surveillance du système de protection des réacteurs nucléaires

Periodic tests and monitoring of the protection system of nuclear reactors

Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60671: 1980

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les 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 des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
  Publié annuellement et mis à jour régulièrement
  (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
  Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

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.*

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

Numbering

As from 1 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 subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
  Published yearly with regular updates
  (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
  Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

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.*

* See web site address on title page.

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60671

Première édition
First edition
1980-01

Essais périodiques et surveillance du sytème de protection des réacteurs nucléaires

Periodic tests and monitoring of the protection system of nuclear reactors

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

IEC 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

CONTENTS

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS PÉRIODIQUES ET SURVEILLANCE DU SYSTÈME DE PROTECTION 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

La présente norme a été établie 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)44, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1977.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Japon
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Belgique	Suède
Canada	Suisse
Corée (République de)	Tchécoslovaquie
Egypte	Turquie
Espagne	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Finlande	Yougoslavie
France	
Italie	

Pour rendre le texte plus compréhensible aux lecteurs familiers de la terminologie de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) (une proposition d'adoption par la CEI de cette terminologie est actuellement soumise à l'approbation des Comités nationaux), les termes correspondants en usage à l'AIEA ont été rajoutés en notes de bas de page.

Autre publication de la CEI citée dans la présente norme:

Publication n° 231A: Premier complément à la Publication 231: Principes généraux de l'instrumentation des réacteurs nucléaires.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PERIODIC TESTS AND MONITORING OF THE PROTECTION SYSTEM OF NUCLEAR REACTORS

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 standard 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)44, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1977.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia
Belgium
Canada
Czechoslovakia
Egypt
Finland
France
Germany
Italy
Japan
Korea (Republic of)
Netherlands
Poland
South Africa (Republic of)
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet Socialist Republics
Yugoslavia

To clarify the text for readers familiar with the International Atomic Energy Agency (IAEA) terminology, the corresponding IAEA terms have been added as footnotes (proposal for adoption of this terminology by the IEC has been submitted to the National Committees for their approval).

Other IEC publication quoted in this standard

Publication No. 231A: First supplement to Publication 231: General Principles of Nuclear Reactor Instrumentation.

ESSAIS PÉRIODIQUES ET SURVEILLANCE DU SYSTÈME DE PROTECTION DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

Cette norme est applicable au système de protection des réacteurs. Elle s'applique également aux actionneurs[1], bien que ceux-ci ne soient pas inclus dans le domaine d'application de la Publication 231A de la CEI: Premier complément à la Publication 231: Principes généraux de l'instrumentation des réacteurs nucléaires.

2. Objet

Etablir des principes relatifs aux essais à effectuer sur ces systèmes soit en cours d'exploitation normale, soit pendant les arrêts, en vue de contrôler leur état de marche, notamment en ce qui concerne la détection des défaillances dangereuses. Les essais en question peuvent être effectués en continu (surveillance permanente) ou encore périodiquement, à des intervalles plus ou moins espacés.

Etablir des règles fondamentales pour la conception et l'utilisation de l'appareillage d'essai et de son interface avec le système de protection.

Etudier en outre l'influence des défauts éventuels de l'appareillage d'essai sur la fiabilité du système de protection du réacteur.

3. Terminologie

3.1 *Disponibilité*

Probabilité qu'un système ou un ensemble soit opérationnel à un instant futur choisi au hasard.

3.2 *Fonction de protection*

La mesure d'une ou plusieurs variables de la centrale, le traitement du signal, initiation et accomplissement de l'action de protection, quand ces variables atteignent des valeurs spécifiées à la conception et associées aux diverses conditions de fonctionnement.

3.3 *Signal d'essai*

Perturbation réelle ou simulée, mais toujours délibérée, d'une variable mesurée ou d'un signal qui, en vue d'un essai, est imposée à tout ou à une partie d'un ensemble de mesure et de surveillance de sécurité[2], d'un ensemble logique de sécurité[3] ou d'un ensemble terminal[4].

---

1) Dispositifs actionneurs.
2) Dispositif de traitement du signal.
3) Logique.
4) Convertisseur de signal logique.

PERIODIC TESTS AND MONITORING OF THE PROTECTION SYSTEM OF NUCLEAR REACTORS

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard is applicable to the protection system of a reactor. It also applies to actuators[1], although they are not included within the scope of IEC Publication 231A: First supplement to Publication 231: General Principles of Nuclear Reactor Instrumentation.

2. Object

To lay down principles for testing such systems during normal power operation and shutdown, so as to check complete availability especially with regard to the detection of unsafe faults. It covers the possibility of testing at short intervals or continuous surveillance, as well as periodic testing at longer intervals.

To establish basic rules for the design and application of the test equipment and its interface with the protection system.

Further, the effect of any test equipment failure on the reliability of the reactor protection is considered.

3. Terminology

3.1 *Availability*

The probability that a system or an assembly will be operational at a randomly selected future instant in time.

3.2 *Protective function*

The measurement of variables of the plant, the signal-processing initiation and completion of the protective action, at values of the plant variables established in the design bases and associated with particular plant conditions.

3.3 *Test input*

A real or simulated, but deliberate, perturbation of a measured variable or signal which is imposed upon all or part of a safety monitoring assembly[2], a safety logic assembly[3], or a final assembly[4] for the purpose of testing.

---

[1] Actuation devices.
[2] Signal processing device.
[3] Logic.
[4] Logic signal converter.

3.4 *Début d'essai*

Instant d'application du signal d'essai.

3.5 *Fin d'essai*

Suppression du signal d'essai dès la connaissance des résultats.

3.6 *Durée de l'essai*

Laps de temps écoulé entre le début et la fin de l'essai.

3.7 *Intervalle entre essais*

Laps de temps qui s'écoule entre les débuts d'essais identiques sur un même capteur, un même ensemble de mesure et de surveillance de sécurité [1], un même ensemble logique de sécurité [2] ou un même ensemble terminal [3].

3.8 *Essai automatisé*

Essai dans lequel le fonctionnement de tout ou partie du système de protection est vérifié par une séquence entièrement automatique. La séquence d'essai automatique peut être amorcée soit manuellement par un opérateur, soit cycliquement par une horloge.

3.9 *Surveillance*

Moyens prévus pour indiquer en permanence l'état ou les conditions dans lesquelles se trouve un système ou un sous-système.

3.10 *Essai fonctionnel complet*

Essai comprenant une perturbation de la variable du processus, une détection par le capteur, un traitement du signal ou des signaux, un déclenchement des sous-ensembles logiques et terminaux intéressés.

SECTION DEUX — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

4. Généralités

L'essai périodique du système de protection permet, par la détection des défauts, d'obtenir la disponibilité voulue et d'attirer l'attention sur tout comportement qui dépasserait les limites prescrites. Ces limites constituent des exigences minimales de comportement, telles que le temps de réponse, la précision des points de consigne, ainsi que toute autre caractéristique du système essentielle pour le bon accomplissement de sa fonction. Noter que de nombreux types de défaillances dangereuses ne peuvent être détectés que par des essais. L'ensemble du système de protection doit faire l'objet d'essais périodiques.

---

[1] Capteur et dispositif de traitement du signal.
[2] Logique.
[3] Convertisseur de signal logique.

3.4 *Test initiation*

The application of a test input.

3.5 *Test termination*

The removal of a test input with the results of the test being known.

3.6 *Test duration*

The elapsed time between the test initiation and the test termination.

3.7 *Test interval*

The elapsed time between the initiation of identical tests on the same safety monitoring assembly[1], safety logic assembly[2] or final assembly[3].

3.8 *Automatic test*

A test in which the operation of all or part of the protection system is checked in a completely automatic sequence. The automatic test sequence can be started either manually by the operator or cyclically by a clock.

3.9 *Monitoring*

Means provided to indicate continuously the state or condition of a system or sub-system.

3.10 *Full functional test*

A test that includes perturbation of the process variable, detection by the sensor processing of the signal(s), trip of the appropriate sub-assemblies, logic assemblies and final assemblies.

SECTION TWO — GENERAL REQUIREMENTS

4. General

Periodic testing of the protection system should contribute, by means of the detection of failures, to the achievement of the desired system availability and should call attention to performance that is not within prescribed limits. Prescribed limits are minimum performance requirements, such as response time and set-point accuracy and any other characteristics of the system which are essential to its satisfactory functioning. It should be noted that many types of unsafe failures can only be detected by testing. The complete protection system shall be periodically tested.

[1] Sensor and signal processing device.
[2] Logic.
[3] Logic signal converter.

5. **Disponibilité**

La vérification du bon fonctionnement au cours de l'exploitation du réacteur doit inclure la plus grande partie possible de l'ensemble de mesure et de surveillance[1)], de l'ensemble logique de sécurité[2)] et de l'ensemble terminal[3)], capteurs et actionneurs compris, sans perturber le fonctionnement normal de la centrale de manière inacceptable. S'il n'est pas possible d'effectuer des essais fonctionnels globaux, prévoir des séries d'essais partiels se recoupant de sorte que toutes les prescriptions d'essai soient couvertes par la combinaison de ces essais partiels. Les essais fonctionnels peuvent se compléter par une surveillance permanente des modes de défaillances spécifiques.

6. **Conception**

Le système de protection, ensembles terminaux[4)] compris, doit être conçu de manière à pouvoir être essayé tant au cours de l'exploitation de la centrale que pendant ses arrêts (voir article 26). Cette conception doit permettre l'essai séparé des ensembles redondants[5)] sans empêcher les systèmes intéressés de pouvoir répondre aux signaux authentiques en cours d'exploitation.

Les dispositions suivantes seront respectées:

6.1 Pour les essais périodiques, l'installation doit permettre de simuler d'aussi près que possible le comportement prescrit du système en cas d'accident. Les essais doivent pouvoir démontrer le parfait état de fonctionnement des éléments essayés. D'une manière générale, les essais de qualification effectués sur le prototype pour en éprouver la conception doivent tenir compte des conditions d'environnement extrêmes consécutives à un accident. Il est donc inutile de les simuler pour les essais périodiques.

6.2 Le matériel ne doit pas entraîner de perte d'indépendance des systèmes redondants[6)].

6.3 Concevoir les ensembles du système de protection[7)] en fonction de l'influence des essais sur la disponibilité et l'exploitation de la centrale. Partout où ce sera nécessaire pour remplir ces conditions, prévoir si possible des équipements redondants avec éléments logiques à coïncidences.

Note. — Cela n'est pas toujours possible comme par exemple pour les ensembles terminaux[8)].

6.4 Le système de protection et le matériel d'essai doivent être conçus de façon à ne pas altérer la qualité du système du point de vue de la sûreté lors des essais. Dans tous les cas, le système de protection doit être conçu de telle sorte que, lorsqu'on procède aux essais d'un ensemble de mesure et de surveillance de sécurité[9)] et de l'ensemble logique de sécurité[10)] associé, leurs fonctions demeurent assurées par les parties du système non soumises à l'essai, même si le système est affecté d'un défaut aléatoire unique. Pour satisfaire à cette prescription, un signal de déclenchement fictif peut être prévu dans la procédure d'essai. Les systèmes «un sur deux» peuvent cependant ne pas répondre à la prescription de fonctionnement en cas de défaut aléatoire unique lorsqu'on inhibe l'ensemble de mesure et de surveillance de sécurité et l'ensemble logique de sécurité[11)] pour l'essai, pourvu que la période d'inhibition soit très courte devant l'intervalle qui sépare les essais.

---

1) Capteur et dispositif de traitement du signal.
2) Logique.
3) Convertisseur de signal logique.
4) Convertisseur de signaux logiques.
5) Chaînes (ou voies).
6) Chaînes (ou voies).
7) Chaînes (ou voies).
8) Convertisseurs de signaux logiques.
9) Chaîne (ou voie).
10) Logique.
11) Chaîne (ou voie).

5. Availability

The verification of correct operation during reactor operation shall include as much of the safety monitoring assembly [1], of the safety logic assembly [2] and the final assembly [3] under test as possible, including sensors and actuators, without interfering unacceptably with normal plant operation. Where overall functional testing is not practicable, a series of partially overlapping tests may be used provided that the combination of partial tests will satisfy all testing requirements. Functional tests may be supplemented with continuous monitoring to check for specific failure modes.

6. Design

The protection system, including the final assemblies [4], shall be designed for testing during operation of the nuclear power generating station, as well as during station shut-down (attention is drawn to Clause 26). This design shall permit independent testing of redundant assemblies [5] while maintaining the system capability to respond to bona-fide signals during operation.

The following features shall be included:

6.1 The design shall provide for periodic testing to simulate accident conditions, as closely as practicable, to verify the performance of the system required. The test shall be such as to demonstrate the full functional capability of the items under test. In general, extreme environmental conditions following an accident shall be covered by the design qualification tests and need not be simulated.

6.2 Testing equipment shall not cause a loss of independence between redundant assemblies [6].

6.3 Protection system assemblies [7] shall be designed with due consideration of the impact of testing on plant availability and operation. Redundant equipment with coincidence logic should be provided, where necessary, to fulfil this provision.

Note. — This is not always possible for all modes of operation, for example for final assemblies [8].

6.4 The protection system and the testing equipment shall be designed so as to avoid system safety degradation while under test. In all cases the protection system shall be designed so that while a safety monitoring assembly [9] and the associated safety logic assembly [10] are under test, the function can be provided by the remaining part of the system not under test even if the system is degraded by a single random failure. An artificial trip signal may be induced as part of the testing procedure to fulfil this requirement. "One out of two" systems are permitted to violate the single-failure criterion during safety monitoring assembly and safety logic assembly [11] by-pass for testing, provided that the by-pass period is very short compared with the test interval.

---

[1] Sensor and signal processing device.
[2] Logic.
[3] Logic signal converter.
[4] Logic signal converters.
[5] Channels.
[6] Channels.
[7] Channels.
[8] Logic signal converters.
[9] Channel.
[10] Logic.
[11] Channel.

6.5 L'aptitude à subir des essais doit être prise en considération au moment du choix des composants du système de protection. Les capteurs devraient être accessibles et de préférence installés de sorte qu'il soit possible de contrôler leurs caractéristiques *in situ*. Le choix des actionneurs se fera en fonction du degré d'aptitude à indiquer leur état.

6.6 Prévoir un moyen de communication entre les points d'essais éloignés et la salle de commande principale, afin que les opérateurs placés aux points d'essais soient informés de l'état des systèmes soumis aux essais.

6.7 Les ensembles de mesure et surveillance de sécurité[1)] à essayer doivent pouvoir accepter des signaux de déclenchement simulés à la place des signaux issus des capteurs, de manière à pouvoir contrôler l'efficacité du système de mesure et de surveillance de sécurité[2)] à partir du point d'essai, par exemple pour contribuer à la vérification du temps global de réponse du système de protection.

6.8 Le cheminement du signal d'essai à partir du point d'injection doit être identique au trajet suivi par le signal réel. Il n'est pas permis de faire emprunter au signal un contournement par rapport à son cheminement normal.

6.9 Tous les circuits d'un système de protection qui remplissent des fonctions de temporisation ou de filtrage doivent réagir au signal d'essai qui peut être de durée très réduite, de manière à s'assurer que l'essai ne donne des résultats positifs que dans les cas suivants:

— le circuit s'est commuté;
— l'état consécutif à la commutation est stable et correct;
— le retard ou la constante de temps a la durée voulue.

7. Méthodes

Les essais périodiques doivent être effectués suivant des programmes soigneusement préparés identifiant les parties à essayer et définissant les méthodes et les conditions d'essai, ainsi que leur périodicité.

8. Informations à enregistrer lors de la détection d'un défaut

Lors de la détection d'un défaut, noter au moins les informations suivantes:

— identité de la partie à essayer;
— description de l'appareillage d'essai;
— défauts détectés;
— date et heure de l'essai durant lequel les défauts sont détectés;
— le cas échéant, raisons motivant la suppression d'un essai prévu du programme;
— détails du défaut détecté (défaillance non dangereuse, défaillance dangereuse, conséquences sur le système de protection);
— le cas échéant, position des commandes d'exploitation (exploitation normale, mise en service, mise hors-service, etc.);
— signature d'autorisation;
— intitulé du programme d'essai;
— décision ou mesure prise après détection d'un défaut.

[1)] Dispositif de traitement du signal.
[2)] Dispositif de traitement du signal.

6.5 Testability shall be considered in the selection of all components of the protection system. Sensors should be accessible and, where practicable, installed so that their performance capability can be verified *in situ*. Selection of actuation devices shall consider their state indication capability.

6.6 A means of communication shall be provided between remote testing stations and the main control room to ensure that station operators are cognizant of the state of the systems under test.

6.7 Safety monitoring assemblies[1)] to be tested shall be capable of accepting simulated trip signals in lieu of sensor output so that tripping of the safety monitoring assembly[2)] can be verified from the point of test input, for example, during testing, to assist in verifying the overall response time of the protection system.

6.8 The signal path for the test signal after the point of injection shall be the same as the signal path for the plant signal. No by-pass of the normal signal path is allowed.

6.9 All the circuits of a protection system that carry out timing or filtering functions shall react to the testing signal, which may be of very short duration, so as to ensure that a positive result of the test is given only when:

— the circuit has switched over;
— the state after switching is stable and correct;
— the time delay or the time constant has the correct length.

7. Procedures

Periodic tests shall be made on the basis of carefully prepared test programmes in which identification of the tested parts, test conditions, test procedures and test periods are stated.

8. Data to be recorded upon detection of a fault

Upon detection of a fault at least the following data shall be recorded:

— identification of the tested part;
— test device description;
— detected faults;
— date and time of the test during which faults have been detected;
— reasons for suppression of the test at the scheduled time if this has occurred;
— details about detected failure (safe failure, unsafe failure and effects on the protection system);
— position of operating mode switches, if any (normal operation, start-up, shut-down, etc.);
— authorization signature(s);
— title of test programme;
— action taken when failure is detected.

---

1) Signal processing device.
2) Signal processing device.

9. Autres informations à enregistrer

Après chaque essai où aucun défaut n'a été détecté, noter au moins les informations suivantes:

— fréquence des essais (pour les essais automatiques seulement);

— date, heure et durée de l'essai (pour les essais commandés manuellement);

— identité de l'équipement essayé.

Note. — Il est conseillé d'enregistrer, d'analyser soigneusement les informations statistiques obtenues aux essais pour avoir une estimation réaliste du «taux de défaillance». Quand on peut obtenir ce taux de défaillance avec un taux de crédibilité raisonnable, il convient de réexaminer la fréquence des essais afin de déterminer s'il serait judicieux de la modifier dans un sens ou dans l'autre.

10. Intervalles entre essais

L'intervalle entre essais retenu initialement est un paramètre de conception du projet à choisir en fonction de la disponibilité souhaitée pour le système considéré. La disponibilité souhaitée et les intervalles entre essais se fonderont sur des relations mathématiques faisant intervenir le type de logique employée, les taux de défaillance calculés, la durée des essais, ainsi que l'indisponibilité permise pour le système.

11. Vérification des points de consigne

Effectuer des essais pour vérifier les points de consigne de déclenchement calculés en permanence, ainsi que les fonctions de déclenchement complexes calculées pour un niveau de déclenchement fixe, afin de vérifier chaque variable entrant dans le calcul. Pendant que l'on fait varier le signal correspondant à une ou plusieurs variables pour provoquer le déclenchement ou modifier le résultat des calculs, régler les signaux relatifs aux autres variables sur les valeurs correspondant aux conditions ordinaires attendues lors d'un déclenchement.

12. Inhibitions

Là où certaines parties d'un système de protection exigent l'intervention d'une inhibition nécessaire aux essais pour un régime de fonctionnement donné du réacteur (y compris à l'arrêt), ces inhibitions doivent être conçues en fonction des normes du système de protection. Appliquer en outre les prescriptions suivantes:

12.1 L'état des inhibitions doit être clairement indiqué à l'opérateur en salle de commande.

12.2 Chacune de ces inhibitions doit être assujettie au reste du système de protection de telle sorte qu'on ne puisse les établir que dans un état déterminé du réacteur ou de telle sorte qu'une protection automatique soit déclenchée en cas d'établissement incorrect. En cas d'impossibilité, une alarme de sécurité doit être émise dès que l'état du réacteur exige que l'inhibition soit supprimée. Cette alarme ne doit pouvoir être réarmée qu'après suppression de l'inhibition. L'indication de l'état de l'inhibition doit être permanente.

12.3 Les inhibitions sont de préférence établies ou supprimées de manière automatique. Dans ce cas, appliquer des techniques de redondance et de coïncidence dès la conception pour se prémunir contre tout établissement ou suppression incorrects en cas de défaillance du matériel. Concevoir les inhibitions automatiques en tenant compte de leur comportement dans toutes les conditions transitoires de défaut du réacteur.

9. Other data to be recorded

After each test where no fault was detected at least the following data shall be recorded:

— test frequency (for automatic tests only);

— date, hour and duration of the test (for manually initiated tests);

— identification of tested equipment.

Note. — It is recommended that statistical data related to the test results be carefully recorded and analyzed to give realistic "failure rate" data. When such data become available with a reasonable confidence level, they should be compared with the frequency of testing to determine whether modification of the frequency in either direction is appropriate.

10. Test intervals

The initially chosen test interval should be a design parameter and should be chosen as a function of the availability goal for the system under consideration. The availability goals and test intervals will be based on mathematical relations involving type of logic, failure-rate data, test duration, and permissible system unavailability.

11. Verification of trip set-points

Testing to verify trip set-points that are continuously calculated or likewise testing to verify a calculated complex trip function with a fixed trip level shall be performed to verify each variable that enters into the computation. While the signal for one or more variables is being varied to achieve tripping or change in computer output, the signals for the other variables should be adjusted to normal expected conditions for the trip condition.

12. By-pass

Where parts of a protection system require by-pass means to allow testing during a state of reactor operation (including shut-down) such by-passes shall be designed to protection system standards. In addition, the following shall be applied:

12.1 The state of the by-passes shall be clearly indicated to the operator in the control room.

12.2 Each operational by-pass shall be interlocked with the remainder of the protection system to ensure either that it can be applied only when predetermined reactor conditions exist, or that incorrect application leads to automatic protective action being taken. If this is not possible, a safety alarm shall be initiated when reactor conditions demand that the by-pass must be changed to the alternative state. This alarm shall be capable of being reset only when the by-pass is moved to the correct position. Indication of the state of the by-pass shall be continuous.

12.3 By-passes are preferably applied or withdrawn automatically and in such cases redundancy and coincidence techniques shall be employed in their design to guard against incorrect application or withdrawal under conditions of equipment failure. Due consideration shall be given in the design of the automatic by-pass to its performance under all reactor fault transient conditions.

13. **Temps de réponse**

Pour vérifier la réponse d'un système de protection, on mesure la durée globale de réponse de l'ensemble de mesure et de surveillance de sécurité[1] y compris si possible le capteur, l'actionneur[2]. Procéder à ces essais sur ceux des systèmes ou des sous-systèmes dont le temps de réponse est critique pour la sécurité de la centrale et qui sont identifiés dans le rapport de sûreté établi pour la centrale.

Quand des raisons pratiques empêchent l'exécution d'essais relatifs au temps de réponse pendant l'exploitation de la centrale, il convient de se placer en période d'arrêt du réacteur.

14. **Remise en fonction**

La méthode d'essai doit être conçue de telle sorte que, l'essai terminé, le matériel soit replacé dans son état normal de fonctionnement.

SECTION TROIS — ESSAI D'UN ENSEMBLE DE MESURE ET DE SURVEILLANCE DE SÉCURITÉ

(Essai d'un capteur et du dispositif de traitement du signal)

15. **Généralités**

La vérification du fonctionnement correct au cours de l'exploitation du réacteur doit inclure une part aussi importante que possible de l'ensemble de mesure et de surveillance de sécurité[3] sans perturber de manière inacceptable l'exploitation normale de la centrale. Quand les caractéristiques du capteur et du reste de l'ensemble de mesure et de surveillance de sécurité[4] obligent à adopter une méthode d'essai différente, procéder à des essais partiels se recoupant de manière à s'assurer du bon état fonctionnel de l'interface du capteur.

16. **Parties non soumises aux essais**

Pour les parties qui ne peuvent pas être essayées en fonctionnement, la fiabilité nécessaire doit être démontrée par une combinaison des éléments suivants: principes de conception du système de protection; surveillance permanente; fréquence des arrêts programmés.

17. **Dispositifs d'essai**

Les dispositifs d'essai peuvent être incorporés à chaque sous-ensemble[5] ou être du type embrochable. La première solution est préférable quand les intervalles entre essais sont très courts (de l'ordre de un à deux mois).

---

[1] Dispositif de traitement du signal.
[2] Dispositif actionneur.
[3] Capteur et dispositif de traitement du signal.
[4] Dispositif de traitement du signal.
[5] Dispositif de traitement du signal.

13. **Response time**

A protection system response measurement shall verify the overall response time of the safety monitoring assembly[1] from, and including where practicable, the sensor and the operation of the actuator[2]. Response-time testing shall be performed on those systems or sub-systems whose response time is critical to plant safety as described in the plant safety analysis report.

Where it is impracticable to perform response-time tests during normal plant operation, response-time testing should be performed during reactor shut-down.

14. **Restoration**

The test procedure shall ensure that, after a test, the equipment is restored to its normal operational mode.

SECTION THREE — SAFETY MONITORING ASSEMBLY TEST

(Test of sensor and signal processing device)

15. **General**

The in-service verification of correct operation shall include as much of the safety monitoring assembly[3] as possible, without interfering unacceptably with normal plant operation. When the characteristics of the sensor and of the remainder of the safety monitoring assembly[4] are such as to require a different approach of testing, overlap partial testing is necessary to make sure that the equipment interfacing the sensor is fully functional.

16. **Non-tested parts**

For those parts that cannot be tested during reactor operation, the necessary availability must be demonstrated by a combination of the following: the protection system design philosophy; continuous monitoring; frequency of shut-downs for testing, which may coincide with shut-downs programmed for other reasons.

17. **Testing devices**

The testing devices may be part of each sub-assembly[5], or be the plug-in type. The first approach is preferable when test intervals must be very short (of the order of one or two months).

---

[1] Signal processing device.
[2] Actuation device.
[3] Sensor and signal processing device.
[4] Signal processing device.
[5] Signal processing device.

18. **Signaux**

Pour introduire un signal d'essai aussi près que possible du capteur, on peut adopter l'une des solutions suivantes:

18.1 Perturbation de la variable à surveiller. Il s'agit d'introduire des variations correspondant par exemple à une modification de pression, de température ou de puissance.

18.2 Introduction ou variation, selon le cas, d'un signal fictif appliqué au capteur, de même nature que la variable à surveiller. Il s'agit par exemple de commander l'ouverture d'une vanne d'équilibrage de capteur de pression différentielle, ou d'isoler et de purger les canalisations des manomètres ou d'injecter des fluides froids ou chauds dans les fluides dont on contrôle la température, ou encore d'échauffer ces fluides à l'aide de résistances.

18.3 Introduction ou variation, selon le cas, d'un signal analogique pour l'essai partiel d'un ensemble[1)] qu'on ne peut vérifier complètement avec ses capteurs. Il s'agit de signaux fictifs, par exemple tensions, courants ou résistances, appliqués ou introduits en des points du circuit.

19. **Variations du signal**

Les caractéristiques des variations du signal d'essai doivent être suffisantes pour assurer le déclenchement de l'action de protection quand les variables dépassent les limites prévues. Définir ces variations d'après les caractéristiques fonctionnelles de l'ensemble en question. La réponse en fonction du temps de montée de l'amplitude ou d'autres caractéristiques de la forme d'onde peut être affectée par la détérioration du matériel ou son fonctionnement défectueux.

Quelques exemples de la nature des signaux d'essai que l'on peut employer:

19.1 *Signal à variation lente*

Il est conseillé de choisir un signal de ce type si l'action de protection est prescrite pour de tels signaux et si l'état du matériel (d'après les observations ou la modification de la réponse au voisinage des limites de la plage de tolérances) indique qu'une faible vitesse de modification du signal risque de ne pas déclencher l'action de protection.

19.2 *Signal à variation rapide*

Il est conseillé de choisir un signal de ce type si l'action de protection est prescrite pour de tels signaux et si l'état du matériel (d'après les observations ou la modification de la réponse au voisinage des limites de la plage de tolérances) indique qu'une vitesse élevée de modification du signal risque de ne pas déclencher l'action de protection.

19.3 *Signal à variation de grande amplitude*

Il est conseillé de choisir un signal de ce type si l'action de protection est prescrite pour de tels signaux et si l'état du matériel (d'après les observations ou la modification de la réponse au voisinage des limites de la plage de tolérances) indique que des variations de grande amplitude du signal risquent de ne pas déclencher l'action de protection (en cas de saturation, par exemple).

L'essai à effectuer sur des dispositifs donnés peut faire appel à des signaux de type unique ou à une combinaison de plusieurs types, suivant le cas, pour définir le comportement du dispositif en fonction des diverses conditions attendues.

[1)] Dispositif de traitement du signal.

18. Signals

To introduce a test signal as close as practicable to the sensor, one of the following approaches may be adopted:

18.1 Perturbing the monitored variable. This refers to variations introduced into the variable, such as modified pressure, temperature or power.

18.2 Introducing and varying, as appropriate, a substitute input to the sensor, of the same nature as the monitored variable. This refers to such actions as opening an equalizing valve on differential-pressure cells, isolating and bleeding the input to pressure-measuring devices, or injecting hot or cold fluids into fluids whose temperature is monitored, or heating fluids by means of heating coils.

18.3 Introducing and varying, as appropriate, an analogue input for partial testing of an assembly[1] when complete checks, including those of the sensors are not practicable. This refers to the use of simulated signals such as voltage, current, or resistance, applied to portions of the circuit.

19. Variation of signal

The capability to vary the test signal amplitude shall be sufficient to confirm that protective action will ensue for expected extremes of variable values. The nature of the test signal variation is to be developed in recognition of the performance characteristics of the particular devices involved. The response to rise-time, amplitude, or other wave-shape characteristics may be affected by equipment degradation or malfunction.

Examples of the nature of the test signals that may be used are:

19.1 *Slowly changing signal*

This type of signal should be selected if protective action were required for this kind of signal and if the equipment condition (as indicated by observation or by the change in response toward the limits of the tolerance band) indicates that a slow rate of change of the signal might not produce the protective action.

19.2 *Rapidly changing signal*

This type of signal should be selected if protective action were required for this kind of signal and if the equipment condition (as indicated by observation or by the change in response toward the limits of the tolerance band) indicates that a high rate of change of the signal might not produce the protective action.

19.3 *Large change in signal*

This type of signal should be selected if protective action were required for this kind of signal and if the equipment condition (as indicated by observation or by the change in response toward the limits of the tolerance band) indicates that large deviations of the signal from normal might not produce the protective action (for example, by saturation).

The test to be performed on given devices may be a single type or a combination of types as necessary to show devices performance under various expected conditions.

---

[1] Signal processing device.

20. **Disponibilité**

L'aptitude opérationnelle des appareils munis d'un indicateur peut être vérifiée par l'une des méthodes suivantes:

20.1 Comparaison de lectures faites sur des ensembles de mesure et de surveillance[1)] qui contrôlent la même variable et qui sont indépendants dans l'espace.

20.2 Comparaison de lectures faites sur des ensembles de mesure et de surveillance[2)] qui contrôlent la même variable, des lectures étant liées par une relation connue (par exemple en comparant les ensembles de contrôle des flux de neutrons de niveau intermédiaire et de niveau de source[3)] pendant un démarrage ou un arrêt, quand les deux ensembles travaillent dans les limites de leur étendue de mesure).

20.3 Comparaison de lectures faites sur des ensembles de mesure et de surveillance[4)] qui contrôlent des variables différentes, mais liées par une relation connue (par exemple température de sortie du réfrigérant primaire et la puissance correspondante).

21. **Capteurs**

La précision du temps de réponse des capteurs ci-après doit être vérifiée:

21.1 Capteurs dont on sait que le temps de réponse présente un caractère critique pour la sécurité du réacteur, d'après le rapport de sûreté.

21.2 Capteurs dont le temps de réponse constitue une partie notable du temps de réponse global du système.

22. **Matériel d'essai**

Le matériel employé pour l'essai du temps de réponse des capteurs doit comprendre tous les éléments nécessaires pour provoquer la variation du signal de sortie du capteur et, si nécessaire, pour enregistrer simultanément les signaux d'entrée et de sortie afin de déterminer le temps de réponse global.

23. **Etalonnage et fonction de transfert**

Les essais d'étalonnage de l'ensemble de mesure et de surveillance de sécurité[5)] sont effectués pour vérifier qu'avec un signal d'entrée connu avec une précision donnée, l'appareil ou les circuits qui lui sont associés engendrent le signal de sortie numérique ou analogique prévu. Contrôler en outre la fonction de transfert de l'ensemble de mesure et de surveillance de sécurité[6)].

[1)] Dispositifs de traitement du signal.
[2)] Dispositifs de traitement du signal.
[3)] Dispositifs de traitement du signal.
[4)] Dispositifs de traitement du signal.
[5)] Dispositif de traitement du signal.
[6)] Dispositif de traitement du signal.

20. **Operability**

The operability of instruments equipped with an indicator may be verified by:

20.1 Comparisons of readings on monitoring assemblies[1] that monitor the same variable and are not spatially dependent.

20.2 Comparison of readings on monitoring assemblies[2] that monitor the same variable and bear a known relationship to one another (e.g., by comparing intermediate-range and source-range neutron monitoring assemblies[3] during a start-up or shut-down when both devices indicate within range).

20.3 Comparison of readings on monitoring assemblies[4] that monitor different variables and bear a known relationship to one another (e.g., the primary coolant outlet temperature and the associated power level).

21. **Sensors**

The following sensors shall be tested for response-time accuracy:

21.1 Sensors whose response time is shown to be critical to reactor safety in the safety analysis report.

21.2 Sensors whose response time is a significant part of the overall system response time.

22. **Testing equipment**

Sensor response time testing equipment shall include whatever necessary to stimulate sensor output and simultaneously record input and output conditions for the determination of the overall response time, when required.

23. **Calibration and transfer function**

Safety monitoring assembly[5] calibration tests shall be performed to prove that with an input of known accuracy the instrument or associated circuitry gives the required analogue or digital output. In addition, the safety monitoring assembly[6] transfer function shall be checked.

---

[1] Signal processing devices.
[2] Signal processing devices.
[3] Signal processing devices.
[4] Signal processing devices.
[5] Signal processing device.
[6] Signal processing device.

24. **Surveillance**

Pour faciliter la surveillance des ensembles de mesure et de surveillance de sécurité[1], on peut s'inspirer, au stade de la conception, des exemples suivants:

24.1 Les capteurs primaires à sortie électrique peuvent être munis d'un zéro décalé et d'un circuit à seuil élevé pour permettre un contrôle de vraisemblance du signal (on vérifie que le signal ne s'annule pas ni ne sort de la plage normale).

24.2 Le dispositif logique peut être doté d'un comportement de défaillance non dangereuse en cas d'interruption de l'alimentation.

24.3 Le dispositif logique peut être muni, à la sortie, d'un contact inverseur unipolaire permettant un contrôle de cohérence (OU exclusif) portant sur ce contact et sur le câble reliant le moniteur de signal à l'ensemble logique de sécurité.

SECTION QUATRE — ESSAIS PÉRIODIQUES DES MATÉRIELS MÉCANIQUES ET ÉLECTROMÉCANIQUES

25. **Généralités**

Bien que les dispositifs électromécaniques soient adaptés à l'automatisation des essais, il faudrait tenir compte du fait que leur durée de vie est fonction du nombre d'opérations.

26. **Interfaces**

Pour tourner la difficulté de soumettre aux essais les dispositifs de sécurité terminaux[2] sans provoquer le déclenchement des mécanismes de sécurité, adopter pour l'interface reliant matériel d'essai et système de protection une conception telle que:

26.1 Tous les actionneurs ainsi que les éléments actionnés puissent être essayés individuellement ou par groupes judicieusement choisis, par exemple, en séparant l'essai de l'actionneur associé à une pompe de celui de l'actionneur des vannes.

26.2 Le fonctionnement de certains éléments actionnés soit interdit pendant l'essai de leur actionneur. Par exemple en plaçant le disjoncteur d'une pompe en position «essai», on interdira l'arrivée du courant à la pompe pendant un essai de fermeture du disjoncteur. Noter que les contacts coupant le courant pendant l'essai serviront aussi à un autre stade de la procédure d'essai.

26.3 Le fonctionnement des éléments nécessite l'intervention simultanée de plusieurs actionneurs comme, par exemple, pour l'essai individuel de vannes commandées par deux électro-aimants agissant en coïncidence pour commander l'admission d'air comprimé sur une vanne d'isolement.

Toute réalisation conforme aux paragraphes 26.2 et 26.3 doit se fonder sur une probabilité suffisamment faible de défaillance de chacun des éléments actionnés qui ne sont pas soumis aux essais pendant l'exploitation de la centrale.

---

[1] Dispositif de traitement du signal.
[2] Convertisseurs de signaux logiques.

24. **Surveillance**

To facilitate surveillance of safety monitoring assemblies [1], the following examples are acceptable design approaches:

24.1 Primary sensors with an electric output may be provided with elevated zero and a high-threshold circuit to allow a plausibility check of the signal (check that the signal neither drops to zero nor goes above the normal range).

24.2 The logic device may be designed for fail-safe behaviour with respect to the supply failure.

24.3 The logic device may be provided with single-pole-double-throw contact output to allow for a consistency check (exclusive OR) on the contact and on the wiring connecting the signal monitor to the safety logic assembly.

SECTION FOUR — PERIODIC TESTING OF ELECTROMECHANICAL AND MECHANICAL EQUIPMENT

25. **General**

Although electromechanical devices are suited for automatic testing, consideration should be given to the dependence of their life on the number of operations.

26. **Interface**

To overcome the difficulty of testing final safety assemblies [2] without causing a safety action, provisions shall be made in the design of the interface between testing equipment and protection system, so that:

26.1 All actuation devices and actuated equipment can be tested individually or in judiciously selected groups; for example, testing the actuation device for a system pump separately from the actuation device for the system valves.

26.2 The operation of certain actuated equipment is prevented during a test of the related actuation devices; for example, moving the circuit breaker for a pump to a test position that prevents power from being supplied to the pump during a test closure of its circuit breaker. The contacts that cut off power during the test will also be involved in another step of the testing procedure.

26.3 Operation of the actuated equipment requires the coincident operation of more than one actuator device; for example, individual testing of the two solenoid-operated valves that act in coincidence to control compressed air to an isolation valve.

Design in accordance with Sub-clauses 26.2 or 26.3 above shall be justified on the basis that the probability of failure of any actuated equipment that is not tested during station operation is acceptably low.

---

[1] Signal processing device.
[2] Logic signal converters.

27. **Essais fonctionnels**

Pour s'assurer qu'un système de protection est apte à remplir les fonctions prévues à la conception, des essais doivent être effectués sur les actionneurs[1]. Les essais types peuvent consister en une ou plusieurs des opérations suivantes:

27.1 Démarrage manuel de l'élément (moteur, pompe, compresseur, turbine, par exemple) avec vérification du fonctionnement. La durée de l'essai doit être suffisante pour atteindre la stabilité de régime. S'il n'est pas indiqué de faire démarrer l'élément (pompe, etc.), un essai de fonctionnement de la commande en position «essai», comme le mentionne l'article 26, peut être admis.

27.2 Si besoin est, ouverture et fermeture manuelle de la vanne avec minutage de l'opération complète. S'il n'est pas indiqué de procéder à cette opération, on pourra se contenter d'un essai partiel d'ouverture et de fermeture (cas des vannes principales d'arrêt de vapeur, des vannes d'arrêt ou de commande des turbines) ou d'un essai du système de commande (cas des systèmes de commande des soupapes de détente fonctionnant électriquement ou des circuits de commande des vannes explosives d'empoisonnement).

27.3 Déclenchement de l'actionneur et vérification de la fonction de protection.

27.4 Vérification des fonctions de sécurité amorcées à la main. S'il n'est pas indiqué de procéder à ces opérations en cours d'exploitation, l'essai peut être effectué pendant un arrêt du réacteur (déclenchement manuel du réacteur, par exemple).

27.5 Essai du temps de réponse des actionneurs.

28. **Surveillance permanente**

Pour améliorer la surveillance de la disponibilité des actionneurs, on peut procéder au contrôle permanent des variables qui leur sont associées (vitesse, pression, tension d'alimentation, etc.).

29. **Relais et vannes**

Pour les dispositifs électromagnétiques qui agissent par mise sous tension, comme les relais et les vannes à électro-aimants, le système d'essai peut prévoir non seulement la vérification de la continuité des enroulements, mais aussi l'intégrité du circuit électromagnétique, c'est-à-dire son aptitude à produire le flux magnétique voulu.

[1] Dispositifs actionneurs.

27. Typical functional tests

To ascertain that a protection system is capable of performing its design function, tests for the actuators[1] shall be made. Typical tests consist of one or more of the following, as appropriate:

27.1 Manual start-up of equipment (e.g., motor, pump, compressor, turbine or engine) and verification of proper operation. Test duration shall be sufficient to achieve stable operating conditions. Where it is impracticable to start a pump or other equipment, test operation of the breaker in "test" position may be acceptable, as described in Clause 26.

27.2 Manual stroking of valve and timing of full stroke, if required. In cases where full stroking of the valve is not practicable, a partial stroke test (e.g., main steam stop valves, turbine stop or control valves) or a valve control system test (e.g., control system for electrically operated relief valves, or the control circuit for explosive poison injection valves) may be acceptable.

27.3 Tripping of actuating devices and verification of protective functions.

27.4 Verification of manually initiated safety functions. When this is not possible during plant operation, the test may be performed during reactor shutdown (e.g., manual tripping of the reactor).

27.5 Test of the actuator response time.

28. Continuous monitoring

To improve monitoring of actuator availability, continuous monitoring of actuator-associated variables (speed, pressure, supply voltage, etc.) may be performed.

29. Relays and valves

For electromagnetic devices that act upon energization, such as relays and solenoid valves, the testing system may be designed to check not only coil continuity, but also the integrity of the electromagnetic circuit, i.e., the capability of generating the required magnetic flux.

[1] Actuation devices.

SECTION CINQ — ESSAI DES ENSEMBLES LOGIQUES DE SÉCURITÉ À SEMI-CONDUCTEUR

(Essai de la logique à semi-conducteur)

30. Domaine d'application

Les prescriptions énumérées dans cette section s'appliquent aux parties de l'ensemble de mesure et de surveillance de sécurité [1] qui peuvent être soumises à des essais automatisés (comme les circuits à seuil ou les horloges à semi-conducteurs). Bien que les principes généraux s'appliquent à tous les systèmes à semi-conducteurs, cette section ne concerne pratiquement pas d'autres techniques que les essais par impulsions.

31. Généralités

Dans un ensemble logique à semi-conducteurs [2], les caractéristiques techniques permettent des fonctions plus élaborées ainsi que de meilleures interconnexions avec l'équipement d'essai et de contrôle sans perte notable de disponibilité du système. Les essais effectués avec un matériel automatisé sont naturellement plus faciles et conseillés, mais il est aussi permis de procéder à des essais périodiques manuels.

32. Commutation des signaux

La possibilité d'employer des signaux de faible niveau pour la commutation permet d'essayer les ensembles logiques à semi-conducteur [3] avec des impulsions d'essai assez rapides pour éviter que le dispositif terminal de déclenchement [4] ne réagisse comme conséquence de l'essai. Si l'on peut y parvenir de manière à faire accepter pleinement, par le circuit à essayer, l'ordre de déclencher l'action de protection, il n'est pas utile de faire déclencher réellement le circuit car la prescription de fonctionnement en cas de défaut aléatoire unique est satisfaite (voir le paragraphe 6.4 de la section deux). D'autre part, le nombre d'essais n'intervient pas dans la durée de vie du matériel: l'intervalle entre essais peut être aussi réduit qu'on veut. Si l'on emploie des systèmes de protection à semi-conducteurs acceptant les essais automatisés, il est conseillé de les associer à un système de surveillance (voir les détails de l'article 35). De plus, comme le matériel d'essai effectue des opérations cycliques sans surveillance permanente d'un opérateur, il est recommandé de doter le système d'essai de dispositifs de détection des défaillances (voir les détails à l'article 38).

33. Signaux d'essai

Par injection de signaux d'essai sur toutes les entrées de tous les ensembles logiques de sécurité [5], puis par comparaison de tous les états de sortie du système de protection considéré, dans toutes les configurations logiques possibles, le système d'essai doit vérifier automatiquement:

---

[1] Dispositif de traitement du signal.
[2] Logique.
[3] Logiques.
[4] Convertisseur de signal logique.
[5] Logique.