

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Radiation protection instrumentation in nuclear facilities – Centralized systems
for continuous monitoring of radiation and/or levels of radioactivity –
Part 1: General requirements**

**Instrumentation pour la radioprotection dans les installations nucléaires –
Ensembles centralisés pour la surveillance en continu des rayonnements et/ou
des niveaux de radioactivité –
Partie 1: Exigences générales**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61559-1:2009



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Radiation protection instrumentation in nuclear facilities – Centralized systems
for continuous monitoring of radiation and/or levels of radioactivity –
Part 1: General requirements**

**Instrumentation pour la radioprotection dans les installations nucléaires –
Ensembles centralisés pour la surveillance en continu des rayonnements et/ou
des niveaux de radioactivité –
Partie 1: Exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

V

ICS 13.280

ISBN 978-2-88910-544-1

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions and abbreviations	11
3.1 Terms and definitions	11
3.2 Test nomenclature.....	12
3.3 Abbreviated terms	12
4 Design requirements	12
4.1 General remarks.....	12
4.1.1 General	12
4.1.2 Safety classification.....	12
4.1.3 System configuration	13
4.1.4 Location of detector assemblies	14
4.2 Design requirements for the assemblies	14
4.2.1 Detector assembly.....	14
4.2.2 Processing assembly.....	14
4.2.3 Alarm assemblies	16
4.3 Central computer.....	17
4.3.1 General	17
4.3.2 Functional requirements of the central computer	17
4.3.3 Checking normal operation of the equipment	18
4.4 Electrical characteristics.....	18
4.4.1 General	18
4.4.2 Electromagnetic compatibility	19
5 General Test procedures	19
5.1 Test requirements.....	19
5.1.1 General	19
5.1.2 Test performed under standard test conditions	20
5.1.3 Test performed with variation of influence quantities	20
5.2 Test procedures for the detector assembly.....	20
5.3 Test procedures for the monitoring assembly	20
5.3.1 Alarm trip range.....	20
5.3.2 Equipment failure alarms	21
5.3.3 Alarm response time and stability	21
5.4 Test procedures for the central computer	21
5.4.1 Individual tests of access channels.....	21
5.4.2 Whole tests of access channels.....	21
5.4.3 Tests for functional validation and verification.	21
5.5 Test procedures for effects of power supply and environmental variations.....	22
5.5.1 Power supply variations.....	22
5.5.2 Power supply variations (interruptions and transients)	23
5.5.3 Surges and oscillatory waves	23
5.5.4 Ambient temperature and humidity	24
5.5.5 Electromagnetic compatibility	24
5.5.6 External electromagnetic immunity and electrostatic discharge.....	24

5.5.7 Electromagnetic emission	24
6 Documentation	25
6.1 Report on type testing	25
6.2 Certificate	25
6.3 Operating and maintenance manual	25
Annex A (informative) Selection of a measuring unit	31
Annex B (informative) Guidance on location of detector assemblies	32
Bibliography	34
Figure 1 – Monitoring assembly inside monitored area	26
Figure 2 – Monitoring assembly outside monitored area	26
Figure 3 – Centralized configuration	27
Figure 4 – Centralized configuration	28
Table 1 – Reference conditions and standard test conditions	29
Table 2 – Tests performed under standard test conditions	29
Table 3 – Tests performed with variations of influence quantities	30

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61559-1:2009

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION IN NUCLEAR FACILITIES – CENTRALIZED SYSTEMS FOR CONTINUOUS MONITORING OF RADIATION AND/OR LEVELS OF RADIOACTIVITY –

Part 1: General requirements

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61559-1 has been prepared by subcommittee 45B: Radiation protection instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

This standard cancels and replaces the first edition of IEC 61559 published in 1996. The document has been updated to take account of the requirements of IEC standards published since 1996. Specifically, to meet the functional safety lifecycle requirements of IEC 61508 and/or IEC 61513 have been introduced. Additionally, functional validation and verification tests have been added.

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

FDIS	Report on voting
45B/608/FDIS	45B/616/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 61559 series can be found, under the general title *Radiation protection instrumentation in nuclear facilities – Centralized systems for continuous monitoring of radiation and/or levels of radioactivity*, on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61559-1:2009

INTRODUCTION

a) Technical background, main issues and organisation of this standard

This IEC standard specifically applies to centralized systems intended for continuous monitoring of radiation and/or levels of radioactivity in nuclear facilities, primarily in support of radiological protection in the working areas. These centralized systems play an auxiliary or indirect role in the achievement or maintenance of a nuclear facility's safety. These are classified as category C in IEC 61226 since they include functions that have some safety significance.

This standard is intended for use by purchasers in developing specifications for their plant specific centralized systems radiation monitoring systems and by manufacturers to identify needed product characteristics when developing systems.

This standard is one associated with a series of standards which cover process and safety monitoring, and radiation protection and effluents monitoring in nuclear facilities. The full series is detailed in paragraph b) below.

b) Situation of the current standard in the structure of the IEC SC 45A/SC 45B standard series

IEC 60951 series of standards are at the third level in the hierarchy of SC 45A standards.

They provide guidance on the design and testing of radiation monitoring equipment used for accident and post accident conditions.

IEC 60951-1 – General requirements

IEC 60951-2 – Equipment for continuous off-line monitoring of radioactivity in gaseous effluents and ventilation air

IEC 60951-3 – Equipment for continuous high range area gamma monitoring

IEC 60951-4 – Equipment for continuous in-line or on-line monitoring of radioactivity in process stream

Other standards developed by SC 45A and SC 45B provide guidance on instruments used for monitoring radiation as part of normal operations. IEC 60761 series provide requirements for equipment for continuous off-line monitoring of radioactivity in gaseous effluents in normal conditions. IEC 60861 provides requirements for equipment for continuous off-line monitoring of radioactivity in liquid effluents in normal conditions. IEC 60768 provides requirement for equipment for continuous in-line and on-line monitoring of radioactivity in process stream in normal and incident conditions. ISO standard 2889 gives guidance on gas and particulate sampling. The relationship between these various radiation monitoring standards is given in the table below:

Developer	ISO	SC 45A – process and safety monitoring		SC 45B – radiation protection and effluents monitoring
Scope	Sampling circuits and methods	Accident and post accident conditions	Normal and incident conditions	
Gas, particulate and iodine with sampling (OFF LINE)	ISO 2889	IEC 60951-1 and -2	IEC 60761 series	
Liquid with sampling	N/A	N/A	IEC 60861	

(OFF LINE)				
Process stream (gaseous effluents, steam or liquid) without sampling (ON or IN-LINE)	N/A	IEC 60951-1 and -4	IEC 60768	N/A
Area monitoring	N/A	IEC 60951-1 and -3	IEC 60532	
Central system	N/A	IEC 61504		IEC 61559

c) Recommendations and limitations regarding the application of this standard

It is important to note that this standard establishes no additional functional safety requirements for safety systems.

d) Description of the structure of the IEC SC 45A/SC 45B standard series and relationships with other IEC documents and other bodies' documents (IAEA, ISO)

The basic safety publication is IEC 61508-7, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*. It defines the requirements for an overall safety life-cycle framework and a system life-cycle framework. IEC 61508 should be complied with when developing instruments with safety functions for centralized systems of radiation monitoring outside the nuclear power plant sector whilst complying with the requirements defined in this standard.

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

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

At a third level, IEC SC 45A/SC 45B standards not directly referenced by IEC 61513 are standards related to specific equipment, technical methods, or specific activities. Usually these documents, which make reference to second-level documents for general topics, can be used on their own.

A fourth level extending the IEC SC 45/SC 45B standard series, corresponds to the Technical Reports which are not normative.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61559-1:2009

RADIATION PROTECTION INSTRUMENTATION IN NUCLEAR FACILITIES – CENTRALIZED SYSTEMS FOR CONTINUOUS MONITORING OF RADIATION AND/OR LEVELS OF RADIOACTIVITY –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 61559 series applies to centralized systems intended for continuous monitoring of radiation and/or levels of radioactivity installed in nuclear facilities, primarily in support of radiological protection in the working areas. This standard specifies general characteristics, general test procedures, radiation, electrical, safety, and environmental characteristics and the identification certificate for the systems addressed by this standard.

More specifically, it applies to centralized data processing systems, data links, and equipment siting and layout. It also applies to indications displayed locally and centrally. It gives general guidance to the specification, operation, and testing of computers for the centralized monitoring function.

Typically these centralized systems play an auxiliary or indirect role in the achievement or maintenance of nuclear facility's safety. These are classified as category C in IEC 61226 since they include functions that have some safety significance.

It does not directly apply to the design and testing of detection and measurement assemblies. These should, wherever practical, conform to relevant IEC specifications.

This standard applies to normal monitoring functions. IEC 61559-2 applies to Requirements for Discharge, Environmental, Accident, or Post-Accident Monitoring Functions.

For Radiation monitoring equipment for accident and post-accident conditions in nuclear power plants see IEC 60951.

This standard does not apply to criticality alarm systems. These shall conform to IEC 60860.

2 Normative references

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

IEC 60038:2002, *IEC standard voltages*

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-393:2003, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 393: Nuclear instrumentation – Physical phenomena and basic concepts*

IEC 60050-394:2007, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 394: Nuclear instrumentation – Instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 60532:1992, *Radiation protection instrumentation – Installed dose ratemeters, warning assemblies and monitors – X and gamma radiation of energy between 50 keV and 7 MeV*

IEC 60860:1987, *Warning equipment for criticality accidents*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-12:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-12: Testing and measurement techniques – Ring wave immunity test*

IEC/TR 61000-5-1:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 1: General considerations*

IEC 61000-6-4:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61005:2003, *Radiation protection instrumentation – Neutron ambient dose equivalent (rate) meters*

IEC 61187:1993, *Electrical and electronic measuring equipment – Documentation*

IEC 61226:2005, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Classification of instrumentation and control functions*

IEC 61322:1994, *Radiation protection instrumentation – Installed dose equivalent rate meters, warning assemblies and monitors for neutron radiation of energy from thermal to 15 MeV*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61513:2001, *Nuclear power plants – Instrumentation and control for systems important to safety – General requirements for systems*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

The general terminology concerning detection and measurement of ionizing radiation and nuclear instrumentation is given in IEC 60050-393, IEC 60050-394, and IEC 60050-151.

3.1.1 Manufacturer and purchaser

3.1.1.1

manufacturer

designer and seller of the equipment

3.1.1.2

purchaser

user (operator) of the equipment

3.1.2

category C classification

category that denotes functions that play an auxiliary or indirect role in the achievement or maintenance of NPP safety; it includes functions that have some safety significance, but are not category A or B

[IEC 61226]

NOTE Category C denotes systems that have:

- a) functions used to prevent or mitigate a minor radioactive release, or minor degradation of fuel, within the NPP design basis,
- b) functions to warn personnel or to ensure its safety during or following events that involve or result in release of radioactivity in the NPP, or risk of radiation exposure.

3.1.3

detector assembly (DA)

component of the installed radiation monitor that contains detector and may contain associated electronics (amplifier, discriminator, output pulse shaper), and may also include programmable electronic circuits

3.1.4

processing assembly (PA)

assembly which converts the output signals of one or more detector assemblies into a form, generally digital, suitable for transmission down a data link to the central computer; central computer, and/or which generates alarm outputs to the alarm units at present signal levels

3.1.5

alarm assembly (AA)

assembly which is initiated by the PA. It provides audible and/or visual alarms, in the event of an alarm threshold being breached or in the case of an equipment fault. It is normally sited local to the DA

3.1.6

central computer (CC)

central processing and control system for the calculation, display, and storage of data from the processing units

3.1.7

monitoring assembly (MA)

integrated assembly consisting of combinations of processing, alarm, and detector assemblies

3.2 Test nomenclature

3.2.1

type test

conformity test made on one or more items representative of the production

[IEV 394-40-02]

3.2.2

acceptance test

contractual test to prove to the customer that the device fulfils certain specifications

[IEV 394-40-05]

3.3 Abbreviated terms

ALI Annual Limit on Intake

DAC Derived Air Concentration

DWL Derived Working Limit

PES programmable electronic system

SIL safety integrity level

VDUs visual display units

4 Design requirements

4.1 General remarks

4.1.1 General

A centralized system for continuous monitoring of the radiation levels in nuclear facilities is composed of appropriate devices for measurement, acquisition, processing, display and storage of data. The data is mainly related to detection or measurement of ionizing radiation and, more generally, to the radiological safety of facilities, premises, and their surrounding environment.

By monitoring the status of the nuclear facility, the centralized system provides confirmatory information on the maintenance of a satisfactory working environment, and provides a display of any developing long-term trends.

This type of monitoring is intended to provide:

- continuous monitoring of all parameters defining the radiological status and especially those related to the work place (radiation fields, volumetric radioactive contamination in air) and other associated parameters (e.g. ventilation);
- activation of audible and visual indicators when predetermined thresholds are exceeded;
- storage of data for subsequent processing. For example, this may be used to review longterm changes in the radiological status of the facility, or to perform historic reviews of the radiological conditions.

4.1.2 Safety classification

The equipment covered in this standard is installed in facilities such as nuclear power plants, nuclear fuel storage and processing sites.

The equipment is intended primarily for the purpose of radiological protection and is thus category C classification as defined in 5.4.3 of IEC 61226 since it may play an auxiliary or indirect role in the achievement or maintenance of nuclear power plants safety.

If a safety classification applies, appropriate requirements shall apply concerning specification, design, manufacturing, installation and operation of the equipment with respect to the necessary quality of computer hardware and software. The requirements shall be agreed between manufacturer and purchaser. In particular the purchaser (operator) shall decide the appropriate safety standard applicable to the site in which the system will function. The basic safety standards IEC 61508 series apply.

When IEC 61508 is selected, then the requirements of that standard shall apply as appropriate to the required safety integrity level specified for the system.

Compliance with IEC 61513 facilitates consistency with the requirements of IEC 61508 series as they have been interpreted for the nuclear industry.

4.1.3 System configuration

The type of equipment defined in this standard generally comprises up to four types of assemblies, which may be interconnected in a number of configurations and to the central computer (CC) (see Figures 1 to 4).

These assemblies are:

- detector assembly (DA);
- processing assembly (PA);
- alarm assembly (AA);
- monitoring assembly (MA).

The monitoring assembly is an integrated assembly consisting of combinations of processing, alarm, and detector assemblies. These assemblies may be located in a single package (instrument), or as individual assemblies.

Each installation is unique; some typical examples are illustrated.

Figure 1 shows a monitoring assembly located within the monitoring area.

Figure 2 shows an example where the detector assembly is located within the monitored area, whilst the processing assembly is located in an area of lower radiation or volumetric radioactive contamination in air. In this example, the alarm assembly must be located within the monitoring area to warn personnel. The detector assembly measuring volumetric radioactive contamination in air may be located outside the monitoring area, but the air sample must be drawn from within the area. The need to position a second alarm unit at the entry point to prevent access, should be considered. Further alarm assemblies triggered by the processing assembly may be required to adequately cover the geographical area.

The links from detector assembly to processing assembly and processing assembly to alarm assembly shall be standardized and ideally independent of assembly type.

The elements forming a monitoring assembly shall have the ability to be grouped, and to operate in autonomous mode. The monitoring assembly to CC link shall be standardized.

The central computer has to collect the data transmitted from the various monitor units data links. Additionally diverse digital alarm status inputs may also be accepted.

All data links shall be a good quality, commercially available protocol. Additionally the installation of the detector assembly to processor unit link and processing unit to alarm unit link and links to the central computer, shall follow the electromagnetic compatibility requirements of IEC 61000–5-1.

The monitoring assembly or processing assemblies can be linked to the central computer in various ways:

- either all are linked directly to the central computer, that is a centralized configuration;
- or are linked via a CC outstation. Such a configuration reduces the length of the cables. Figures 1 to 4 detail such arrangements.

4.1.4 Location of detector assemblies

The design and location of detector assemblies and/or monitoring assemblies shall be considered in relation to the radiological protection requirements of the particular plant concerned. Generally, the extent of the provision shall be related to the type and degree of hazard, and the extent of occupancy by plant personnel. Guidance on the criteria which may be used is given in Annex B.

4.2 Design requirements for the assemblies

4.2.1 Detector assembly

The monitoring sensors are specified for the quantity and radiation type they have to detect (electron, photon, and neutron radiations, gas contamination, alpha and/or beta aerosol contamination), and they shall meet the relevant IEC standards applicable to the measurement being carried out. In some cases, there are directly applicable standards, for example, IEC 60532 for gamma radiation monitors, and IEC 61322 and IEC 61005 for neutron monitors. In other cases, relevant requirements may be identified in standards dealing with equipment specifically designed for other, technically similar applications. (For example, IEC 60761 series dealing with gaseous effluent monitors.) In such cases, the applicability of the standards shall be agreed between manufacturer and purchaser.

It is intended that this standard should allow interchangeability of detector assemblies from different manufacturers. To facilitate this, regardless of the quantity being measured, when the detector assembly is separate from the processing unit, the attributes of the output signal from the detector assembly shall be agreed between manufacturer and purchaser.

The output of the detector assembly shall be made directly proportional to the activity being measured.

4.2.2 Processing assembly

4.2.2.1 General

The processing assembly converts the output signal from the detector assembly into data representing the quantity to be measured. It also activates the alarm assembly, if the quantity to be measured exceeds preset thresholds.

The quantity being measured is typically either dose equivalent rate or volumetric concentration of radioactive contamination in air. Dose equivalent rate and gas volumetric activity are proportional to the detector output, whereas aerosol volumetric activity is proportional to the rate of change of the detector output signal.

The processing assembly therefore may simply be required to take the signal from the detector assembly, modify it by a defined function, and compare the result with a preset alarm level.

In other cases, it may be required to receive signals from a number of sources, combine them as defined by an appropriate algorithm, and then compare the computed result with a preset alarm level.

Selection of a measuring unit is described in Annex A.

4.2.2.2 Main characteristics

The processing assemblies shall, as far as practicable, be designed to be "fail safe"; that is, be so arranged that interruption or failure of the power supply, or component failure, shall result in actuation of a trip circuit to produce an alarm. Failure of the power supply shall not disable the alarm. Indication of power supply failure shall be provided.

If system functions can be controlled, or data manipulated from a remote unit, hardware or software controls shall be instituted to prevent unauthorized operation from remote locations.

4.2.2.3 Processing assembly alarm specification

Alarm circuits should be operable either to hold an alarm condition until specifically reset by a reset control, or to auto-reset when the alarm condition disappears. The two modes of operation should be available by a simple modification onto all equipment.

All alarm functions should be provided with test facilities to allow checking of alarm operation. In the case of adjustable alarms, checking should be possible over the range of adjustment, with indication of the actual alarm operation point.

The following alarm facilities normally should be provided.

a) High level alarms

One or more adjustable alarms to cover at least the full measurement range should be provided. The time taken to activate the alarm trip circuit should be minimised such that the dose equivalent or the committed effective dose (e.g. derived aerosol activity concentration and a standard breathing rate of $1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$).resulting from this delay is as low as reasonably practical.

A second alarm with the same specification may be incorporated if required by the purchaser.

b) Low level alarm

A low level alarm facility should be provided. It should be possible to set this low level alarm at some point below the minimum of the range of measurement, so that in the event of detector failure, this alarm will operate. The design shall ensure that with the low level alarm set to this requirement, the frequency of false alarms when the unit is operated under normal conditions should be an acceptably low frequency.

There is generally an inter-relationship between the time for the alarm to operate, the frequency of false alarms, and the margin between background level and alarm level. If an instrument is required to measure low dose rates approaching background, the alarm level may also be set low, and a long time constant for alarm operation may also be necessary to minimize false alarms.

c) Fault alarms

An alarm should normally be provided to indicate as many electronic circuit faults as reasonably practicable, together with any cable break or disconnection faults; separate indication of the source of any fault is desirable. In deciding on the extent of fault alarms, the provision of a low level alarm may be taken into account.

An alarm should be provided to indicate as many other faults in other services (e.g. low air sample flow in volumetric radioactive contamination in air monitors) as reasonably practicable.

4.2.2.4 Processing assembly outputs

The processing assembly should provide the following outputs:

- at least one set of relay contacts or digital output for each alarm function;
- a data link output for transmission of alarm to an indicating unit and for a local display;

- outputs intended for recording the measurement, and/or to provide a local analogue display;
- indicating lights for alarms and other functions on the front panel.

These various outputs allow the monitoring assemblies to operate without a central computer for small configurations.

The processing assembly shall provide the following outputs for transmission to the central computer:

- a digital output for transmission of each alarm;
- a data link which shall at least include:
 - the measurement;
 - the monitor status, including alarms;
 - the value of the preset parameters (alarm thresholds and operational parameters).

The data link should be of the RS 485, RS 422, 20 mA current loops, Ethernet, or, for short distances (typically <15 m) of RS 232 C type. For extensive configurations, multiplexers or concentrators may be used.

4.2.2.5 Historical records

The processing unit should have the ability to store historical records in the event of data link failure. The storage period is to be agreed between manufacturer and purchaser.

4.2.3 Alarm assemblies

Alarm assemblies shall be installed in working areas to provide indication to personnel of potential hazards. They shall generate audible and/or visual alarms, initiated by the processing units in a form appropriate to the operating procedure for the facility.

The arrangement shall be agreed between manufacturer and purchaser, and will be appropriate to the facility, but are typically:

- a visual indicator flashing during the alarm;
- an audible indication sounding during the alarm;
- visual indications of system failures.

Any visual alarm indication shall not be capable of being extinguished whilst an alarm condition exists. (The audible alarm may be muted locally.)

It is acceptable that different coloured visual indicators indicate different states of alarms, for example:

- steady green light on and no sound: normal healthy condition;
- green light off or flashing: failure state of the monitoring unit;
- flashing amber light and continuous sound: first threshold exceeded;
- flashing red light and continuous sound: second threshold exceeded.

Each sound should be a different tone. It is also acceptable for a single visual indicator and audible alarm to indicate the alarm status.

Failure of the visual indicator should be detected and indicated to reveal a fault (e.g. lamp failure).

The link between the processing and alarm units shall be such that it shall be possible to use as many alarm units as necessary in order to repeat the alarms if needed.

4.3 Central computer

4.3.1 General

The central computer task is to store and display for the operator the data and status provided by each monitoring unit. The central computer will provide the operator with information on the radiological condition of the nuclear facility. This allows the operator to take such action as is necessary to ensure the safety of the working personnel within the facility, based upon the information presented.

The central computer is normally a programmable electronic system (PES), and in most cases is a centralized computer. The central computer shall be dedicated to plant functions and shall normally not be capable of other non plant functions such as internet access and word processing. The central computer shall be reliable and specified to meet its intended purpose i.e. it should not normally be a laptop or personal computer (PC).

The central computer shall include access/configuration management controls.

In some cases non-programmable equipment, may be used.

4.3.2 Functional requirements of the central computer

The central computer may display information to the operator via visual display units (VDUs) and printers. The display facility normally shall be located in the nuclear facility control centre, incident, or emergency control centre, and/or health service control room.

The central computer may be part of a larger process control and monitoring system for the nuclear facility, provided that the safety integrity levels (SIL) and reliability requirements of the radiation monitoring system are met by the total system.

The central computer should display the current status (e.g. alarm, failed, normal, etc), alarm threshold, and the current value of the measured parameters for each input. Continuous display of this information is not required, but no operating mode shall mask alarms indicating changes in monitor assembly or system status.

The central computer may also include additional functions, for example:

- performing complementary calculations (daily, monthly dates);
- updating logs on a printer, showing:
 - results of monitor assembly calibration checks;
 - cyclic messages of results of operator actions (current monitor assembly levels);
 - random messages (equipment failure, thresholds exceeded);
- organizing a summary synoptic diagram on a VDU screen showing current monitor assembly status, e.g. normal or alarm;
- organizing a colour display showing alarm threshold states, and current value of the quantity measured by the monitor assembly;
- organizing a colour display on the VDU showing a histogram of current measurements for groups of monitor assemblies;
- organizing a flowing trend on colour display of measurement:
 - either instantaneously;
 - or inferred from historical records or data stored on disk;

- organizing a display of the nuclear facility building layout with monitor assembly positions shown. Monitor assembly would show status and current value of the quantity measured;
- indicating an output signal to a facility evacuation alarm system when certain criteria are met. For example, when a certain number of monitor assembly or groups of monitor assemblies have exceeded set thresholds.

The central computer should provide indications on the VDU that monitor assemblies are undergoing test/calibration. During such tests the outputs of monitor assemblies which initiate evacuation shall be inhibited.

Additional requirements may be established between manufacturer and purchaser by mutual agreement.

Key central computer characteristics such as data sample rate, display update rate, display and parameter screen generation time, display organization, and operator controls shall be developed with consideration to operator needs in accordance with good ergonomic practice. The central computer shall operate within design specifications at maximum anticipated load e.g. during facility emergencies.

4.3.3 Checking normal operation of the equipment

Radiological protection equipment should not normally be considered as nuclear safety equipment. Because of this, there may be neither equipment redundancy nor a requirement to produce alarms on a voting logic from multiple assemblies. The equipment shall be subject therefore to continuous checking procedures.

The central computer's features for the self-checking of the monitor assembly should include:

- a) checking of the detector assembly;
- b) checking of the processing assembly;
- c) checking of detector assembly to process assembly;
- d) check of transmission of the processing unit to alarm assembly (both ways), and processing assembly to central computer;
- e) central computer system self-checking features.

These features when available, shall include continuous display, including indications that can be used to verify that the system is operating, and that the display screen is being updated with current information.

The checking shall be automatically and continuously performed, and any malfunction immediately indicated.

The design of the equipment also shall facilitate performance of other tests to confirm calibration of the system on a regular basis:

- test with reference radioactive sources to formally calibrate the system;
- tests with reference radioactive sources to trigger the alarm thresholds, and confirm the indications at the central computer.

4.4 Electrical characteristics

4.4.1 General

The equipment shall be designed to operate from single-phase a.c. supply voltage in one of the following categories in accordance with IEC 60038.

Series I: 230 V.

Series II: 120 V and/or 240 V.

(nominal single-phase voltage in some countries is 100 V, 117 V and/or 234 V, 50/60 Hz)

The system shall be capable of operating from the mains with a supply voltage tolerance of +10 % and –12 % and supply frequencies of nominal frequency +1 Hz and –3 Hz, without the indication varying more than 10 % from the indication under standard test conditions.

The equipment should meet the severity level 3 of IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-11 and IEC 61000-4-12.

The equipment shall comply with the electrical safety requirements defined in IEC 61010.

By agreement between manufacturer and purchaser, the equipment may be provided with facilities for operation from low voltage standby supply in the case of a short-term power failure. The equipment should not malfunction, or trigger an alarm as a result of the supply changeover.

In the event of long-term power failure, the central computer shall automatically restart on electrical power restoration.

4.4.2 Electromagnetic compatibility

4.4.2.1 General requirements

The design and installation of the central computer, assemblies and interconnecting cables should meet the requirements of Clause 4 of IEC/TR 61000-5-1:1996.

4.4.2.2 External magnetic fields

If the indication of an assembly can be influenced by the presence of external magnetic fields, a warning to this effect shall be given by the manufacturer, and this shall also be stated in the instruction manual.

4.4.2.3 Electromagnetic immunity

The equipment should meet the severity level 3 of IEC 61000-4-3 and IEC 61000-4-6.

4.4.2.4 Electrostatic immunity

The equipment should meet the severity level 3 of IEC 61000-4-2.

4.4.2.5 Electromagnetic emission

The equipment should meet the severity level 3 of IEC 61000-6-4 (Emission standard for industrial environment).

5 General Test procedures

5.1 Test requirements

5.1.1 General

The tests defined hereafter shall be considered as type tests. Nevertheless, by agreement between the manufacturer and the purchaser, some of them may be considered as acceptance tests. In addition, for the type of equipment covered by this standard, testing of the complete system shall normally be carried out after installation at its operating site. Except where otherwise specified, tests are carried out under standard test conditions defined in Table 1.

5.1.2 Test performed under standard test conditions

Those tests which are performed under standard test conditions are listed in Table 2 which indicates for each characteristic under test, test requirements and the subclause where the corresponding method of test is described.

5.1.3 Test performed with variation of influence quantities

5.1.3.1 General

These tests are intended to determine the effects of variation of influence quantities, and are given in Table 3 with the range of variation of each influence quantity, and limits of consequent variation in the indication of an assembly. The range of variation of influence quantities indicated in Table 3 defines a nominal operating range, within which the variation in indication shall remain within the limits stated by the manufacturer. The manufacturer stated limits shall not exceed those limits stated in Table 3.

In order to test the effect of variation in any one of the influence quantities listed in Table 3, all other influence quantities are normally maintained within the limits for standard test conditions given in Table 1, unless otherwise specified in the test procedure concerned.

5.1.3.2 Single test

In order to simplify these tests, only a single test shall normally be conducted for each individual influence quantity. This test shall establish the effect of the specified change of influence quantity, using one dose rate at approximately two-thirds of full scale on any range or decade.

5.1.3.3 Additional tests

Further testing of the performance of the assembly with variation of influence quantities shall be carried out if it is considered that the single test defined in 5.1.3.2 will not give a fully representative picture of the equipment characteristics. (For example, testing may need to cover the performance of multiple detectors.)

5.2 Test procedures for the detector assembly

Detector assemblies shall be subject to the test requirements of the appropriate IEC standards (see 4.2.1).

5.3 Test procedures for the monitoring assembly

The combination of processing unit, detection assembly, and alarm unit shall be tested to establish the effective operation of alarms and other features provided by this combination. The full extent of testing shall be agreed between manufacturer and purchaser, but shall include the following.

5.3.1 Alarm trip range

5.3.1.1 Requirement

The range of alarm threshold settings shall conform to the requirements of subclauses 4.2.2.3 a) and 4.2.2.3 b).

5.3.1.2 Method of test

The test, which excludes the detector, shall be performed on each adjustable alarm unit. Using an appropriate electronic signal generator, as specified by the manufacturer, the range of indication of the equipment over which the alarm trip operates shall be determined.

For alarms intended to operate on increasing signals, the alarm shall be adjusted to its lowest setting, and the input signal increased slowly until the alarm operates. The indication of the equipment shall be noted.

The alarm shall then be re-adjusted to its highest setting, and the input signal increased slowly until the alarm operates again. The indication of the equipment shall again be noted.

For alarms intended to operate on decreasing signals, perform the test as above, but slowly decrease the level of the input signal.

5.3.2 Equipment failure alarms

The low level indication alarm normally shall be tested in accordance with 5.3.1 and 4.2.2.3 c).

Other tests of failure alarms against appropriate equipment malfunctions shall be conducted by agreement between manufacturer and user.

5.3.3 Alarm response time and stability

5.3.3.1 Requirements

The operating point of any radiation alarm (trip) threshold shall not deviate outside the range 90 % X to 110 % X (where X is the nominal alarm set point) over 1 day, nor outside the range 80 % X to 120 % X over 15 days.

The time delay for an alarm to operate shall conform to the requirements of 4.2.2.3 a). However, the time to trip from the time when the input signal reaches to the trip set point or the failure is to be detected, shall not be more than 1 min.

5.4 Test procedures for the central computer

The test procedures for the central computer shall be established between the manufacturer and purchaser, but they shall be consistent with the requirement of 4.1.2. The test procedures shall include the test stated in 5.4.1 and 5.4.2.

5.4.1 Individual tests of access channels

For each input channel into the central computer, the response of the computer shall be checked for the required functions. One channel shall be tested with each type of monitor unit and appropriate radiation source.

The other channels may be tested with signal generators simulating the processing unit signals.

5.4.2 Whole tests of access channels

The central computer response shall be checked for its response against the specification for a majority of, or all channels exceeding the highest threshold alarm.

Additionally, the historical recording specification shall be checked to determine the capability of the central computer to handle a large number of recording channels.

5.4.3 Tests for functional validation and verification.

In order to verify and validate that the specified requirements concerning both design and performance are met, general functional tests shall be performed on a complete system or on a representative configuration of it. These tests shall meet the requirements of the safety standard adopted (see 4.1.2) This validation and verification activity shall include tests on

process interfaces, operator interfaces, computed functions and communication. If agreed upon between manufacturer and purchaser, a real time simulator for testing may be suitable to achieve these tests without detectors and radioactive sources.

These tests should include:

- power supply set up and initialisation of each subsystem and overall system process values acquisition (precision, scale of measurement, etc), data exchange between subsystems (procedures, coherence controls, etc) data exchange with operator (receptivity of orders and data visualisation) and processing chronology (linked with performance check),
- general performance check (response time after process variation, transfer time between acquisition, processing and visualisation of result or alarm, visualisation of result or alarm, parameters check, algorithm check, etc).

5.5 Test procedures for effects of power supply and environmental variations

Unless otherwise specified, these tests shall be performed on an a representative sample of each type of assembly used in the system. The relationship between the input and outputs shall be established under standard test conditions, and variations of this relationship noted. Test information previously established shall not be re-established for the influence quality specified in Table 3.

Detector assemblies shall be subjected to the test requirements of the appropriate IEC standards (see 4.2.1). The extent of tests applied to the central computer shall be agreed between manufacturer and purchaser.

5.5.1 Power supply variations

These tests shall be performed with at least one example of each combination of detection assembly, processing unit, and alarm unit input to the central computer as used in the system.

The output for a typical detector input shall be established under standard test conditions, and the variation of this output monitored during the testing.

5.5.1.1 Requirements

The system shall be capable of operating from the mains with a supply voltage tolerance of +10 % and –12 % and supply frequencies of nominal frequency +1 Hz and –3 Hz, without the indication varying more than 10 % from the indication under standard test conditions.

5.5.1.2 Method of test

The system shall be operated at nominal voltage and frequency, and sufficient readings taken to establish the system output in relation to the detector input, allowing for the effects of statistical fluctuation.

The system then shall be operated under each of the following conditions, and sufficient readings taken to establish the input to output relationship under those conditions:

- with a power supply at its nominal frequency, and voltage 10 % above its nominal value;
- with a power supply at its nominal frequency, and its voltage 12 % below its nominal value;
- with power supply at its nominal voltage, and its frequency at 47 Hz (57 Hz when nominal frequency is 60 Hz);
- a power supply at its normal voltage, and its frequency at 51 Hz (61 Hz when nominal frequency is 60 Hz).

The input to output relationship of the system shall not differ more than $\pm 10\%$ from the values obtained under nominal voltage.

5.5.2 Power supply variations (interruptions and transients)

5.5.2.1 Requirements

The system shall withstand a short interruption in power supply of duration not less than 10 ms without interruption of normal operation, and without raising any alarm indications. The effect of longer interruptions in supply shall be by agreement.

Unless otherwise agreed between the manufacturer and purchaser, the system shall also be capable of withstanding voltage spikes on the mains supply (as specified in the method of test) without damage, and without the performance being out of specification.

5.5.2.2 Method of test

The mains supply input to the system shall be interrupted for a period of at least 10 ms. This shall be done at least 10 times, at random, to cover all modes of operation. The equipment shall function and indicate correctly, without interruption, or resetting by the operator.

5.5.3 Surges and oscillatory waves

5.5.3.1 Requirements

The tests apply to mains-operated devices. The maximum spurious indications (both transient and permanent) of the display or data output due to surges or oscillatory waves should be less than 15 % of the pulse rate under standard test conditions.

No alarms or other outputs should be activated.

5.5.3.2 Method of test

The equipment shall meet the severity level 3 of IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-11 and IEC 61000-4-12. The above requirements shall be met by tests agreed between manufacturer and purchaser.

The following is a test that should be used. Connect the mains supply terminal via a coupling/decoupling network to the pulse generator in accordance with IEC 61000-4-5 and IEC 61000-4-12 (the severity level shall be level 3). Ten pulses should be applied to the device with a minimum time between surges of one minute.

- a) Each pulse should consist of a combination wave (1,2/50 μs – 8/20 μs) at an intensity of 2 kV.
- b) Ring wave pulses should be not more than 2 kV.

Compliance shall be checked by recording pulse rates from each detector channel and by monitoring the operational status during exposure. The pulse rate shall not vary by more than 15 % of the rate under standard test conditions. There shall be no change in the operational status.

By agreement between manufacturer and purchaser, the equipment may be designed for operation from a low voltage stand-by supply in the case of a power failure. In such cases, it is desirable for the equipment not to malfunction or trigger an alarm as a result of the supply changeover. An indication for this changeover should be provided.

5.5.4 Ambient temperature and humidity

5.5.4.1 Requirements

The output indications of the monitoring unit shall stay within the limits shown in Table 3 for the corresponding temperature variations. The extent of temperature test applied to the central computer shall be agreed between manufacturer and purchaser, as shall the requirements for testing against the effects of humidity.

5.5.4.2 Method of test

The test shall be carried out in an environmental chamber. Apply an appropriate signal at one of the monitor unit inputs, and record the value of the various outputs under standard test conditions (see Table 1).

The applied types of changing the temperature and humidity shock are defined in IEC 60068-2-38. The variation of the indication due to the effect of humidity of up to 95 % at 35 °C shall be less than 10 %.

5.5.5 Electromagnetic compatibility

5.5.5.1 External magnetic fields

5.5.5.1.1 Requirements

If the indication of an assembly can be influenced by the presence of external magnetic fields, a warning to this effect shall be given by the manufacturer, and this shall also be stated in the instruction manual.

5.5.5.1.2 Method of test

This shall be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

5.5.6 External electromagnetic immunity and electrostatic discharge

5.5.6.1 Requirements

The equipment shall comply with severity level 3 of IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3 and IEC 61000-4-6.

5.5.6.2 Test method

The methods of test shall be based on the IEC 61000-4-2 for electrostatic discharge immunity test, IEC 61000-4-3 for radiated, radio frequency, electromagnetic field immunity test and IEC 61000-4-6 for immunity to conducted disturbances induced by radio-frequency fields.

Particular care should be taken to detect any change in indication at a particular frequency. The above requirements shall be met by tests agreed between manufacturer and purchaser.

5.5.7 Electromagnetic emission

5.5.7.1 Requirements

The electromagnetic emission shall not exceed the value specified by the manufacturer.

5.5.7.2 Method of test

The method of test shall be based on IEC 61000-6-4.

Particular care should be taken to detect any change in the emission at a particular frequency. The above requirements shall be met by tests agreed between manufacturer and purchaser.

6 Documentation

6.1 Report on type testing

The manufacturers shall make available, at the request of the user, a report on type tests conducted in accordance with the requirements of this standard.

6.2 Certificate

A certificate shall be provided with each equipment, mentioning at least the following information in accordance with IEC 61187.

Each equipment shall be provided with the following information:

- manufacturer's name or registered trade mark;
- type and serial number of the equipment;
- year of manufacture;
- maximum lengths of connecting cables between the different components of the system;
- name of the independent authority having performed the tests, and date of these tests;
- declaration of conformity with respect to this standard.

6.3 Operating and maintenance manual

An instruction manual, conforming to IEC 61187, and containing at least the following information shall be provided:

- characteristics, and operation explanation;
- operating mode;
- electrical schematic diagrams, and parts list;
- troubleshooting and maintenance procedures.

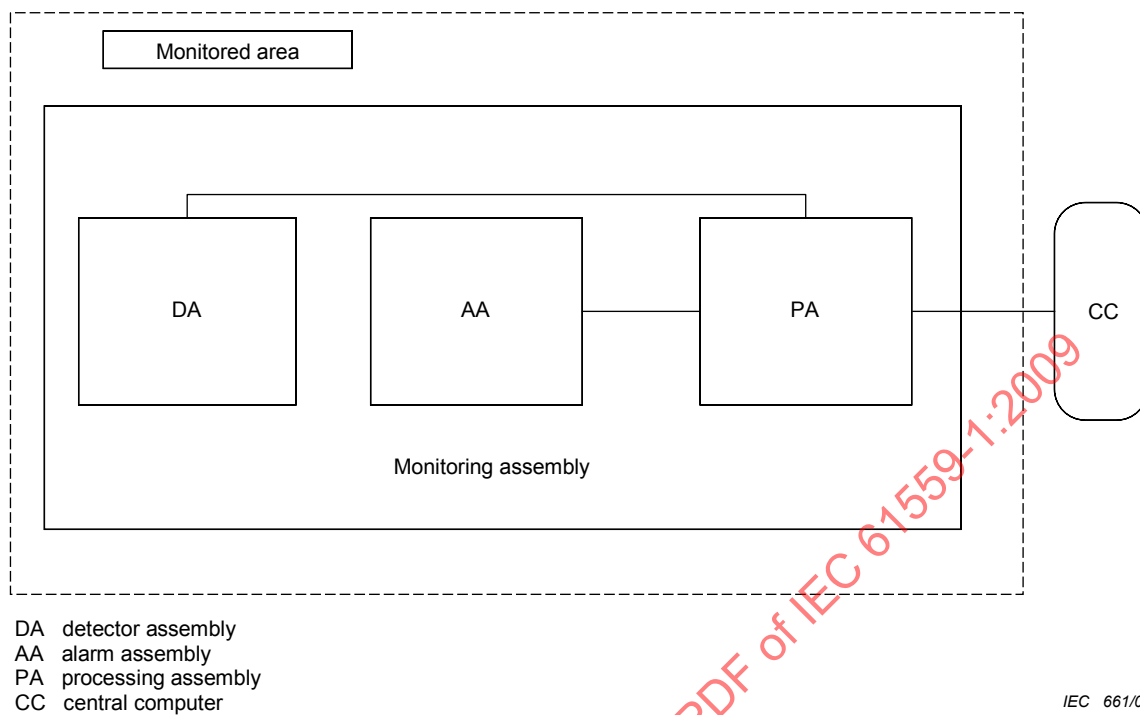


Figure 1 – Monitoring assembly inside monitored area

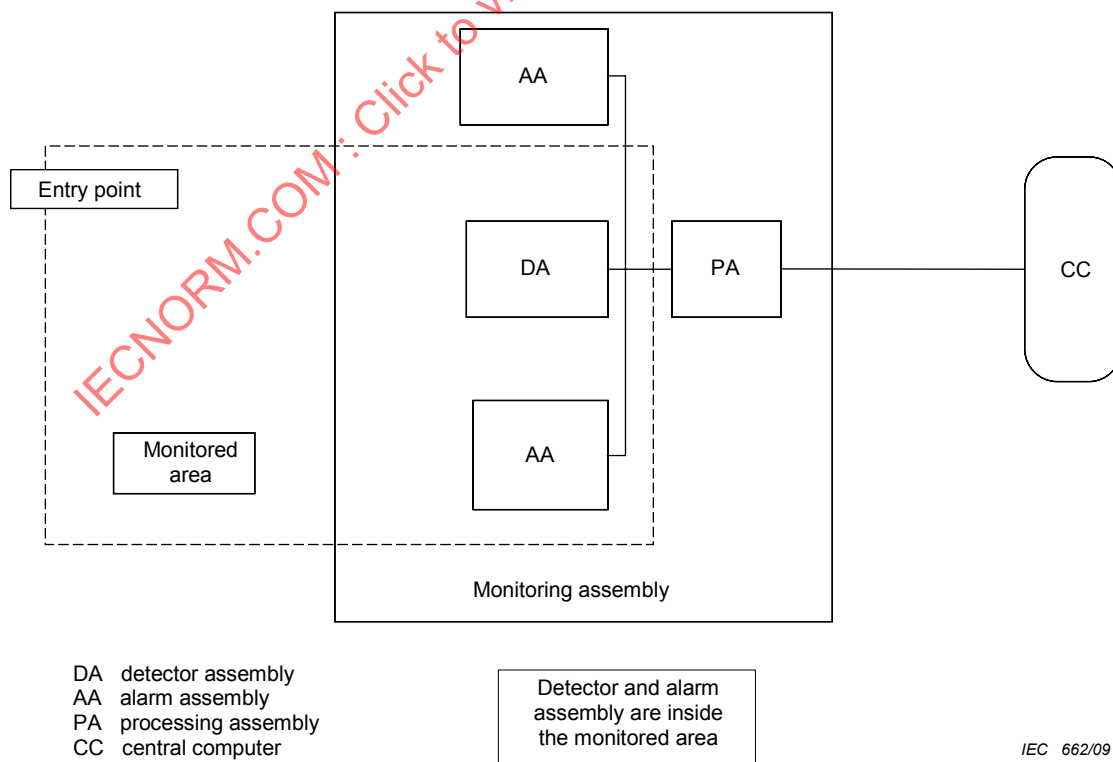
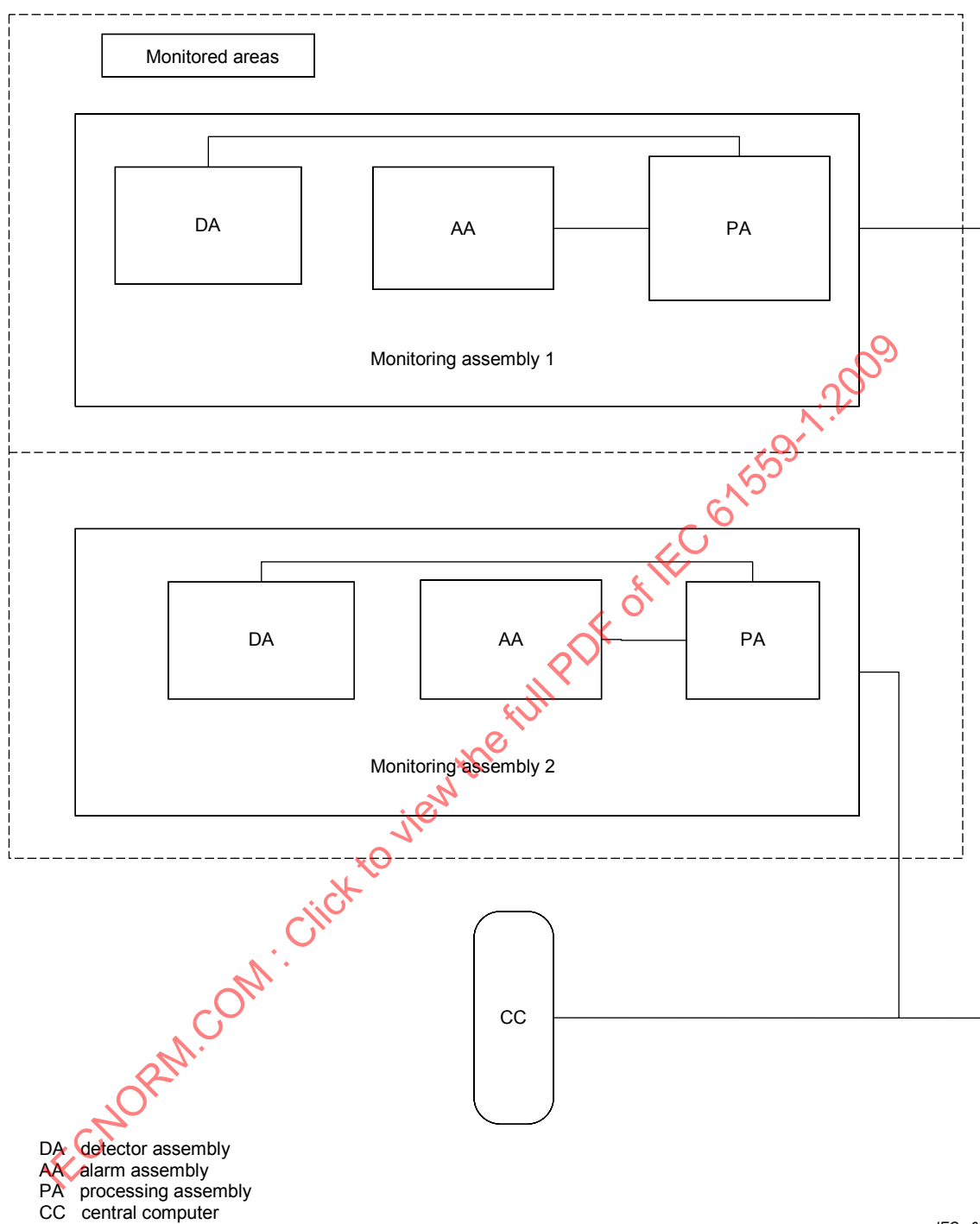


Figure 2 – Monitoring assembly outside monitored area



IEC 663/09

Figure 3 – Centralized configuration

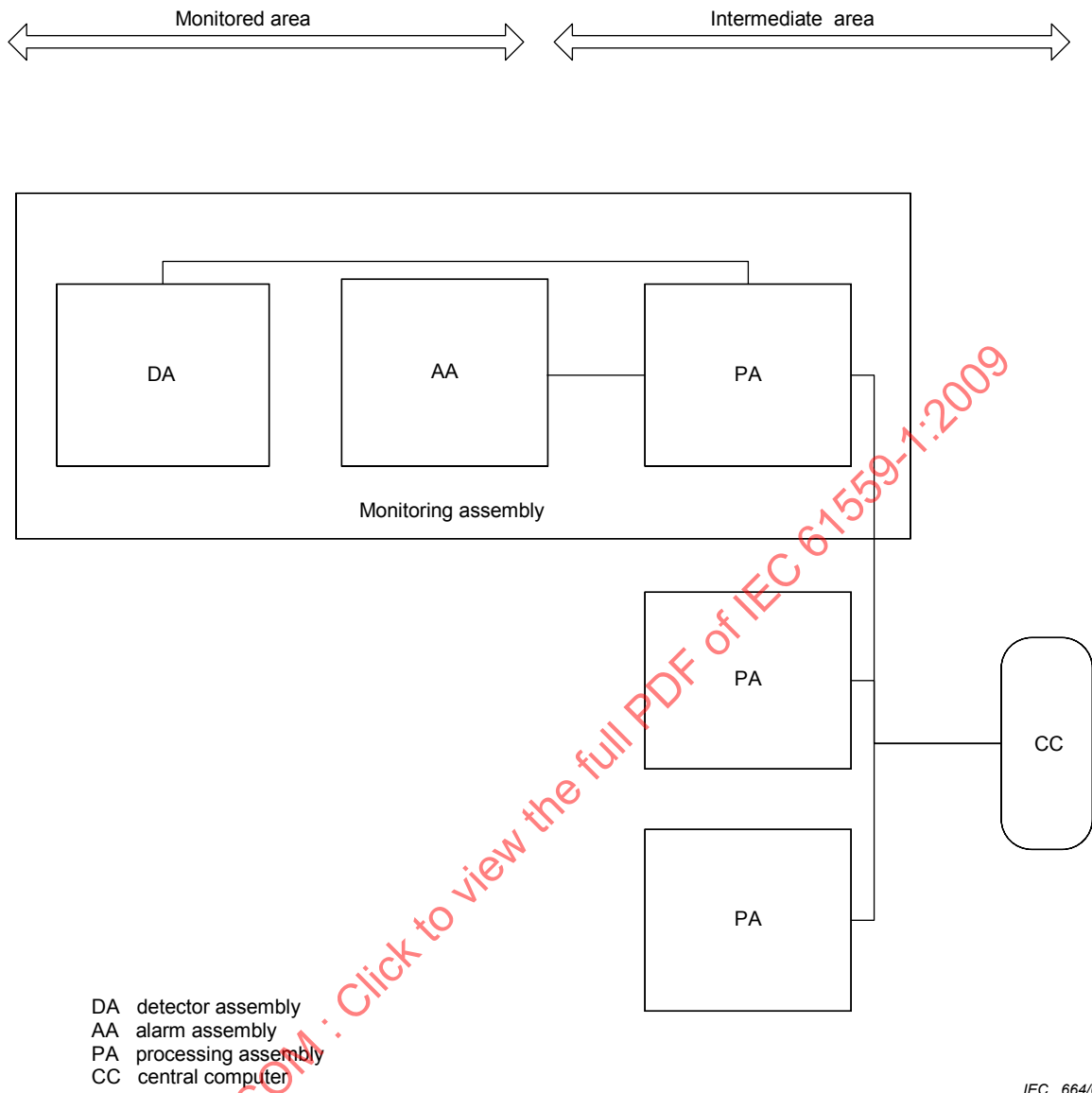


Figure 4 – Centralized configuration

Table 1 – Reference conditions and standard test conditions

Influence quantities	Reference conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)	Standard test conditions (unless otherwise indicated by the manufacturer)
Reference radiation or activity	Appropriate to the particular detector	To be specified by the manufacturer
Time to establish thermal equilibrium (with power off)	60 min	≥ 60 min
Warm-up time	15 min	> 15 min
Ambient temperature	20 °C	18 °C to 22 °C
Relative humidity	65 %	50 % to 75 %
Atmospheric pressure	101,3 kPa	70 kPa to 106 kPa
Power supply voltage	Nominal power supply voltage	Nominal power supply voltage ± 1 %
Power supply frequency	Nominal frequency	Nominal frequency ± 2 %
Power supply waveform	Sinusoidal	Sinusoidal with total harmonic distortion lower than 5 %
Angle of incidence of radiation	Calibration direction given by the manufacturer	Direction given ±10°
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Less than the lowest value that causes interference
Magnetic induction of external origin	Negligible	Less than twice the value of the induction due to earth's magnetic field
Orientation of assembly	To be stated by the manufacturer	Stated orientation ±10°
Assembly controls	Set up for normal operation	Set up for normal operation
Contamination by radioactive materials	Negligible	Negligible

Table 2 – Tests performed under standard test conditions

Characteristics under test	Requirements (subclauses)	Method of test (subclauses)
Alarm trip range	In accordance with 5.3.1	5.3.1.2
Equipment failure alarms	In accordance with 4.2.2.3 c)	5.3.2
Channel response	As necessary to prove the system	5.4

Table 3 – Tests performed with variations of influence quantities

Characteristic under test or influence quantity	Range of values of influence quantities	Limits of variation of indications or of the responses	Method of tests (subclause)
Mains operation	From 88 % to 110 % of nominal power supply voltage – from 47 Hz to 51 Hz or 57 Hz to 61 Hz – 10 ms interruption	$\pm 10 \%$	5.5.1.2 5.5.2.2
External magnetic fields	^d	A warning shall be provided if an assembly may be influenced by the presence of external magnetic fields	5.5.5.1.2
Radiated electromagnetic fields	^e	^e	5.5.7.2
Electrostatic discharge	^e	^e	5.5.6.2
Conducted RF	^e	^e	5.5.6.2
Ambient air temperature	– Indoor use $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^b – Outdoor use ^c $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 10 \%$ ^a $\pm 20 \%$ ^a $\pm 50 \%$ ^a	5.5.4.2
Relative humidity	Up to 95 % at $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 10 \%$	5.5.4.2
Surges and Oscillatory Waves	^e Ten pulses applied to the device. Each pulse should consist of a combination wave (1,2/50 μs - 8/20 μs) at an intensity of 2 kV Ring wave pulses should be not more than 2 kV	Less than 15 % of the rate under standard test conditions. No alarms or other outputs should be activated when the monitor is exposed to the field	5.5.3.2
^a Of the indication under standard test conditions. ^b Values appropriate to equipment in general plant areas. More restrictive upper temperature limits may be necessary for the “centraliser”. ^c Assemblies intended for temperate climates. In hotter or colder climates, other limits may be specified. ^d No general specification. Range of values of influence quantities and limits of variation of indication to be specified if required. ^e Appropriate IEC standard applies as defined in methods of tests.			

Annex A (informative)

Selection of a measuring unit

A.1 Units to express both external and internal exposures

It is possible to use a unique unit to express both external and internal exposure measurements.

- For external exposure. ICRP has set up a limit of dose equivalent for whole body exposure of exposed workers, equal to 20 mSv (2 rem) per year.

Assuming a 2 000 h per year working duration, that gives a permissible mean dose equivalent rate of $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($1,0 \text{ mrem h}^{-1}$). Such a quantity can be used as measuring unit of external exposure, and has historically in some countries named "derived working limit" (DWL).

- For internal exposure. An "annual limit on intake" (ALI) by inhalation has been defined for a given radionuclide. It is possible to match to this limit for 2 000 h per year working duration, a "derived air concentration" (DAC), in Bq m^{-3} , which is equivalent to the DWL.

A.2 Application to the monitoring of volumetric concentration of activity in air for alpha or beta aerosols

When a fixed sampling instrument is used, the volumetric concentration of radioactive contamination in air of long period substances is represented by the evolution slope of the activity deposited on the filter. Data processing allows the expression of the measurement of internal exposure in DWL, as for external exposure cases.

Annex B (informative)

Guidance on location of detector assemblies

B.1 General

Possible hazards include:

- radiation fields,
- atmospheric activity in the plant.

The criteria which may be used are discussed in this annex.

B.2 Radiation fields (photon, electron, neutron)

a) General

Gamma field monitoring is intended to warn personnel of significant step increases in the level of the radiation field above that specified for normal operation. Each area of the nuclear facility should be assessed to determine potential gamma radiation hazards, and to define installation positions for detector assemblies.

b) Assessment of potential radiation hazards

The identification of potential gamma radiation hazards should be carried out by experts drawn from relevant groups, such as health services and safety departments of the nuclear facility.

c) Location criteria

- 1) Location criteria for area radiation monitors and safety requirements should be appropriate to the plant design.

Generally, they will be required at those locations which can be routinely entered by plant personnel, and where one or more of the following plant conditions are identified:

- where the dose rates are significant, and may increase rapidly and without other indication;
- where the radiation dose rate can increase sufficiently to require evacuation of personnel;
- where occasional high radiation dose rates might preclude access at certain times;
- where the dose rate data is required prior to personnel access;
- where the dose rate can rapidly increase due to external operation of the controls by others. In addition, area radiation monitors may be required at locations such as access routes, and plant areas where access is essential under accident conditions.

- 2) Area radiation monitors normally will be required to monitor the local radiation dose rate inside a containment building where personnel access is possible. The detector location normally will be immediately inside all entrances (personnel and equipment locks), and other locations, where regular access is required.
- 3) The radiation monitor detector assembly will be located so that the radiation dose rate which is measured is representative of the radiation dose rate to personnel in the monitored area (e.g. the location of the detector assembly should be such that inadvertent shielding by structural material is minimized).
- 4) Because periodic calibration and maintenance of area radiation monitors generally require access to the detector assembly in order to expose it to an appropriate

radiation field, care should be taken in choosing the location of this assembly, so as to facilitate introduction of a suitable radiation source or field generator, and to minimize radiation scatter, as well as access problems to the equipment to be calibrated. As far as possible, the detector should be located and mounted so that the dose to personnel performing periodic testing and maintenance is maintained in ALARA limits.

- 5) The detector location should be chosen, as far as is consistent with the required monitor function, in order to avoid adverse environmental conditions, and significant levels of electromagnetic interference.
- 6) The detector assembly location should be chosen to provide, as far as possible, warning to operators before they enter a high radiation area (e.g. with the alarm assembly located outside the entrance to the containment building, or enclosed areas).
- 7) Audible and visible alarm units should be located to warn personnel who may be in areas of high radiation dose rate, and personnel who may be approaching such areas. In some circumstances, it may be appropriate to use either audible or visible alarms alone.

B.3 Atmospheric activities

a) General

Area contamination monitoring is carried out to minimize internal radiation doses by warning of abnormal airborne activity levels, and by providing confirmatory information on the maintenance of a satisfactory working environment.

b) Assessment of potential volumetric radioactive contamination in air hazards

Installed monitor assemblies should be provided in areas where routine occupancy of reasonable duration is expected, and where potential exists for significant abnormal levels of volumetric radioactive contamination in air. These areas should be identified by a formal assessment carried out by relevant groups, such as health services and safety departments.

The following factors should be taken into account in determining the locations and numbers:

- i) monitor assemblies should be positioned close to any potentially significant leakage paths;
- ii) the position of monitor assemblies should take account of the anticipated local ventilation patterns;
- iii) the numbers of monitor assemblies should take account of the size of the area(s) to be monitored;
- iv) to facilitate reduced radiation dose intake during instrument maintenance (test and calibration), monitor units should be located in areas of low aerosol activity and/or low radiation fields. Sample air from the high volumetric air activity area of interest should be drawn by "sniffer" pipes. These pipes should be as short as possible (preferably less than 2 m in length) to minimize sample line losses;
- v) monitor assemblies should be positioned close to where staff are working.

In these cases, the alarm assembly should be positioned in the area of interest to protect the workforce.

Bibliography

IEC 60761 (all parts), *Equipment for continuously monitoring of radioactivity in gaseous effluents*

IEC 60768:1983, *Process stream radiation monitoring equipment in light water nuclear reactors for normal operating and incident conditions*

IEC 60861:2006, *Equipment for monitoring of radionuclides in liquid effluents and surface waters*

IEC 60880:2006, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Software aspects for computer-based systems performing category A functions*

IEC 60951 (all parts), *Nuclear power plants – Radiation monitoring equipment for accident and post-accident conditions in nuclear power plants*

IEC 61000-4-14:1999, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-14: Testing and measurement techniques – Voltage fluctuation immunity test*

IEC 61000-4-28:1999, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-28: Testing and measurement techniques – Variation of power frequency, immunity test*

IEC 61010-1:2001, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*

IEC 61504:2000, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Plant-wide radiation monitoring*

IEC 61508-7:2000, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Part 7: Overview of techniques and measures*

IEC 62138:2004, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important for safety – Software aspects for computer-based systems performing category B or C functions*

ISO 2889:2009, *Sampling airborne radioactive materials from the stacks and ducts of nuclear facilities*¹

¹ To be published.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61559-1:2009

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	38
INTRODUCTION	40
1 Domaine d'application	43
2 Références normatives	43
3 Termes et définitions	45
3.1 Terminologie	45
3.2 Nomenclature des essais	46
3.3 Abréviations	46
4 Exigences relatives à la conception	46
4.1 Remarques générales	46
4.1.1 Généralités	46
4.1.2 Classification de sécurité	47
4.1.3 Configuration du système	47
4.1.4 Emplacement des dispositifs de détection	48
4.2 Exigences relatives à la conception des dispositifs	48
4.2.1 Dispositif de détection	48
4.2.2 Dispositif de traitement	49
4.2.3 Dispositifs d'alarme	51
4.3 Centralisateur (ordinateur central)	51
4.3.1 Généralités	51
4.3.2 Exigences fonctionnelles pour le centralisateur	52
4.3.3 Contrôle du fonctionnement normal de l'équipement	53
4.4 Caractéristiques électriques	53
4.4.1 Généralités	53
4.4.2 Compatibilité électromagnétique	54
5 Procédures générales d'essai	54
5.1 Exigences d'essai	54
5.1.1 Généralités	54
5.1.2 Essais réalisés dans des conditions normales d'essai	54
5.1.3 Essais réalisés avec variations des grandeurs d'influence	55
5.2 Procédures d'essai pour le dispositif de détection	55
5.3 Procédures d'essai pour le dispositif de surveillance	55
5.3.1 Etendue du déclenchement de l'alarme	55
5.3.2 Alarmes de défaut d'équipement	56
5.3.3 Temps de réponse de l'alarme et stabilité	56
5.4 Procédures d'essai pour le centralisateur (ordinateur central)	56
5.4.1 Essais individuels pour les canaux d'accès	56
5.4.2 Essais complets des canaux d'accès	56
5.4.3 Essais de validation fonctionnelle et de vérification	56
5.5 Procédures d'essai pour les effets de l'alimentation électrique et des variations environnementales	57
5.5.1 Variations de l'alimentation électrique	57
5.5.2 Variations de l'alimentation électrique (interruptions et transitoires)	58
5.5.3 Ondes de choc et ondes oscillatoires	58
5.5.4 Température ambiante et humidité	59
5.5.5 Compatibilité électromagnétique	59

5.5.6	Immunité aux champs électromagnétiques externes et décharges électrostatiques	59
5.5.7	Emission électromagnétique	60
6	Documentation	60
6.1	Rapport sur les essais de type	60
6.2	Certificat	60
6.3	Manuel de fonctionnement et de maintenance	60
Annexe A (informative)	Choix d'une unité de mesure	66
Annexe B (informative)	Guide de mise en place des dispositifs de détection	67
Bibliographie		70
Figure 1	– Système de surveillance situé dans l'emplacement surveillé	61
Figure 2	– Système de surveillance situé hors de l'emplacement surveillé	61
Figure 3	– Configuration centralisée	62
Figure 4	– Configuration centralisée	63
Tableau 1	– Conditions de référence et conditions normales d'essai	64
Tableau 2	– Essais effectués dans les conditions normales d'essai	64
Tableau 3	– Essais réalisés avec variations des grandeurs d'influence	65

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61559-1:2009

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION DANS LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES – ENSEMBLES CENTRALISÉS POUR LA SURVEILLANCE EN CONTINU DES RAYONNEMENTS ET/OU DES NIVEAUX DE RADIOACTIVITÉ –

Partie 1: Exigences générales

AVANT-PROPOS

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

La norme internationale CEI 61559-1 a été établie par le sous-comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

La présente norme annule et remplace la première édition de la CEI 61559 parue en 1996. Le document a été mis à jour pour prendre en compte les exigences des normes CEI publiées depuis 1996. En particulier pour répondre aux exigences de la CEI 61508 et/ou de la CEI 61513 relatives au cycle de vie de la sécurité fonctionnelle. De plus, des essais de validation et de vérification fonctionnelles ont été ajoutés.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
45B/608/FDIS	45B/616/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61559, présentées sous le titre général *Instrumentation pour la radioprotection dans les installations nucléaires – Ensembles centralisés pour la surveillance en continu des rayonnements et/ou des niveaux de radioactivité*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Les normes futures de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors d'une prochaine édition.

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

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

INTRODUCTION

a) Bases techniques, principales questions et organisation de la présente norme

La présente norme CEI s'applique spécifiquement aux systèmes centralisés destinés à la surveillance en continu des rayonnements et/ou des niveaux de radioactivité dans les installations nucléaires, principalement en support de la protection radiologique sur les lieux de travail. Ces systèmes centralisés jouent un rôle auxiliaire ou indirect dans la réalisation ou la maintenance de la sécurité des installations nucléaires. Ils sont classés de catégorie C dans la CEI 61226 puisqu'ils comprennent des fonctions ayant des aspects de sécurité.

La présente norme est destinée à être utilisée par des acheteurs dans le développement de spécifications pour leurs systèmes centralisés de surveillance des rayonnements propres à leur installation.

La présente norme est associée à une série de normes qui couvrent la surveillance des processus et la sécurité, ainsi que la radioprotection et la surveillance des effluents dans les installations nucléaires. La série complète est détaillée dans le paragraphe b) ci-dessous.

b) Position de la présente norme dans la structure des séries de normes des SC 45A et SC 45B de la CEI

La série de normes CEI 60951 est au troisième niveau dans la hiérarchie des normes du SC 45A.

Elle fournit des recommandations pour la conception et les essais des équipements utilisés dans des conditions accidentelles et post accidentelles.

CEI 60951-1 – Exigences générales

CEI 60951-2 – Ensembles de surveillance en continu et hors ligne de la radioactivité des gaz rares dans les effluents gazeux

CEI 60951-3 – Ensembles de surveillance en continu de surveillance du rayonnement gamma à large gamme

CEI 60951-4 – Ensemble de surveillance en continu, interne ou externe, de la radioactivité au niveau des fluides de procédés

D'autres normes développées par les SC 45A et SC 45B fournissent des recommandations sur les instruments utilisés pour la surveillance des rayonnements dans le cadre des fonctionnements normaux. La série CEI 60761 fournit des exigences pour les équipements de surveillance continue et hors ligne de la radioactivité des effluents gazeux en conditions normales. La CEI 60861 fournit des exigences pour les équipements de surveillance continue hors ligne de la radioactivité des effluents liquides en conditions normales. La CEI 60768 fournit des exigences pour les équipements de surveillance continue en ligne et externe de la radioactivité dans le flux du processus en conditions normales et en conditions accidentelles. La norme ISO 2889 donne des recommandations sur les échantillons des gaz et particules. Les relations entre ces diverses normes de surveillance des rayonnements est donnée dans le tableau ci-dessous.

Développeur	ISO	SC 45A – surveillance des processus et de la sécurité		SC 45B – radioprotection et surveillance des effluents
Domaine d'application	Circuits d'échantillonnage et méthodes	Conditions accidentelles et post accidentelles	Conditions normales et d'incidents	
Gaz, particules et iode par prélèvement	ISO 2889	CEI 60951-1 et -2	série CEI 60761	

(HORS LIGNE)			
Liquide par prélèvement (HORS LIGNE)	N/A	N/A	CEI 60861
Flux du processus (effluents gazeux, vapeurs ou liquide) sans prélèvement (INTERNE ou EXTERNE)	N/A	CEI 60951-1 et -4	CEI 60768
Surveillance des lieux	N/A	CEI 60951-1 et -3	CEI 60532
Système central	N/A	CEI 61504	CEI 61559

c) Recommandations et limitations pour l'application de la présente norme

Il est important de noter que la présente norme n'établit pas d'exigences fonctionnelles supplémentaires pour les systèmes de sécurité.

d) Description de la structure des séries de normes des SC 45A et SC 45B de la CEI et relation avec d'autres documents de la CEI et d'autres organismes (AIEA, ISO)

Le document de base pour la sécurité est la CEI 61508-7, *Sécurité fonctionnelle des systèmes*. Il définit les exigences pour une structure du cycle de vie de la sécurité globale et pour une structure du cycle de vie d'un système de sécurité. Il convient de se conformer à la CEI 61508 lorsque l'on développe des instruments possédant des fonctions de sécurité pour des systèmes centralisés de surveillance des rayonnements à l'extérieur des secteurs des centrales nucléaires et qui doivent être conformes aux exigences définies dans la présente norme.

Le document de haut niveau des normes CEI du SC 45A est la CEI 61513. Celle-ci définit les exigences générales pour les systèmes I&C et les équipements qui sont utilisés pour réaliser les fonctions importantes pour la sécurité dans le secteur des centrales nucléaires. La CEI 61513 structure le corpus des normes du SC 45A.

La CEI 61513 s'applique directement aux autres normes du SC 45A de la CEI pour les aspects généraux liés au classement des fonctions et des systèmes, à la qualification, la séparation des systèmes, la défense contre les défaillances de cause commune, les logiciels pour les systèmes informatiques et la conception des salles de contrôle/commande. Il convient que ces normes s'appliquant directement à ce second niveau soient considérées conjointement avec la CEI 61513 pour ainsi constituer un ensemble documentaire cohérent.

A un troisième niveau, les normes CEI des SC 45A/SC 45B n'ayant pas de lien direct avec la CEI 61513 sont des normes s'appliquant à des équipements spécifiques, les méthodes techniques ou des activités spécifiques. Généralement, ces documents qui font référence à des documents du second niveau pour les sujets généraux, peuvent être utilisées seules.

Un quatrième niveau constitué des rapports techniques des SC 45A/SC 45B qui ne sont pas normatifs, est le prolongement des normes des SC 45A/SC 45B.

La CEI 61513 adopte dans sa présentation un format similaire à la norme de base de sécurité CEI 61508 avec une structure du cycle de vie de la sécurité globale et pour une structure du cycle de vie d'un système de sécurité et elle fournit une interprétation des exigences

générales des CEI 61508-1, -2 et -4 pour le secteur des centrales nucléaires. La conformité à la CEI 61513 facilite la cohérence avec les exigences de la CEI 61508 puisqu'elle en est l'interprétation pour l'industrie nucléaire. Dans ce schéma, la CEI 60880 et la CEI 62138 correspondent à la CEI 61508-3 pour le secteur des centrales nucléaires.

La CEI 61513 s'applique tout autant à l'ISO qu'à l'AIEA 50-C-QA (maintenant remplacée par l'AIEA 50-C/SG-Q) pour les sujets liés à l'assurance qualité (AQ).

Les normes CEI du SC 45A mettent en oeuvre de façon cohérente et détaillent les principes et aspects de base de la sécurité donnés dans le code AIEA sur la sécurité des centrales nucléaires (NPP) et dans les documents de sécurité de l'AIEA, en particulier les exigences NS-R-1, établissant les exigences de sécurité des centrales nucléaires, et le Guide de sécurité NS-G-1.3 traitant de l'instrumentation et des systèmes de contrôle/commande importants pour la sécurité des centrales nucléaires. La terminologie et les définitions utilisées par les normes du SC 45A sont cohérentes avec celles de l'AIEA.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61559-1:2009

INSTRUMENTATION POUR LA RADIOPROTECTION DANS LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES – ENSEMBLES CENTRALISÉS POUR LA SURVEILLANCE EN CONTINU DES RAYONNEMENTS ET/OU DES NIVEAUX DE RADIOACTIVITÉ –

Partie 1: Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de la série CEI 61559 est applicable aux systèmes centralisés destinés à la surveillance en continu des rayonnements et/ou des niveaux de radioactivité installés dans les installations nucléaires, essentiellement pour contribuer à la protection radiologique dans les lieux de travail. La présente norme spécifie les caractéristiques générales, les procédures générales d'essais, les caractéristiques des rayonnements, ainsi que les caractéristiques électriques, de sécurité et environnementales et le certificat d'identification pour les systèmes qui sont l'objet de la présente norme.

Elle s'applique plus particulièrement aux systèmes centralisés de traitement de données, aux liaisons de données, ainsi qu'au service et à la disposition de l'appareillage. Elle s'applique aussi aux informations affichées localement ou de façon centralisée. Elle constitue un guide général pour la spécification, le fonctionnement et l'essai des ordinateurs utilisés pour la fonction de surveillance centralisée.

Typiquement, ces systèmes centralisés jouent un rôle auxiliaire ou indirect dans l'atteinte ou le maintien de la sécurité des installations nucléaires. Ils sont classés en catégorie C dans la CEI 61226 parce qu'ils incluent des fonctions qui jouent un certain rôle dans la sécurité.

La présente norme ne s'applique pas directement à la conception et à l'essai des dispositifs de détection et de mesure. Il convient que ceux-ci soient dans la mesure du possible, conformes aux spécifications CEI pertinentes.

La présente norme s'applique aux fonctions usuelles de surveillance. La CEI 61559-2 s'applique aux exigences relatives aux fonctions de surveillance des décharges, de l'environnement, des accidents et post accidentelles.

Pour les matériels de surveillance des rayonnements dans des conditions accidentelles ou post accidentelles dans les centrales nucléaires, voir la CEI 60951.

La présente norme ne s'applique pas aux systèmes d'alarme de criticité. Ceux-ci doivent être conformes à la CEI 60860.

2 Références normatives

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

CEI 60038:2002, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques.*

CEI 60050-393:2003, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 393: Instrumentation nucléaire – Phénomènes physiques et notions fondamentales*

CEI 60050-394:2007, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 394: Instrumentation nucléaire – Instruments, systèmes, équipements et détecteurs*

CEI 60532:1992, *Instrumentation pour la radioprotection – Débitmètres à poste fixe, ensembles d'alarmes et moniteurs – Rayonnements X et gamma d'énergie comprise entre 50 keV et 7 MeV*

CEI 60860:1987, *Equipement de signalisation des accidents de criticité*

CEI 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

CEI 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

CEI 61000-4-4:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

CEI 61000-4-5:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CEI 61000-4-11:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

CEI 61000-4-12:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-12: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité à l'onde sinusoïdale amortie*

CEI/TR 61000-5-1:1996, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation – Section 1: Considérations générales*

CEI 61000-6-4:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

CEI 61005:2003, *Instrumentation pour la radioprotection – Appareils de mesure de l'équivalent de dose ambiant neutron (ou de son débit d'équivalent de dose)*

CEI 61187:1993, *Equipement de mesures électriques et électroniques – Documentation*

CEI 61226:2005, *Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation et de contrôle commande importants pour la sûreté – Classement des fonctions d'instrumentation et de contrôle commande*

CEI 61322:1994, *Instrumentation pour la radioprotection – Débitmètres à poste fixe, ensembles d'alarme et moniteurs pour rayonnements neutroniques compris entre l'énergie des neutrons thermiques et 15 MeV*

CEI 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

CEI 61513:2001, *Centrales nucléaires – Instrumentation et contrôle commande des systèmes importants pour la sûreté – Prescriptions générales pour les systèmes*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

La terminologie générale relative à la détection et à la mesure des rayonnements ionisants et à l'instrumentation nucléaire est donnée dans les CEI 60050-393, CEI 60050-394 et CEI 60050-151.

3.1.1 Constructeur et acheteur

3.1.1.1

constructeur

concepteur et vendeur de l'équipement

3.1.1.2

acheteur

utilisateur (opérateur) de l'équipement

3.1.2

classification en catégorie C

catégorie utilisée pour désigner les fonctions qui tiennent un rôle auxiliaire ou indirect dans l'obtention et le maintien de la sûreté de la centrale nucléaire; cette catégorie recouvre toutes les fonctions qui ont une importance pour la sûreté et qui ne sont ni en catégorie A ni en catégorie B

[CEI 61226]

NOTE La catégorie C implique que l'équipement possède:

- a) des fonctions utilisées pour empêcher ou réduire un dégagement radioactif mineur ou une dégradation mineure de combustible dans la conception de base d'une centrale nucléaire,
- b) des fonctions pour alerter le personnel ou pour assurer sa sécurité lors des événements suivants qui impliquent ou résultent d'un rejet de radioactivité dans la centrale nucléaire, ou un risque d'exposition à des rayonnements.

3.1.3

dispositif de détection (DA, pour *Detector Assembly*)

composant du système de surveillance des rayonnements installé qui comprend le détecteur et l'électronique associée (amplificateur, discriminateur, circuit de mise en forme des impulsions de sortie) et qui peut aussi comporter des circuits électroniques programmables

3.1.4

dispositif de traitement (PA, pour *Processing Assembly*)

dispositif de traitement qui convertit les signaux de sortie d'un ou plusieurs dispositifs de détection en une forme généralement numérique, adaptée à la transmission vers l'ordinateur central par une liaison de données centrale et/ou qui génère des sorties d'alarme vers les unités d'alarme en présence de niveaux de signaux

3.1.5

dispositif d'alarme (AA, pour *Alarm Assembly*)

dispositif qui est déclenché par le PA. Il fournit des alarmes sonores et/ou visuelles, dans le cas où le seuil d'alarme est en train d'être violé ou dans le cas d'une panne d'équipement. Il est normalement situé à proximité du DA

3.1.6

ordinateur centralisé (CC, pour *Centralized Computer*) centralisateur

système central de traitement et de commande pour le calcul, l'affichage et la mémorisation des données des unités de traitement

3.1.7

dispositif de surveillance (MA, pour *Monitoring Assembly*)

dispositif combinant des dispositifs de traitement, d'alarme et de détecteur

3.2 Nomenclature des essais

3.2.1

essai de type

essai de conformité réalisé sur une ou plusieurs entités représentatives de la production

[VEI 394-40-02]

3.2.2

essai de réception

essai contractuel destiné à prouver au client que le dispositif satisfait les conditions de sa spécification

[VEI 394-40-05]

3.3 Abréviations

ALI (*annual limit of intake*) limite annuelle d'admission

DAC (*derived air concentration*) concentration d'air dérivée

DWL (*derived working limit*) limite de travail dérivé

PES (*programmable electronic system*) système électronique programmable

SIL (*safety integrity level*) niveau d'intégrité de sécurité

VDU (*visual display units*) écran d'affichage

4 Exigences relatives à la conception

4.1 Remarques générales

4.1.1 Généralités

Un système centralisé pour la surveillance en continu des niveaux de rayonnement dans les installations nucléaires est constitué des dispositifs appropriés pour la mesure, l'acquisition, le traitement, l'affichage et la mémorisation des données. Ces données concernent principalement la détection ou la mesure des rayonnements ionisants et plus généralement la sécurité radiologique des installations, des bâtiments et de l'environnement.

En surveillant l'état de l'installation nucléaire, le système centralisé fournit des informations qui confirment le maintien d'un environnement de travail satisfaisant et il procure un affichage de toutes les tendances d'évolution à long terme.

Ce type de surveillance est destiné à permettre:

- la surveillance continue de tous les paramètres définissant l'environnement radiologique et notamment ceux relatifs aux postes de travail (champs de rayonnement, contamination radiométrique volumique dans l'air) et d'autres paramètres associés (par exemple, la ventilation),

- le déclenchement d'indicateurs sonores et visuels lorsque des seuils prédéterminés sont dépassés,
- la mémorisation des données en vue de leur traitement ultérieur. Par exemple, des données peuvent être utilisées pour passer en revue des modifications à long terme de l'état radiologique du bâtiment, ou pour effectuer des bilans historiques des conditions radiologiques.

4.1.2 Classification de sécurité

L'équipement couvert par la présente norme est installé sur des installations telles que des centrales nucléaires, des sites de stockage et de retraitement de combustibles nucléaires.

L'équipement est principalement destiné à la radioprotection et est donc classé en catégorie C comme cela est défini en 5.4.3 de la CEI 61226 puisqu'il peut jouer un rôle auxiliaire ou indirect dans l'obtention ou le maintien de la sûreté de centrales nucléaires.

Si une classification de sûreté est applicable, des exigences appropriées doivent s'appliquer en ce qui concerne la spécification, la conception, l'installation et l'exploitation de l'équipement, à la qualité requise du matériel informatique et des logiciels. Les exigences doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur. En particulier, l'acheteur (l'opérateur) doit décider de la norme relative à la sécurité qui est appropriée sur le site de fonctionnement du système. Les normes fondamentales de sécurité de la série CEI 61508 sont applicables.

Lorsque la CEI 61508 est sélectionnée, les exigences de cette norme doivent alors s'appliquer de façon pertinente au niveau d'intégrité de sécurité (SIL) requis et spécifié pour le système.

La conformité à la norme CEI 61513 facilite la cohérence avec les exigences de la série CEI 61508 car elle en est l'interprétation pour l'industrie nucléaire.

4.1.3 Configuration du système

Le type d'équipement défini dans la présente norme comprend généralement jusqu'à quatre types de dispositifs qui peuvent être interconnectés en différentes configurations et avec l'ordinateur central (CC) (voir les Figures 1 à 4).

Ces dispositifs sont:

- un dispositif de détection (DA),
- un dispositif de traitement (PA),
- un dispositif d'alarme (AA),
- un dispositif de surveillance (MA).

Le dispositif de surveillance est un dispositif intégré consistant en des combinaisons de dispositifs de traitement, d'alarme et de détection. Ces dispositifs peuvent faire partie d'un dispositif unique (instrument) ou être indépendants les uns des autres.

Chaque installation est particulière; quelques exemples typiques sont illustrés.

La Figure 1 montre un système de surveillance situé dans l'emplacement à surveiller.

La Figure 2 donne un exemple où le dispositif de détection est situé dans l'emplacement surveillé alors que le dispositif de traitement est situé dans un emplacement de rayonnement ou de contamination radioactive volumétrique plus faible dans l'air. Dans cet exemple, le dispositif d'alarme doit être situé dans l'emplacement de surveillance afin d'alerter le personnel. Le dispositif de détection mesurant la contamination radioactive dans l'air peut être situé hors de l'emplacement surveillé mais l'échantillon d'air doit être prélevé dans

l'emplacement surveillé. Il convient d'envisager la nécessité de placer une seconde unité d'alarme au point d'entrée pour empêcher l'accès. D'autres dispositifs d'alarme, déclenchés par le dispositif de traitement peuvent être requis pour couvrir de façon adéquate l'emplacement géographique.

Les liaisons entre le dispositif de détection et le dispositif de traitement et entre le dispositif de traitement et le dispositif d'alarme doivent être normalisées et dans l'absolu, indépendantes du type du dispositif.

Les éléments constituant l'unité de surveillance doivent pouvoir être groupés et fonctionner en mode autonome. La liaison entre le dispositif de surveillance et le CC doit être normalisée.

L'ordinateur central doit recueillir les données transmises à partir de diverses unités de surveillance, sur différentes liaisons de données. De plus, diverses entrées numériques d'état d'alarme doivent aussi pouvoir être acceptées.

Toutes les liaisons de données doivent avoir un protocole de bonne qualité et disponible commercialement. De plus, la liaison entre l'installation du dispositif de détection et le processeur de traitement, la liaison entre l'unité de traitement et l'unité d'alarme et les liaisons vers le système centralisateur doivent suivre les exigences de compatibilité électromagnétique de la CEI/TR 61000-5-1.

Le système de surveillance ou les dispositifs de traitement peuvent être reliés à l'ordinateur central de différentes façons:

- soit, ils sont tous reliés directement à l'ordinateur central, il s'agit alors d'une configuration centralisée,
- soit ils sont reliés par l'intermédiaire d'une station externe au CC. Une configuration de ce type réduit la longueur des câbles. Les Figures 1 à 4 donnent le détail de ces dispositions.

4.1.4 Emplacement des dispositifs de détection

La conception et l'emplacement des dispositifs de détection et/ou des systèmes de surveillance doivent être étudiés en fonction des exigences de protection radiologique de l'installation particulière concernée. Généralement, l'étendue de l'installation prévue doit être liée au type et au degré de risque et à l'étendue des locaux où travail du personnel. Des recommandations portant sur les critères qui peuvent être utilisés sont données en Annexe B.

4.2 Exigences relatives à la conception des dispositifs

4.2.1 Dispositif de détection

Les capteurs de surveillances sont spécifiés en fonction de la grandeur physique et du type de rayonnement qu'ils doivent détecter (rayonnement électronique, photonique et neutronique, contamination d'un gaz, contamination d'un aérosol alpha et/ou bêta) et ils doivent être conformes aux normes CEI pertinentes applicables aux mesures à effectuer. Dans certains cas, il existe des normes directement applicables, par exemple la CEI 60532 pour la surveillance des rayonnements gamma et la CEI 61322 et la CEI 61005 pour la surveillance des neutrons. Dans d'autres cas, les exigences pertinentes peuvent être identifiées dans des normes traitant d'équipements spécifiquement conçus pour d'autres applications techniquement similaires (par exemple, la série CEI 60761 traitant de la surveillance des effluents gazeux). Dans de tels cas, en particulier, l'applicabilité des normes doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

Il est entendu que la présente norme devrait permettre l'interchangeabilité des dispositifs de détection provenant de constructeurs différents. Pour faciliter ceci indépendamment de la grandeur physique à mesurer quand le dispositif de détection est séparé de l'unité de traitement, les attributs du signal de sortie du dispositif de détection doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

La sortie du dispositif de détection doit être directement proportionnelle à l'activité mesurée.

4.2.2 Dispositif de traitement

4.2.2.1 Généralités

Le dispositif de traitement convertit le signal de sortie du dispositif de détection en une donnée représentant la grandeur physique à mesurer. Il active aussi l'unité d'alarme si la grandeur physique à mesurer dépasse des seuils préétablis.

La grandeur physique à mesurer est typiquement soit un débit d'équivalent de dose soit une contamination radioactive volumétrique dans l'air. Le débit d'équivalent de dose et l'activité volumétrique de gaz sont proportionnels à la sortie du détecteur, alors que l'activité volumétrique d'un aérosol est proportionnelle à la variation du signal de sortie du détecteur.

Il peut donc être simplement demandé au dispositif de traitement de prendre le signal issu du dispositif de détection, de le modifier par une fonction définie et de comparer le résultat avec un niveau d'alarme prédéfini.

Dans d'autres cas, il peut lui être demandé de recevoir des signaux provenant de diverses origines, de les combiner selon un algorithme approprié et de comparer ensuite le résultat calculé avec un seuil d'alarme prédéfini.

La sélection d'une unité de mesure est décrite dans l'Annexe A.

4.2.2.2 Caractéristiques principales

Les dispositifs de traitement doivent autant que possible, être conçus pour être en «défaillance de sécurité», ce qui signifie qu'une interruption ou une défaillance de l'alimentation électrique, ou une défaillance de composant doit conduire à l'activation d'un circuit de déclenchement d'une alarme. La défaillance de l'alimentation électrique ne doit pas désactiver l'alarme. Une indication de la défaillance de l'alimentation électrique doit être fournie.

Si des fonctions du système peuvent être commandées ou des données manipulées à partir d'une unité éloignée, une commande par matériel ou logiciel doit être imposée pour empêcher des opérations non autorisées à partir de l'emplacement éloigné.

4.2.2.3 Spécification des alarmes du dispositif de traitement

Il convient que les circuits d'alarme puissent fonctionner soit pour maintenir une condition d'alarme jusqu'à ce que celle-ci soit spécifiquement remise à zéro, soit pour se remettre à zéro dès que la condition d'alarme disparaît. Il convient que les deux modes de fonctionnement soient disponibles à partir d'une modification simple de tous les appareils.

Il convient que toute fonction d'alarme soit fournie avec tous les dispositifs d'essai afin de permettre le contrôle du fonctionnement des alarmes. Dans le cas d'alarmes réglables, il convient que le contrôle soit possible sur toute l'étendue du réglage, avec indication du point effectif de fonctionnement de l'alarme.

Il convient que les dispositifs normalement fournis soient les suivants:

a) Alarmes de niveau haut

Il convient qu'une ou plusieurs alarmes réglables couvrent au minimum la totalité de l'étendue de mesure. Il convient que tout retard dans l'activation du circuit de déclenchement d'alarme soit réduit de telle sorte que l'équivalent de dose ou la dose effective délivrée (par exemple la concentration de l'activité d'un aérosol déduite et un débit de respiration normalisé de $1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) résultant de ce retard soit aussi faible qu'il est raisonnablement possible.

Une seconde alarme ayant la même spécification peut être incorporée si l'acheteur l'exige.

b) Alarme de niveau bas

Il convient qu'une alarme de niveau bas soit fournie. Il convient qu'il soit possible de régler cette alarme de niveau bas à un certain point au-dessous du minimum de l'étendue de mesure, de sorte que cette alarme fonctionne en cas de défaillance du détecteur. La conception doit assurer qu'avec l'alarme de niveau bas réglée selon cette exigence, la fréquence de fausses alarmes au cours du fonctionnement en conditions normales reste acceptable.

Il existe généralement une interdépendance entre le temps nécessaire au fonctionnement de l'alarme, la fréquence de fausses alarmes et la marge entre le niveau du bruit de fond et le niveau d'alarme. Si un instrument doit mesurer des débits de dose faibles approchant le bruit de fond, le niveau d'alarme peut aussi être réglé bas et une constante de temps élevée pour le fonctionnement de l'alarme peut aussi être nécessaire pour minimiser les fausses alarmes.

c) Alarmes de défaut

Normalement, il convient qu'une alarme soit fournie pour indiquer autant des défaillances de circuits électroniques qu'il est raisonnablement possible, ainsi que des ruptures de câbles ou des déconnexions intempestives; une indication séparée de l'origine de toute panne est souhaitable. Pour décider de l'étendue des alarmes de défaut, la présence d'une alarme de niveau bas peut être prise en compte.

Autant que possible, il convient qu'une alarme soit fournie pour indiquer des pannes dans d'autres domaines (par exemple, un débit faible dans le flux de prélèvement pour la surveillance d'une contamination radioactive volumétrique).

4.2.2.4 Sorties du dispositif de traitement

Il convient que le dispositif de traitement fournisse les sorties suivantes:

- un moins un jeu de contacts de relais ou une sortie numérique pour chaque fonction d'alarme,
- une sortie de liaison de données pour la transmission de l'alarme à une unité d'indication et pour un affichage local,
- des sorties destinées à l'enregistrement de la mesure et/ou pour fournir un affichage analogique local,
- des voyants lumineux sur le panneau avant pour les alarmes et les autres fonctions.

Ces différentes sorties permettent aux systèmes de surveillance de fonctionner sans un centralisateur pour les petites configurations.

Pour la transmission au centralisateur, le dispositif de traitement doit fournir les sorties suivantes:

- une sortie numérique pour la transmission de chaque alarme,
- une liaison de données qui doit au minimum comprendre:
 - la mesure,
 - l'état de surveillance, y compris les alarmes,
 - la valeur des paramètres pré-réglés (seuils d'alarme et paramètres opérationnels).

La liaison des données peut être du type RS 485, RS 422, boucle de courant 20 mA, Ethernet, ou pour les courtes distances (typiquement <15 m) du type RS 232 C. Pour les configurations étendues, des multiplexeurs ou des concentrateurs peuvent être utilisés.

4.2.2.5 Enregistrement d'historiques

Il convient que l'unité de traitement puisse mémoriser les enregistrements d'historiques en cas de défaillance de la liaison de données. La durée d'archivage doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

4.2.3 Dispositifs d'alarme

Les dispositifs d'alarme doivent être installés dans les lieux de travail afin de fournir au personnel une indication des dangers potentiels. Ils doivent générer des alarmes sonores et/ou visuelles, déclenchées par les unités de traitement sous une forme adaptée à la procédure de fonctionnement du site.

La configuration doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur et elle doit être adaptée au site, mais elle consiste typiquement en:

- un indicateur visuel clignotant pendant l'alarme,
- un signal sonore retentissant pendant l'alarme,
- des indications visuelles sur les défaillances du système.

Aucun signal d'alarme visuel ne doit pouvoir être arrêté tandis que les conditions d'alarme persistent (l'alarme sonore peut être assourdie localement).

Des couleurs différentes pour les indicateurs visuels dans différents états d'alarme sont acceptables, par exemple:

- lumière verte permanente et pas de son: conditions sanitaires normales;
- lumière verte éteinte ou clignotante: unité de surveillance en état défaillant;
- lumière ambre clignotante et son continu: premier seuil dépassé;
- lumière rouge clignotante et son continu: second seuil dépassé.

Il convient que chaque son ait une tonalité différente. Il peut aussi être acceptable qu'un indicateur visuel unique et une alarme sonore indiquent l'état d'alarme.

Il convient que l'échec de l'indicateur visuel soit détecté et indiqué afin de révéler un défaut (par exemple une lampe défaillante).

La liaison entre les unités de traitement et d'alarme doit être telle qu'il doit être possible d'utiliser autant d'unités d'alarmes que nécessaire afin de répéter les alarmes si besoin est.

4.3 Centralisateur (ordinateur central)

4.3.1 Généralités

La tâche du centralisateur (ordinateur central) est de mémoriser et d'afficher pour l'opérateur, les données et l'état fournis par chaque unité de surveillance. L'ordinateur central fournit à l'opérateur les informations sur les conditions radiologiques de l'installation nucléaire. Ceci permet à l'opérateur de mener les actions nécessaires, en fonction des informations disponibles, pour assurer la sécurité du personnel à l'intérieur de l'installation.

Le centralisateur est normalement un système électronique programmable (PES) et est, dans la plupart des cas, un ordinateur centralisé. Le centralisateur doit être dédié aux fonctions du site et doit normalement ne pas être accessible à des fonctions n'appartenant pas au site, telles que des accès Internet ou des traitements de texte. Le centralisateur doit être fiable et spécifié de sorte qu'il réponde à l'objectif, c'est à dire que normalement, il convient que ce ne soit pas un ordinateur personnel (PC) ou un portable.

Le centralisateur doit posséder des commandes de gestion d'accès/configuration.

Dans certains cas, un équipement non programmable peut être utilisé.

4.3.2 Exigences fonctionnelles pour le centralisateur

Le centralisateur peut afficher les informations destinées à l'opérateur, sur des écrans (VDU pour *Visual Display Unit*) et des imprimantes. Les unités d'affichage doivent normalement être situées dans le centre de commande de l'installation nucléaire, dans le centre de contrôle d'incidents ou de secours et/ou dans la salle de contrôle du service sanitaire.

Le centralisateur peut faire partie d'un système plus large de commande et de surveillance du site nucléaire, pourvu que les niveaux d'intégrité de sécurité (SIL) et les exigences de fiabilité du système de surveillance des rayonnements soient respectés par le système global.

Il convient que le centralisateur affiche les états effectifs (par exemple, alarme, en panne, normal, etc.), le seuil d'alarme et la valeur effective des paramètres mesurés pour chaque entrée. L'affichage continu de ces informations n'est pas requis mais aucun mode de fonctionnement ne doit masquer des alarmes indiquant des modifications dans l'état du système de surveillance ou du système.

Le centralisateur peut aussi remplir des fonctions complémentaires, par exemple:

- effectuer des calculs complémentaires (quotidiens, à dates mensuelles),
- mettre à jour des journaux sur une imprimante, montrant:
 - le résultat des contrôles d'étalonnage des systèmes de surveillance,
 - des messages périodiques sur des résultats ou des actions d'opérateurs (niveaux effectifs des dispositifs de surveillance),
 - des messages événementiels (défaillance d'équipement, seuils dépassés),
- afficher sur écran un diagramme synoptique résumé montrant les états des systèmes de surveillance, par exemple normal ou alarme,
- afficher en couleurs les états des seuils d'alarme et la valeur actuelle de la grandeur physique mesurée pour le système de surveillance,
- afficher en couleurs sur écran un histogramme des mesures en cours pour des groupes de systèmes de surveillance,
- afficher en couleurs sur écran une tendance d'évolution de la mesure:
 - soit instantanément,
 - soit en différé à partir des enregistrements d'historiques ou des données mémorisées sur disque,
- afficher la disposition schématisée des bâtiments de l'installation indiquant la position des systèmes de surveillance. Le système de surveillance peut montrer l'état et la valeur actuelle de la grandeur physique mesurée,
- délivrer un signal de sortie à un système d'alarme d'évacuation de l'installation quand certains critères sont remplis. Par exemple, quand un certain nombre de dispositifs de surveillance ou groupes de systèmes de surveillance ont dépassé les seuils établis.

Il convient qu'un ordinateur central fournisse à l'écran des indications sur le fait que des systèmes de surveillance entrent en essai ou étalonnage. Pendant la durée de ces essais, les sorties des systèmes de surveillance qui déclenchent l'évacuation doivent être inhibés.

Des exigences supplémentaires peuvent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

Les caractéristiques clés du centralisateur, telles que le taux d'échantillonnage des données, la vitesse de rafraîchissement de l'écran, le temps d'affichage et de génération des paramètres d'écran, l'organisation de l'affichage et les commandes de l'opérateur doivent être développés en tenant compte des besoins de l'opérateur, conformément aux bonnes

pratiques ergonomiques. Le centralisateur doit fonctionner dans ses spécifications de conception à la charge maximale prévue, c'est à dire dans les situations d'urgence de l'installation.

4.3.3 Contrôle du fonctionnement normal de l'équipement

Il convient que normalement, l'équipement de radioprotection ne soit pas considéré comme étant un équipement de sécurité nucléaire. De ce fait, il peut ne pas être redondant et être sans système d'alarme basé sur une logique majoritaire à partir de plusieurs dispositifs. En conséquence, l'équipement doit être soumis à des procédures de contrôle continu.

Il convient que les caractéristiques principales du centralisateur pour l'auto-contrôle du système de surveillance incluent:

- a) contrôle du dispositif de détection,
- b) contrôle du dispositif de traitement,
- c) contrôle de la liaison entre le dispositif de détection et le dispositif de traitement,
- d) contrôle de la transmission entre l'unité de traitement et le dispositif d'alarme (dans les deux sens) et entre le dispositif de traitement et l'ordinateur central,
- e) auto-contrôle du système de l'ordinateur central.

Quand elles sont disponibles, ces fonctions doivent comprendre un affichage continu incluant des informations pouvant être utilisées pour vérifier que le système est opérationnel et que l'écran d'affichage est rafraîchi avec les informations actuelles.

Les contrôles doivent être effectués automatiquement et de façon continue, et tout dysfonctionnement doit être immédiatement signalé.

La conception de l'équipement doit aussi faciliter la réalisation d'autres essais pour confirmer à intervalles réguliers l'étalonnage du système:

- essais avec des sources radioactives de référence pour étalonner de façon formelle le système,
- essais avec des sources radioactives de référence pour déclencher les seuils d'alarme et confirmer les indications de l'ordinateur central.

4.4 Caractéristiques électriques

4.4.1 Généralités

L'équipement doit être conçu pour fonctionner à partir d'une source de tension monophasée alternative dans l'une des catégories suivantes conformément à la CEI 60038.

Série I: 230 V.

Série II: 120 V et/ou 240 V.

(la tension monophasée nominale dans certains pays est 100 V, 117 V et/ou 234 V, 50/60 Hz)

Le système doit pouvoir fonctionner sur les réseaux de distribution dont les tolérances de la tension est +10 % et –12 % de la tension nominale et les tolérances de la fréquence sont +1 Hz et –3 Hz sans que les indications varient de plus de 10 % par rapport à l'indication obtenue dans les conditions normales d'essai.

Il convient que l'équipement soit conforme au niveau de sévérité 3 de la CEI 61000-4-4, de la CEI 61000-4-5, de la CEI 61000-4-11 et de la CEI 61000-4-12.

L'équipement doit être conforme aux exigences de sécurité électriques définies dans la CEI 61010.

Par accord entre le constructeur et l'acheteur, l'équipement peut être équipé de dispositifs pour fonctionner à partir d'une alimentation basse tension de secours en cas de défaillance de courte durée. Il convient que l'équipement n'ait pas de dysfonctionnement et ne déclenche pas d'alarme lors de la commutation d'une alimentation vers l'autre.

En cas de défaillance d'alimentation électrique de longue durée, le centralisateur doit redémarrer automatiquement dès la restauration de l'alimentation électrique.

4.4.2 Compatibilité électromagnétique

4.4.2.1 Exigences générales

Il convient que la conception et l'installation du centralisateur, des dispositifs et des câbles d'interconnexion soient conformes aux exigences de l'Article 4 de la CEI/TR 61000-5-1:1996.

4.4.2.2 Champs magnétiques externes

Si l'indication d'un dispositif peut être influencée par la présence de champs magnétiques externes, un avertissement relatif à cet effet doit être donné par le constructeur et ceci doit aussi être mentionné dans le manuel d'instruction.

4.4.2.3 Immunité électromagnétique

Il convient que l'équipement soit conforme au niveau de sévérité 3 de la CEI 61000-4-3 et de la CEI 61000-4-6.

4.4.2.4 Immunité électrostatique

Il convient que l'équipement soit conforme au niveau de sévérité 3 de la CEI 61000-4-2.

4.4.2.5 Emission électromagnétique

Il convient que l'équipement soit conforme au niveau de sévérité 3 de la CEI 61000-6-4 (Norme sur l'émission pour les environnements industriels).

5 Procédures générales d'essai

5.1 Exigences d'essai

5.1.1 Généralités

Les essais définis ci-après doivent être considérés comme des essais de type. Néanmoins, par accord entre le constructeur et l'acheteur, certains d'entre eux peuvent être considérés comme des essais de réception. De plus, pour le type d'équipement couvert par la présente norme, l'essai du système complet doit normalement être réalisé après installation sur son site opérationnel. Sauf spécification contraire, les essais sont réalisés dans les conditions d'essai définies dans le Tableau 1.

5.1.2 Essais réalisés dans des conditions normales d'essai

Les essais qui sont réalisés dans des conditions normales d'essai sont listés dans le Tableau 2 qui indique pour chaque caractéristique en essai, les exigences d'essai et le paragraphe où la méthode d'essai correspondante est décrite.

5.1.3 Essais réalisés avec variations des grandeurs d'influence

5.1.3.1 Généralités

Ces essais ont pour but de déterminer les effets des variations des grandeurs d'influence et ils sont listés dans le Tableau 3 avec l'étendue de la variation de chaque grandeur d'influence et les limites de la variation résultante de l'indication d'un dispositif. L'étendue de la variation des grandeurs d'influence indiquée dans le Tableau 3 définit une étendue nominale de fonctionnement à l'intérieur de laquelle l'indication doit rester dans les limites établies par le constructeur. Le constructeur établit des limites qui ne doivent en aucun cas dépasser celles établies dans le Tableau 3.

Afin d'essayer l'effet de la variation isolée de chacune des grandeurs d'influence listées dans le Tableau 3, toutes les autres grandeurs d'influence sont normalement maintenues dans les limites données au Tableau 1 pour les conditions normales d'essai, sauf spécification contraire dans la procédure d'essai concernée.

5.1.3.2 Essai unique

Afin de simplifier ces essais, il n'est normalement nécessaire de réaliser qu'un seul essai pour chaque grandeur d'influence. Cet essai doit établir l'effet de la variation de la grandeur d'influence spécifiée, en utilisant un débit de dose d'approximativement les deux tiers de la pleine échelle sur toute gamme de mesure ou décade.

5.1.3.3 Essais supplémentaires

D'autres essais de l'aptitude à la fonction du système avec variation des grandeurs d'influence doivent être réalisés s'il est considéré que l'essai unique défini en 5.1.3.2 ne donne pas une vision pleinement représentative des caractéristiques de l'équipement (par exemple, un essai peut être nécessaire pour couvrir l'aptitude à la fonction de détecteurs multiples).

5.2 Procédures d'essai pour le dispositif de détection

Les dispositifs de détection doivent être soumis aux exigences d'essai des normes CEI appropriées (voir 4.2.1).

5.3 Procédures d'essai pour le dispositif de surveillance

La combinaison d'une unité de traitement, d'un dispositif de détection et d'une unité d'alarme doit être soumise aux essais pour établir le fonctionnement effectif des alarmes et autres possibilités fournies par cette combinaison. L'étendue complète des essais doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur mais elle doit au minimum inclure ce qui suit.

5.3.1 Etendue du déclenchement de l'alarme

5.3.1.1 Exigence

L'étendue des réglages du seuil d'alarme doit être conforme aux exigences des paragraphes 4.2.2.3 a) et 4.2.2.3 b).

5.3.1.2 Méthode d'essai

L'essai, qui exclut le détecteur, doit être réalisé sur chaque unité d'alarme réglable. En utilisant un générateur de signal électronique approprié, tel que spécifié par le constructeur, l'étendue de l'indication de l'équipement sur laquelle le déclenchement d'alarme fonctionne doit être déterminée.

Pour les alarmes prévues pour fonctionner sur des fronts de signal croissant, l'alarme doit être réglée à son point le plus bas et le signal d'entrée doit être augmenté lentement jusqu'à ce que l'alarme fonctionne. L'indication de l'équipement doit être notée.

L'alarme doit alors être réglée à son point le plus haut et le signal d'entrée doit être augmenté lentement jusqu'à ce que l'alarme fonctionne à nouveau. L'indication de l'équipement doit être aussi notée.

Pour les alarmes prévues pour fonctionner sur un front de signal décroissant, l'essai doit être mené de façon similaire mais en descendant lentement le signal d'entrée.

5.3.2 Alarmes de défaut d'équipement

L'alarme d'indication de niveau bas doit normalement être soumise aux essais en accord avec 5.3.1 et 4.2.2.3 c).

D'autres essais d'alarmes de défaut appropriées aux dysfonctionnements spécifiques de l'équipement doivent être menés selon accord entre le constructeur et l'acheteur.

5.3.3 Temps de réponse de l'alarme et stabilité

5.3.3.1 Exigences

Le point de fonctionnement du seuil (déclenchement) de toute alarme de rayonnement ne doit pas dévier hors de l'étendue 90 % X à 110 % X (où X est le point de réglage nominal de l'alarme) sur 1 jour, ni hors de 80 % X à 120 % X sur 15 jours.

Le retard de fonctionnement d'une alarme doit être conforme aux exigences de 4.2.2.3 a). Cependant, le temps de déclenchement à partir de l'instant où le signal d'entrée atteint le point de déclenchement ou à partir de l'instant où la panne est détectée, ne doit pas dépasser 1 min.

5.4 Procédures d'essai pour le centralisateur (ordinateur central)

Les procédures d'essai pour l'ordinateur central doivent être agréées entre le constructeur et l'acheteur, mais elles doivent être cohérentes avec les exigences de 4.1.2. Les procédures d'essai doivent inclure l'essai indiqué en 5.4.1 et 5.4.2.

5.4.1 Essais individuels pour les canaux d'accès

Pour chaque canal d'accès à l'ordinateur central, la réponse de l'ordinateur doit être contrôlée pour les fonctions requises. Un canal doit faire l'objet d'un accord avec chaque type d'unité de surveillance et une source de rayonnement appropriée.

Les autres canaux peuvent être essayés avec des générateurs de signaux simulant les signaux de l'unité de traitement.

5.4.2 Essais complets des canaux d'accès

La réponse de l'ordinateur central doit être contrôlée en fonction de la spécification pour une majorité ou pour tous les canaux dépassant le seuil d'alarme le plus élevé.

De plus, la spécification de l'enregistrement de l'historique doit être vérifiée pour déterminer l'aptitude du centralisateur à traiter un grand nombre de canaux d'enregistrement.

5.4.3 Essais de validation fonctionnelle et de vérification

Afin de vérifier et de valider la conformité aux exigences spécifiées relatives à la conception et à l'aptitude à la fonction, des essais portant sur la fonction de base doivent être réalisés

sur un système complet ou sur une configuration représentative de celui-ci. Ces essais doivent être conformes aux exigences de la norme de sécurité adoptée (voir 4.1.2). Cette activité de validation et de vérification doit inclure des essais sur les interfaces de traitement, les interfaces des opérateurs, les fonctions informatiques et de communication. Si cela fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur, un simulateur temps réel pour les essais peut être adapté pour obtenir les résultats d'essai sans détecteurs ni sources radioactives.

Il convient que ces essais incluent:

- la mise en marche de l'alimentation électrique, l'initialisation de chaque sous-système et l'acquisition des valeurs globales du système de traitement (précision, échelle de mesure, etc.), l'échange de données entre les sous-systèmes (procédures, contrôle de cohérence, etc.), l'échange de données avec l'opérateur (réception des ordres et visualisation des données) et la chronologie du traitement (en liaison avec le contrôle de l'aptitude à la fonction),
- contrôle de l'aptitude à la fonction générale (temps de réponse après une variation dans le traitement, temps de transfert entre l'acquisition, le traitement et la visualisation du résultat ou l'alarme, contrôle des paramètres, contrôle des algorithmes, etc.).

5.5 Procédures d'essai pour les effets de l'alimentation électrique et des variations environnementales

Sauf spécification contraire, ces essais doivent être réalisés sur un exemplaire représentatif de chaque type de dispositif utilisé par le système. La relation entre l'entrée et les sorties doit être établie dans des conditions normales d'essai et les variations de cette relation doivent être notées. Les informations établies précédemment lors d'essais ne nécessitent pas d'être établies à nouveau pour la grandeur l'influence spécifiée dans le Tableau 3.

Les dispositifs de détection doivent être soumis aux exigences d'essai de la norme CEI appropriée (voir 4.2.1). L'étendue des essais appliquée au centralisateur doit être agréée entre le constructeur et l'acheteur.

5.5.1 Variations de l'alimentation électrique

Ces essais doivent être réalisés sur au moins un exemple de chaque combinaison d'un dispositif de détection, d'une unité de traitement et d'une entrée d'unité d'alarme au centralisateur telle qu'utilisée dans le système.

La sortie pour une entrée typique de détecteur doit être établie dans des conditions normales d'essai et la variation de cette sortie doit être surveillée pendant l'essai.

5.5.1.1 Exigences

Le système doit pouvoir fonctionner sur les réseaux de distribution dont les tolérances de tension sont +10 % et –12 % de la tension nominale et les tolérances de la fréquence sont +1 Hz et –3 Hz sans que les indications varient de plus de 10 % par rapport à l'indication obtenue dans les conditions normales d'essai.

5.5.1.2 Méthode d'essai

Le système doit fonctionner à la tension et à la fréquence nominale et des lectures doivent être effectuées en nombre suffisant pour établir la relation entre la sortie du système et l'entrée du détecteur, permettant ainsi la prise en compte des effets des fluctuations statistiques.

Le système doit alors fonctionner dans chacune des conditions suivantes et des lectures doivent être effectuées en nombre suffisant pour établir la relation entre la sortie du système et l'entrée du détecteur dans ces conditions: