

# NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

**CEI  
IEC  
1306**

Première édition  
First edition  
1994-07

# Instrumentation nucléaire – Dispositifs de mesurage de rayonnement pilotés par microprocesseur

# ~~Nuclear instrumentation – Microprocessor based nuclear radiation measuring devices~~



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1306: 1994

## Numéros des publications

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

## Publications consolidées

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

## Validité de la présente publication

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

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

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

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

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

## Numbering

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

## Consolidated publications

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

## Validity of this publication

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

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

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

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

## Terminology, graphical and letter symbols

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

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

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

\* See web site address on title page.

# NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI  
IEC  
1306

Première édition  
First edition  
1994-07

Instrumentation nucléaire –  
Dispositifs de mesure de rayonnement  
pilotés par microprocesseur

Nuclear instrumentation –  
Microprocessor based nuclear  
radiation measuring devices

© CEI 1994 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

V

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	6
INTRODUCTION .....	8
Articles	
1 Domaine d'application et objet .....	10
2 Références normatives .....	10
3 Définitions .....	12
4 Classification et considérations d'ordre général .....	22
4.1 Classification .....	22
4.2 Considérations générales .....	22
5 Conception et caractéristiques .....	24
5.1 Conception .....	24
5.2 Caractéristiques .....	24
5.3 Interfaces du détecteur .....	26
5.4 Microprocesseur/mémoire/circuits auxiliaires .....	26
5.5 Entrées numériques .....	28
5.6 Entrées analogiques .....	28
5.7 Sorties numériques .....	28
5.8 Sorties analogiques .....	28
5.9 Liaisons de communication série .....	30
6 Procédures générales d'essai .....	30
6.1 Considérations générales .....	30
6.2 Conditions d'essai normales et domaine assigné d'utilisation .....	30
6.3 Dispositions générales d'essai .....	30
6.4 Objet des essais .....	38
7 Documentation .....	38
7.1 Compte rendu d'essai de type .....	38
7.2 Certificat du fournisseur .....	38
7.3 Manuel de fonctionnement et de maintenance .....	38
8 Ictomètre modulaire à microprocesseur .....	40
8.1 Conception et qualités de fonctionnement .....	40
8.2 Caractéristiques et méthodes d'essai .....	40
8.2.1 Caractéristiques d'entrée .....	40
8.2.2 Influence des champs de fort rayonnement gamma et neutron .....	40
8.2.3 Fonctions d'alarme .....	40
8.2.4 Temps de réponse .....	44
8.2.5 Temps de préchauffage .....	44

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	7
INTRODUCTION .....	9
Clause	
1 Scope and object .....	11
2 Normative references .....	11
3 Definitions .....	13
4 Classification and general considerations .....	23
4.1 Classification .....	23
4.2 General considerations .....	23
5 Design and characteristics .....	25
5.1 Design .....	25
5.2 Characteristics .....	25
5.3 Detector interfaces .....	27
5.4 Microprocessor/memory/auxiliary circuitry .....	27
5.5 Digital inputs .....	29
5.6 Analogue inputs .....	29
5.7 Digital outputs .....	29
5.8 Analogue outputs .....	29
5.9 Serial communication lines .....	31
6 General test procedures .....	31
6.1 General .....	31
6.2 Standard test conditions and rated range of use .....	31
6.3 General arrangement for test .....	31
6.4 Object of tests .....	39
7 Documentation .....	39
7.1 Type test report .....	39
7.2 Certificate of the supplier .....	39
7.3 Operation and maintenance manual .....	39
8 Modular microprocessor ratemeter .....	41
8.1 Design and performance .....	41
8.2 Characteristics and test methods .....	41
8.2.1 Input characteristics .....	41
8.2.2 Influence of strong gamma and neutron radiation fields .....	41
8.2.3 Alarm functions .....	41
8.2.4 Response time .....	45
8.2.5 Warm up time .....	45

Articles	Pages
8.2.6 Saturation .....	44
8.2.7 Alimentation .....	46
8.2.8 Caractéristiques mécaniques – Chocs .....	46
8.2.9 Température ambiante .....	46
8.2.10 Humidité relative .....	48
8.2.11 Lisibilité de l'affichage .....	48
8.2.12 Etanchéité .....	48
8.2.13 Champs électromagnétiques externes .....	48
8.2.14 Champs magnétiques externes .....	50
8.2.15 Stockage .....	50
8.2.16 Temps de résolution .....	50
8.2.17 Caractéristiques de sortie .....	52
8.2.18 Effets des transitoires d'alimentation .....	52
8.2.19 Fiabilité .....	54
8.2.20 Période de vieillissement .....	54
9 Stations de surveillance locale de rayonnement pilotées par microprocesseur .....	54
9.1 Conception et qualités de fonctionnement .....	54
9.2 Caractéristiques et méthodes d'essai .....	58
9.2.1 Entrées analogiques .....	58
9.2.2 Fonction de transfert .....	60
9.2.3 Décontamination .....	60
9.2.4 Etalonnage .....	60
9.2.5 Dispositifs auxiliaires .....	60
9.2.6 Caractéristiques supplémentaires d'alimentation .....	62
10 Dispositifs de mesurage individuels et portatifs pilotés par microprocesseur .....	62
10.1 Conception et qualités de fonctionnement .....	62
10.2 Caractéristiques et méthodes d'essai .....	64
10.2.1 Essai de chute .....	64
10.2.2 Fonctionnement sur pile ou accumulateur .....	64
11 Micro-instructions pour dispositifs de mesurage de rayonnement nucléaire pilotés par microprocesseur .....	66
11.1 Considérations générales .....	66
11.2 Caractéristiques et méthodes d'essai .....	68
11.2.1 Conception du programme .....	68
11.2.2 Documentation du programme .....	68

Clause		Page
8.2.6	Saturation .....	45
8.2.7	Power supply .....	47
8.2.8	Mechanical characteristics - Shocks .....	47
8.2.9	Ambient temperature .....	47
8.2.10	Relative humidity .....	49
8.2.11	Display readability .....	49
8.2.12	Sealing .....	49
8.2.13	External electromagnetic fields .....	49
8.2.14	External magnetic fields .....	51
8.2.15	Storage .....	51
8.2.16	Resolution time .....	51
8.2.17	Output characteristics .....	53
8.2.18	Power supply transient effects .....	53
8.2.19	Reliability .....	55
8.2.20	Ageing period .....	55
9	Microprocessor based local stations for radiation monitoring .....	55
9.1	Design and performance .....	55
9.2	Characteristics and test methods .....	59
9.2.1	Analogue inputs .....	59
9.2.2	Transfer function .....	61
9.2.3	Decontamination .....	61
9.2.4	Calibration .....	61
9.2.5	Auxiliary devices .....	61
9.2.6	Additional supply characteristics .....	63
10	Personal and portable microprocessor based measuring devices .....	63
10.1	Design and performance .....	63
10.2	Characteristics and test methods .....	65
10.2.1	Drop test .....	65
10.2.2	Battery operation .....	65
11	Firmware for microprocessor based nuclear radiation measuring devices .....	67
11.1	General considerations .....	67
11.2	Characteristics and test methods .....	69
11.2.1	Program design .....	69
11.2.2	Program documentation .....	69

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – DISPOSITIFS DE MESURAGE DE RAYONNEMENT PILOTÉS PAR MICROPROCESSEUR

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1306 a été établie par le comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
45(BC)223	45(BC)264

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NUCLEAR INSTRUMENTATION –  
MICROPROCESSOR BASED NUCLEAR RADIATION  
MEASURING DEVICES**

**FOREWORD**

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1306 has been prepared by IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

DIS	Report on voting
45(CO)223	45(CO)264

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

## INTRODUCTION

L'utilisation de la technologie des microprocesseurs en matière d'instrumentation permettant la détection et la surveillance du rayonnement a modifié la philosophie de conception de l'instrumentation proprement dite, car la même structure de base permet au concepteur de mettre en oeuvre une large gamme de fonctions diverses, allant des simples ictomètres aux équipements de mesure disposant de larges fonctions de traitement ainsi que plusieurs dispositifs d'entrée et de sortie.

Tous les instruments pilotés par microprocesseurs sont dans une large mesure caractérisés par la partie de commande et de traitement proprement dite qui peut être un dispositif autonome ou faire partie d'un système plus important, en fonction de chaque conception et application particulière.

Par conséquent, la présente Norme internationale s'applique tant aux instrumentations simples qu'aux instrumentations complexes, selon les fonctions fournies, mais du point de vue de la structure pilotée par microprocesseur, plutôt que du point de vue de l'application.

Cette norme traite des prescriptions générales applicables à l'ensemble des dispositifs de mesure de rayonnement pilotés par microprocesseur ainsi qu'aux prescriptions spécifiques supplémentaires applicables aux:

- ictomètres modulaires pilotés par microprocesseur;
- station de surveillance locale de rayonnement pilotée par microprocesseur;
- dispositifs de mesure individuel et portatif pilotés par microprocesseur;
- micro-instruction pour dispositif de mesure de rayonnement nucléaire pilotés par microprocesseur.

## INTRODUCTION

The use of the microprocessor technology in the instrumentation suited for radiation detection and monitoring, has changed the design philosophy of the instrumentation itself. In fact, the same basic structure enables the designer to implement a wide variety of functions, from simple ratemeters to measuring equipment with ample processing facilities, including several input/output devices.

All the microprocessor based instruments are widely characterized by the controlling and processing section itself which may be a stand-alone device or part of a larger system, depending on each particular design and application.

Therefore, this International Standard will be applicable to simple as well as to complex instrumentation, depending on the features provided, but regarding the microprocessor based structure more than the application.

The standard treats the general requirements applicable to all the microprocessor based radiation measuring devices and the additional specific requirements applicable to:

- modular microprocessor ratemeters;
- microprocessor based local station for radiation monitoring;
- personal and portable microprocessor based measuring devices;
- firmware for microprocessor based nuclear radiation measuring devices.

## INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – DISPOSITIFS DE MESURAGE DE RAYONNEMENT PILOTÉS PAR MICROPROCESSEUR

### 1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable aux instruments permettant le comptage et le traitement de signaux (générés par des détecteurs de rayonnement) au moyen d'un microprocesseur.

Des ictomètres numériques et analogiques ont longtemps été utilisés dans le domaine nucléaire, à des fins de recherche, d'étude de centrales et de protection.

La conception d'un tel dispositif autour d'un microprocesseur permet d'obtenir des niveaux de performance plus élevés en termes de justesse, de répétabilité, d'adéquation et de polyvalence ainsi que d'étendre les fonctions correspondantes à diverses opérations auxiliaires.

De tels instruments seront par conséquent considérés comme des dispositifs de mesurage de rayonnement pilotés par microprocesseur plutôt que de simples ictomètres.

L'objet de la présente norme est d'établir des prescriptions normales spécifiques, y compris les caractéristiques générales et les conditions d'essai des dispositifs de mesurage de rayonnement pilotés par microprocesseur.

### 2 Références normatives

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

CEI 50(351): 1975, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 351: Commande et régulation automatiques*

CEI 50(391): 1975, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 391: Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants*

CEI 50(392): 1976, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 392: Instrumentation nucléaire – Complément au chapitre 391*

CEI 86-1: 1993, *Piles électriques – Partie 1: Généralités*

CEI 86-2: 1993, *Piles électriques – Partie 2: Feuilles de spécifications*

## NUCLEAR INSTRUMENTATION – MICROPROCESSOR BASED NUCLEAR RADIATION MEASURING DEVICES

### 1 Scope and object

This International Standard is applicable to the instruments which are suited for counting and processing signals (generated by radiation detectors) by means of a microprocessor.

Digital and analogue ratemeters have long been employed in the nuclear field, for research, plant and protection purposes.

Designing such a device around a microprocessor allows to reach wider performances in terms of accuracy, repeatability, fitness and versatility, and to extend the functions to various ancillary operations.

Therefore, such instruments are to be considered microprocessor based radiation measuring devices more than simple ratemeters.

The object of this standard is to lay down specific standard requirements, including general characteristics and test conditions for microprocessor based radiation measuring devices.

### 2 Normative references

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

IEC 50(351): 1975, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 351: Automatic control*

IEC 50(391): 1975, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 391: Detection and measurement of ionizing radiation by electric means*

IEC 50(392): 1976, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 392: Nuclear instrumentation – Supplement to chapter 391*

IEC 86-1: 1993, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 86-2: 1993, *Primary batteries – Part 2: Specification sheets*

CEI 293: 1968, *Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors*

CEI 359: 1987, *Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électriques et électroniques*

CEI 777: 1983, *Terminologie, grandeurs et unités concernant la radioprotection*

CEI 1187: 1993, *Equipement de mesures électriques et électroniques – Documentation*

### 3 Définitions

La terminologie générale relative à la détection et au mesurage des rayonnements ionisants ainsi qu'à l'instrumentation nucléaire est fournie dans la CEI 50(391) et la CEI 50(392).

D'autres termes relatifs à la protection contre le rayonnement sont fournis dans la CEI 777.

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

**3.1 essais de réception:** Essais contractuels exécutés en présence d'un client ou de son représentant et destinés à vérifier la qualité de l'équipement livré.

NOTE – De manière générale, ces essais sont choisis à partir des essais de qualification spécifiés; ce choix est cependant d'ordre contractuel et ne fait en aucune manière partie de la présente norme.

**3.2 convertisseur analogique-numérique; CAN:** Ensemble ou sous-ensemble destiné à fournir un signal de sortie qui est la représentation numérique d'un signal analogique appliquée à l'entrée.

**3.3 signal analogique:** Signal qui dépend uniquement de l'amplitude pour exprimer les informations qu'il véhicule.

**3.4 essai automatisé:** Procédure d'essai effectuée automatiquement par un équipement afin de vérifier son intégrité fonctionnelle.

**3.5 baud:** Unité de vitesse à laquelle les éléments binaires sont transmis en série, et où 1 baud = 1 bit par seconde.

**3.6 signal binaire:** Signal à deux états. [VDE 351-02-15 modifiée]

**3.7 élément binaire; bit:** La plus petite unité d'information binaire.

**3.8 générateur horloge:** Élément qui génère des signaux périodiques, par exemple, pour la synchronisation.

**3.9 coefficient de variation (V):** Rapport  $V$  de l'écart type  $s$  à la moyenne arithmétique  $\bar{x}$  d'une série de  $n$  mesures  $x_i$  donné par la formule suivante:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

IEC 293: 1968, *Supply voltages for transistorized nuclear instruments*

IEC 359: 1987, *Expression of the performance of electrical and electronic measuring equipment*

IEC 777: 1983, *Terminology, quantities and units concerning radiation protection*

IEC 1187: 1993, *Electrical and electronic measuring equipment – Documentation*

### 3 Definitions

The general terminology concerning detection and measurement of ionizing radiations and nuclear instrumentation is given in IEC 50(391) and IEC 50(392).

Additional terms concerning radiation protection are given in IEC 777.

For the purpose of this International Standard the following definitions apply.

**3.1 acceptance tests:** Contractual tests performed in the presence of a customer or his representative in order to verify the quality of delivered equipment.

NOTE – These tests are, in general, selected from the qualification tests specified, but this selection is a contractual matter and does not form any part of this standard.

**3.2 analogue-to-digital converter; ADC:** Assembly or sub-assembly designed to provide an output signal which is a digital representation of the analogue input signal.

**3.3 analogue signal:** Signal that is solely dependent upon magnitude to express information content.

**3.4 autotest:** Test procedure automatically performed by an equipment in order to verify its functional integrity.

**3.5 baud:** Unit of speed at which bits are transmitted serially, with 1 baud = 1 bit per second.

**3.6 binary signal:** Two-state signal. [IEV 351-02-15 modified]

**3.7 binary digit (bit):** Smallest unit of binary information.

**3.8 clock generator:** Element that generates periodic signals, for example for synchronization.

**3.9 coefficient of variation (V):** Ratio  $V$  of the standard deviation  $s$  to the arithmetic mean  $\bar{x}$  of a set of  $n$  measurements  $x_i$  given by the following formula:

$$V = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

3.10 **relation de conversion:** Représentation analytique ou graphique du signal de sortie en fonction de la grandeur variable à mesurer.

3.11 **valeur conventionnellement vraie d'une grandeur ( $v_c$ ):** Meilleure estimation de la valeur de cette grandeur; cette valeur et son incertitude sont déterminées à partir d'un étalon primaire ou secondaire, ou par référence à un instrument qui a été calibré sur la base d'un étalon primaire ou secondaire.

3.12 **coup:** Réponse unitaire d'un ensemble de comptage.

3.13 **taux de comptage:** Nombre de coups par unité de temps.

3.14 **unité centrale de traitement; UC:** Principale partie de commande d'un processeur, qui obtient des instructions et des données de la mémoire et exécute l'opération désirée.

3.15 **convertisseur numérique-analogique; CNA:** Ensemble ou sous-ensemble destiné à fournir un signal de sortie qui est la représentation analogique d'un signal numérique appliquée à l'entrée.

3.16 **temps mort (d'un dispositif):** Intervalle de temps, initialisé par le signal de traitement du comptage (qui vient immédiatement après la détection d'un signal d'entrée) pendant lequel le dispositif n'est pas sensible à d'autres signaux d'entrée.

NOTE – On utilise, en général, un temps mort moyen.

3.17 **signal numérique:** Signal qui ne prend qu'un nombre limité de valeurs discrètes.

3.18 **domaine dynamique:** Rapport du signal mesurable maximal au signal de la grandeur mesurée détectable minimale.

3.19 **étendue de mesure:** Partie du domaine nominal dans laquelle les mesurages peuvent être effectués ou les grandeurs peuvent être fournies et satisfont aux prescriptions relatives aux limites d'erreur.

3.20 **mémoire morte programmable effaçable; EPROM:** Composant destiné à emmagasiner de manière permanente des programmes, des instructions et/ou des données dont le contenu peut être effacé et programmé plus d'une fois au moyen d'équipements appropriés.

3.21 **erreur d'indication:** Différence entre la valeur indiquée  $v$  d'une grandeur et la valeur conventionnellement vraie  $v_c$  de cette grandeur au point de mesurage.

3.22 **micro-instruction; FW; microprogramme:** Partie d'un programme logiciel résidant en permanence dans la zone mémoire d'un processeur.

3.23 **matériel; HW:** Parties physiques d'un instrument.

NOTE – Cela comprend tout, à l'exception du logiciel ou des micro-instructions.

3.10 **conversion relation**: Analytical or graphic representation of the output signal as a function of the variable quantity to be measured.

3.11 **conventionally true value of a quantity ( $v_c$ )**: Best appropriate estimate of that quantity, this value and its uncertainty are determined from a secondary or primary standard, or by a reference instrument which has been calibrated against a secondary or primary standard.

3.12 **count**: Single response of a counting assembly.

3.13 **counting rate**: Number of counts per unit time.

3.14 **central processing unit; CPU**: Main control part of a processor, which obtains instructions and data from memory and performs the desired operation.

3.15 **digital-to-analogue converter; DAC**: Assembly or sub-assembly designed to provide an output signal which is an analogue representation of the digital input signal.

3.16 **dead time of a device**: Interval of time initiated by the counting process signal (immediately following the detection of an input signal) during which the device is insensitive to other inputs.

NOTE – Frequently an averaged dead time is used.

3.17 **digital signal**: Signal which assumes only a limited number of discrete values.

3.18 **dynamic range**: Ratio of the maximum measurable signal to the signal from the minimum detectable measured quantity.

3.19 **effective range**: That part of the rated range where measurements can be made or quantities be supplied within the stated limits of error.

3.20 **erasable programmable read only memory; EPROM**: Component designated to store permanently programs, instructions and/or data, the content of which may be erased and programmed more than once with appropriate equipment.

3.21 **error of indication**: Difference between the indicated quantity  $v$  and the conventionally true quantity  $v_c$  at the point of measurement.

3.22 **firmware; FW**: Part of a software program permanently residing in the memory area of a processor.

3.23 **hardware; HW**: Physical parts of an instrument.

NOTE – That is everything, except software or firmware parts.

**3.24 grandeur d'influence:** Grandeur généralement extérieure au dispositif, susceptible d'exercer une influence sur son fonctionnement.

NOTE – Lorsque la modification d'une caractéristique de fonctionnement affecte une autre caractéristique, celle-ci est appelée facteur d'influence. [Voir la CEI 359, paragraphe 4.8 modifié]

**3.25 erreur intrinsèque:** Erreur déterminée dans des conditions nominales. [Voir la CEI 359, paragraphe 4.20 modifié]

**3.26 conditions limites de fonctionnement:** Ensemble des domaines des grandeurs d'influence et des caractéristiques de fonctionnement dans lequel un équipement peut encore fonctionner sans qu'il en résulte ni détérioration ni dégradation de ses qualités de fonctionnement et de sorte qu'il fonctionne de nouveau dans les conditions nominales de fonctionnement.

**3.27 moyenne des temps de bon fonctionnement pour des dispositifs réparables; MTBF observée:** Pour une période donnée de la vie d'un dispositif, la valeur moyenne des durées de temps observées entre défaillances consécutives dans des conditions de contraintes données.

**3.28 moyenne des temps de bon fonctionnement; MTBF estimée:** Moyenne de temps de bon fonctionnement d'un dispositif, entre défaillances, déterminée comme étant une valeur limite de l'intervalle de confiance, à un niveau de probabilité donné, basée sur la moyenne de temps de bon fonctionnement observée entre défaillances des dispositifs nominalement identiques.

**3.29 ensemble de mesurage; mesureur:** Ensemble destiné à mesurer une grandeur.

**3.30 microprocesseur; μP:** Processeur miniaturisé constitué d'un ou de plusieurs circuits intégrés.

**3.31 dispositif de mesurage de rayonnement nucléaire piloté par microprocesseur:** Equipement destiné à mesurer des grandeurs de rayonnement nucléaire et utilisant un microprocesseur pour commander le processus de mesurage et le traitement du signal.

**3.32 moniteur de rayonnement:** Ensemble ayant à la fois les fonctions d'un mesureur de rayonnement et d'un avertisseur destiné à attirer l'attention sur un événement ou sur une situation qui pourrait avoir des conséquences dommageables, si la valeur mesurée ne s'inscrit pas dans des limites prédéfinies. [VEI 391-13-04 modifié]

**3.33 mémoire rémanente à accès sélectif; NVRAM:** Mémoire à accès sélectif capable de sauvegarder les informations mémorisées lorsque l'alimentation a été coupée.

**3.34 erreur de fonctionnement:** Erreur déterminée dans des conditions de fonctionnement. [Voir la CEI 359, paragraphe 4.22 modifié]

**3.35 caractéristique fonctionnelle:** Une des grandeurs assignée à un dispositif en vue de définir, par des valeurs, des tolérances, des domaines, etc., les qualités de fonctionnement du dispositif. [Voir la CEI 359, paragraphe 4.7 modifié]

**3.36 mémoire morte programmable; PROM:** Organe destiné à emmagasiner en permanence des instructions de programme ou des données, et programmables par l'utilisateur.

**3.24 influence quantity:** Any quantity, generally external to a device, which may affect the performance of the device.

NOTE – Where a change of a performance characteristic affects another one, it is referred to as influencing characteristic. [See 4.8 of IEC 359 modified]

**3.25 intrinsic error:** Error determined under rated reference conditions. [See 4.20 of IEC 359 modified]

**3.26 limiting conditions of operation:** Whole set of ranges of values for influence quantities and performance characteristics within which the equipment can function without resulting damage or degradation of performance and afterwards can operate under rated operating conditions.

**3.27 mean time between failures for repairable items; observed MTBF:** For a stated period in the life of an item, the mean value of the lengths of observed times between consecutive failures under stated stress conditions.

**3.28 mean time between failures; assessed MTBF:** Mean time between failures of an item determined as a limiting value of the confidence interval with a stated probability level, based on the observed mean time between failures of nominally identical items.

**3.29 measuring assembly; meter:** Assembly designed to measure a quantity.

**3.30 microprocessor; µP:** Miniaturized processor composed of one or more integrated circuit.

**3.31 microprocessor based nuclear radiation measuring device:** Equipment designed to measure quantities of nuclear radiation, which employs a microprocessor for control of the measuring process and processing of the signal.

**3.32 radiation monitor:** Assembly having the functions of both a radiation meter and a warning assembly, intended to draw attention to an event or to a situation that may result in harmful consequences, where the measured value is outside some predetermined limits. [IEV 391-13-04 modified]

**3.33 non volatile random access memory; NVRAM:** Random access memory capable of retaining the stored informations when the power supply has been removed.

**3.34 operating error:** Error determined under operating conditions. [See 4.22 of IEC 359 modified]

**3.35 performance characteristic:** One of the quantities assigned to a device in order to define by values, tolerances, ranges, etc. the performance of the device. [See 4.7 of IEC 359 modified]

**3.36 programmable read only memory; PROM:** Component designed to store permanently program instructions and/or data, programmable by the user.

**3.37 temps de préchauffage:** Intervalle de temps compris entre le moment où l'équipement est mis sous tension et le moment où l'équipement est en mesure de remplir l'ensemble des conditions de fonctionnement.

**3.38 taux d'impulsion:** Nombre d'impulsions par unité de temps à l'entrée de l'ensemble de mesurage.

**3.39 essais de qualification:** Essais effectués dans le but de s'assurer que les prescriptions d'une spécification donnée soient remplies.

NOTE – Les essais de qualification sont divisés en essais de type et essais de routine; ils sont identifiés comme tels dans la présente norme.

**3.40 mémoire à accès sélectif; RAM:** Un composant ou une zone mémoire à laquelle le processeur peut accéder de manière sélective pour emmagasiner temporairement des instructions de programme et/ou des données.

**3.41 conditions nominales de fonctionnement:** Ensemble des étendues de mesure pour les caractéristiques fonctionnelles et des domaines nominaux de fonctionnement utilisés pour les grandeurs d'influence, pour lequel les qualités de fonctionnement du dispositif sont spécifiées. [Voir la CEI 359, paragraphe 4.12 modifié]

**3.42 domaine assigné:** Domaine ou valeur assigné(e) à un dispositif par le constructeur pour la (les) grandeur(s) à mesurer, à observer ou à fixer.

**3.43 conditions de référence:** Série de valeurs assorties de tolérances, ou de domaines réduits fixés pour les grandeurs d'influence, et le cas échéant de facteurs d'influence, spécifiée pour effectuer les essais comparatifs et les essais d'étalonnage. [Voir la CEI 359, paragraphe 4.9 modifié]

**3.44 réponse de référence:** Réponse de l'ensemble, dans des conditions d'essai normales, aux grandeurs de référence.

**3.45 temps de restitution:** Intervalle de temps minimal compris entre le début d'une impulsion comptée et le moment où l'amplitude de l'impulsion suivante peut atteindre un pourcentage déterminé de l'amplitude maximale de l'impulsion comptée. [VEI 391-15-20]

**3.46 erreur relative:** Rapport de l'erreur absolue à une valeur spécifiée. [Voir la CEI 359, paragraphe 4.18 modifié]

**3.47 temps de résolution:** Intervalle de temps minimal devant séparer l'apparition de deux impulsions consécutives pour que toutes deux puissent être traitées.

**3.48 temps de réponse (d'un ensemble de mesurage):** Temps nécessaire après une variation échelon de la grandeur à mesurer pour que la variation du signal de sortie atteigne pour la première fois un pourcentage donné, en général 90 % de sa valeur finale. [VEI 391-15-04 modifié]

**3.49 perte de comptage:** Erreur par défaut affectant le taux de comptage, due au temps de résolution ou à des phénomènes tels que l'empilement [VEI 391-15-13 modifié]

**3.50 mémoire morte; ROM:** Composant destiné à emmagasiner de manière permanente les instructions de programme ou des données, programmables par le fabricant.

3.37 **warm up time:** Time interval necessary, after switching on the equipment, for it to comply with all performance requirements.

3.38 **pulse rate:** Number of pulses per unit time at the measuring assembly input.

3.39 **qualification tests:** Tests performed in order to verify that the requirements of a specification are fulfilled.

NOTE – Qualification tests are subdivided into type tests and routine tests and are identified as such in this standard.

3.40 **random access memory; RAM:** Component or memory area which may be randomly accessed by the processor for temporary storage of program instructions and/or data.

3.41 **rated operating conditions:** Whole set of effective ranges for performance characteristics and rated ranges of use for influence quantities, within which the performance of the device is specified. [See 4.12 of IEC 359 modified]

3.42 **rated range:** Range, or value, of a quantity to be measured, observed, supplied or set, which the manufacturer has assigned to the device.

3.43 **reference conditions:** Set of values with tolerances, or of restricted ranges of influence quantities, and if necessary of influencing characteristics, specified for making comparison and calibration tests. [See 4.9 of IEC 359 modified]

3.44 **reference response:** Response of the assembly under standard test conditions to reference quantity.

3.45 **recovery time:** Minimum time interval from the start of a counted pulse to the instant a succeeding pulse can attain a specified percentage of the maximum amplitude of the counted pulse. [IEV 391-15-20]

3.46 **relative error:** Ratio of the absolute error to a stated value. [See 4.18 of IEC 359 modified]

3.47 **resolution time:** Minimum time interval between subsequent pulses that permits both to be processed.

3.48 **response time (of a measuring assembly):** Time required after a step variation in the measured quantity for the output signal variation to reach for the first time a given percentage, usually 90 %, of its final value. [IEV 391-15-04 modified]

3.49 **counting loss:** Reduction of the observed counting rate due to the resolution time or losses caused by phenomena such as pile-up. [IEV 391-15-13]

3.50 **read only memory; ROM:** Component designed to store permanently program instructions and/or data, programmable by the manufacturer.

**3.51 essais individuels de série:** Essais de qualification effectués sur chaque ensemble produit.

**3.52 saturation:** Condition sous laquelle un équipement de mesurage reçoit un signal d'entrée dont les caractéristiques sont supérieures aux limites assignées.

**3.53 liaison de communication série:** Support permettant la transmission de données entre équipements, cette transmission étant constituée d'une suite de signaux numériques.

**3.54 sensibilité (d'un ensemble de mesure):** Pour une valeur donnée de la grandeur mesurée, quotient de la variation de la variable observée par la variation correspondante de la grandeur mesurée. [VEI 391-15-01]

**3.55 logiciel; SW:** Programmes, sous-programmes, langages et instructions de programmation informatiques.

**3.56 stabilité d'une indication:** Variation de la valeur indiquée ou fournie par un équipement qui a lieu durant un intervalle de temps spécifié, les autres conditions restant constantes.

**3.57 signal échelon:** Signal dont l'amplitude passe instantanément d'une valeur spécifiée à une autre valeur spécifiée.

**3.58 erreur systématique:** Erreur qui reste constante au cours d'une séquence de mesurages donnée si ces mesurages sont effectués dans les mêmes conditions ou qui varie de manière non aléatoire selon une loi définie lorsque les conditions changent. (D'après OIML – Organisation internationale de métrologie légale.)

**3.59 essais de type:** Essais de qualification qui sont effectués sur un ensemble donné ou sur un petit nombre d'ensembles, considérés représenter une production normale et qui, en principe, ne sont pas répétés sur chacun des ensembles.

**3.60 avertisseur:** Equipement destiné à indiquer par l'apparition d'un signal optique et/ou acoustique, qu'une certaine grandeur dépasse un certain niveau d'alarme.

**3.61 modem; modulateur-démodulateur:** Dispositif permettant la télétransmission et la téléréception de données en série sur des liaisons de communication ou des liaisons radio par le biais de fréquences d'ondes porteuses.

**3.62 décimal codé binaire; DCB:** Notation qui permet de coder un élément décimal au moyen de quatre éléments binaires; en général, avec des poids différents, 8, 4, 2, 1, le nombre résultant de la somme de ces quatre poids, chacun étant multiplié par la valeur 0 ou 1, de l'élément binaire correspondant.

**3.63 chaîne:** Ensemble ou sous-ensemble, comprenant des éléments reliés en série et permettant de mesurer ou d'évaluer une grandeur donnée.

**3.51 routine tests:** Those qualification tests which are performed on each production assembly.

**3.52 saturation:** Condition in which a measuring equipment receives an input signal with characteristics over the rated limits.

**3.53 serial communication, or link:** Media suited for data communication between equipments, the transmission consisting of a sequence of digital signals.

**3.54 sensitivity (of a measuring assembly):** For a given value of the measured quantity, the ratio of the variation of the observed variable to the corresponding variation of the measured quantity. [IEV 391-15-01]

**3.55 software; SW:** Computer programs, routines, programming languages and instructions.

**3.56 stability of indication:** Variation which occurs in the value indicated or supplied by an equipment during a specified time, all other conditions remaining constant.

**3.57 step signal:** Signal, the amplitude of which steps instantaneously from a specified value to another specified value.

**3.58 systematic error:** Error that remains constant during a sequence of measurements, if performed under the same conditions, or varies in a non-random manner according to a defined law when conditions change. (From OIML - International Organization of Legal Metrology.)

**3.59 type tests:** Those qualification tests which are performed on one assembly or on a small number of assemblies considered to be representative of a standard production and which, in principle, are not repeated on each assembly.

**3.60 warning assembly:** Equipment designed to indicate either visually and/or audibly that some quantity passes a certain alarm level.

**3.61 modem; modulator-demodulator:** Device suited for remote transmission and reception of serial data over communication lines or radio links by the use of carrier frequencies.

**3.62 binary coded decimal; BCD:** Notation encoding one decimal digit by four bits; usually with different weight, 8, 4, 2, 1, the number resulting from the sum of these four weights, each one multiplied by the value, 0 or 1, of the corresponding bit.

**3.63 channel:** Assembly, or sub-assembly, consisting of elements connected in series, suited to measure or evaluate a quantity.

## 4 Classification et considérations d'ordre général

### 4.1 Classification

En se fondant sur leur structure, les dispositifs de mesurage de rayonnement pilotés par microprocesseur peuvent être classés en:

- ictomètres modulaires pilotés par microprocesseur;
- station de surveillance locale du rayonnement pilotée par microprocesseur;
- dispositifs de mesurage individuel et portatif pilotés par microprocesseur.

Dans le premier cas, l'ictomètre à microprocesseur commande une chaîne de mesurage équipée d'un ou de plusieurs détecteurs contenus dans une sonde qui peut être intégrée au boîtier de l'ictomètre ou raccordée à ce boîtier au moyen d'un câble. Le dispositif permet différentes utilisations et peut être considéré lui-même comme un instrument à part entière. Le microprocesseur peut commander plusieurs ictomètres pour des détecteurs séparés.

Dans le cas de stations de surveillance locale du rayonnement, il n'est pas admis d'isoler la fonction ictométrique car celle-ci est incluse dans un système piloté par microprocesseur capable de commander plusieurs chaînes de surveillance du rayonnement, chacune de ces chaînes étant équipée d'une sonde appropriée, même si ces sondes ne sont pas du même type. En général, un tel système exécute des fonctions supplémentaires telles que des mises en marche et des transmissions de données.

La troisième famille de dispositifs est principalement destinée à assurer la sécurité du personnel en apportant des mesurages en temps réel de grandeurs intégrées ou instantanées.

### 4.2 Considérations générales

Les instruments de mesurage pilotés par microprocesseur s'intègrent parfaitement dans les systèmes pilotés par ordinateur et exécutent toutes les informations correspondantes à cette application (transmission automatique de données, téléprogrammation, etc.).

La capacité de traitement en temps réel des microprocesseurs disponibles (UC) permet généralement de commander plus d'un détecteur simultanément afin de mettre en œuvre plusieurs chaînes de mesurage travaillant en parallèle ou d'exécuter des mesurages sur des domaines étendus, au moyen de détecteurs adaptés aux sensibilités échelonnées.

Des mesurages complexes sont souvent fournis, par exemple:

- activité volumique des fluides;
- activités dégagées;
- grandeurs intégrées en termes de comptage total ou dose totale;
- grandeurs instantanées en termes d'intensité de source ou de débit d'exposition.

Ces types de mesurage conviennent à l'acquisition de paramètres supplémentaires (mesurage de débit, température, constantes d'étalonnage, etc.) intégrés aux microprogrammes de traitement dédiés.

## 4 Classification and general considerations

### 4.1 Classification

On the basis of their structure, the microprocessor based radiation measuring devices may be classified as:

- modular microprocessor ratemeters;
- microprocessor based local station for radiation monitoring;
- personal and portable microprocessor measuring devices.

In the first case, the microprocessor ratemeter controls a measuring channel equipped with one or more detectors included in a probe which may be integrated in the ratemeter case or connected to it by a cable. The device is suited for different uses and may be regarded as a whole instrument itself. The microprocessor may control several ratemeters for separated detectors.

In the case of the local radiation monitoring stations, the ratemetering function may not be isolated because it is included in a microprocessor based system able to control several radiation monitoring channels, each one equipped with an appropriate probe, even, if not of the same type. In general, such a system performs additional functions as actuators and data communication.

The third family of devices are suited mainly for personnel safety, providing real time measurement of integral and/or instantaneous quantities.

### 4.2 General considerations

Microprocessor based instruments are ideal to be included in computer based systems, performing all the functions related to this application (automatic data communication, remote programming, etc.).

The real time processing capability of the available microprocessors (CPUs) generally allows to control more than one detector at the same time, in order to implement several measuring channels working in parallel, or to perform extended range measurements using detectors suited for scaled sensitivities.

Complex measurements are often provided, for instance:

- concentration of activity in fluids;
- released activities;
- integral quantities as total counts or dose;
- instantaneous quantities as source intensity or exposure rate.

These kinds of measurements comply with the acquisition of additional parameters (flow rate, temperature, calibration constants, etc.) inserted in dedicated processing routines.

## 5 Conception et caractéristiques

### 5.1 Conception

Afin de les appliquer à l'ensemble des dispositifs de mesurage de rayonnement pilotés par microprocesseur, les critères de conception doivent faire référence aux fonctions plutôt qu'à la réalisation pratique de ces dispositifs.

Ceci signifie que ces types d'instruments doivent être considérés par rapport à leur programme résident alors qu'il est admis que les différentes fonctions assurées sont mises en oeuvre par matériel ou logiciel.

Un dispositif de mesurage de rayonnement piloté par microprocesseur est mis en oeuvre par une section centrale qui assure les fonctions de commande et de traitement, ainsi que par des interfaces avec l'extérieur.

La section centrale comprend l'UC (unité centrale ou circuit intégré du microprocesseur proprement dit), sa mémoire normalement divisée en ROM (mémoire morte du programme résident) et en RAM (mémoire à accès sélectif pour la mémorisation des données et le traitement du temps d'exécution) ainsi que ses circuits auxiliaires (pour les fonctions d'horloge, de décodage d'adresse, etc.).

Les interfaces peuvent être de types différents:

- interfaces avec les détecteurs (amplificateurs, mise en forme, discriminateurs d'impulsion, compteurs, CAN, générateurs HT, CNA, actionneurs);
- interfaces avec les transducteurs (température, débit, pression, etc.);
- interfaces de commande;
- interfaces avec les opérateurs (affichage des données, imprimante, clavier, commutateurs);
- interfaces avec les ordinateurs;
- interfaces avec d'autres dispositifs.

A partir de configurations équivalentes, il est possible d'obtenir différents fonctionnements, selon les algorithmes d'acquisition et de traitement contenus dans les programmes résidents.

Le schéma fonctionnel de la figure 1 est applicable à tous les dispositifs de mesurage de rayonnement pilotés par microprocesseur.

### 5.2 Caractéristiques

Les caractéristiques suivantes peuvent être assurées dans les dispositifs de mesurage de rayonnement pilotés par microprocesseur:

- traitement et présentation numérique des données mesurées (ce type de présentation est en rapport avec la version spécifique);
- fonctions d'alarme (procédure et réglage du seuil d'alarme selon l'utilisation spécifique);
- liaisons de sortie des données (ce type de liaison dépend de la version spécifique: uni ou bidirectionnelle, numérique ou analogique, série ou parallèle, adressée à des ordinateurs ou à d'autres dispositifs);

## 5 Design and characteristics

### 5.1 Design

In order to apply to all the microprocessor based radiation measuring devices, the design criteria shall be related to the functions more than to the practical realization of the devices.

This means that these kinds of instruments shall be considered with respect to their resident program, while the different functions provided may be implemented either through hardware or software.

A microprocessor based radiation measuring device is implemented by a central section, which performs the controlling and processing functions, and by the interfaces with the external world.

The central section consists of the CPU (Central Processing Unit or microprocessor IC itself), its memory normally divided in the ROM (Read Only Memory for the resident program) and the RAM (Random Access Memory for data storage and run time processing parts), and its auxiliary circuits (clock generation, address decoding, etc.).

The interfaces may be of different types:

- interfaces with detectors (amplifiers, pulse shapers, pulse height discriminators, counters, ADCs, HV generators, DACs, actuators);
- interfaces with transducers (temperature, flow, pressure, etc.);
- interfaces suited for control purposes;
- interfaces with operators (data display, printer, keyboard, switches);
- interfaces with computers;
- interfaces with other devices.

From equivalent layouts different performances may be provided depending on the acquisition and processing algorithms included in the resident programs.

The block diagram of figure 1 is intended to apply to all microprocessor based radiation measuring devices.

### 5.2 Characteristics

The following characteristics may be provided in microprocessor based radiation measuring devices:

- digital processing and presentation of the measured data (the kind of presentation is related to the specific implementation);
- alarm features (alarm procedure and threshold setting depending on the specific use);
- data output lines (the kind of line depending on the specific implementation: mono or bidirectional, digital or analogue, serial or parallel, directed to computers or other devices);

- aptitude aux essais (mis en oeuvre par le biais de microprogrammes dédiés d'essais automatisés pour exécution automatique ou sur appel).

Il est admis de faire référence aux caractéristiques générales, pour toutes les autres caractéristiques adoptées en matière d'instrumentation nucléaire ou de les rapporter à l'application spécifique et de les traiter dans des normes dédiées ou dans la suite du présent document.

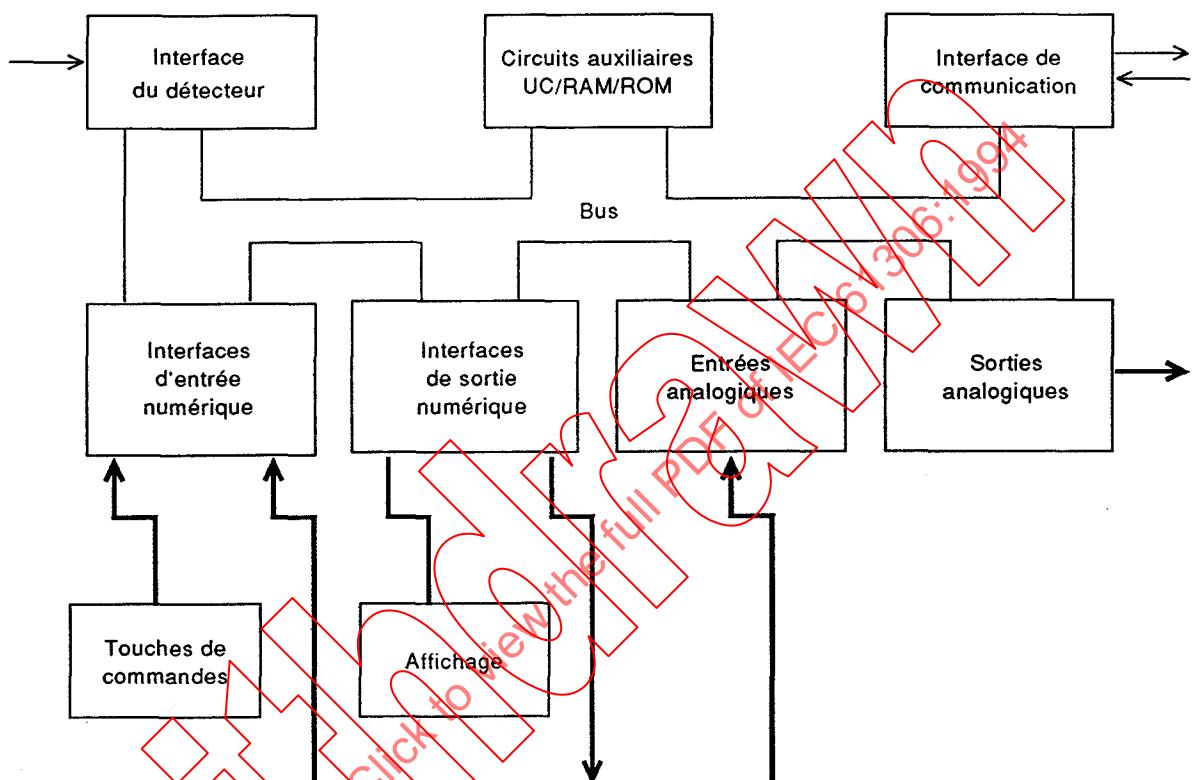


Figure 1 – Schéma fonctionnel des dispositifs de mesurage de rayonnement pilotés par microprocesseur

### 5.3 Interfaces du détecteur

L'interface du détecteur convertit la sortie du détecteur (impulsions, courant, tension ou charge) en données numériques (nombres) qui peuvent être traitées par le microprocesseur par l'intermédiaire de son bus, et éventuellement générer en sortie les grandeurs requises par le détecteur.

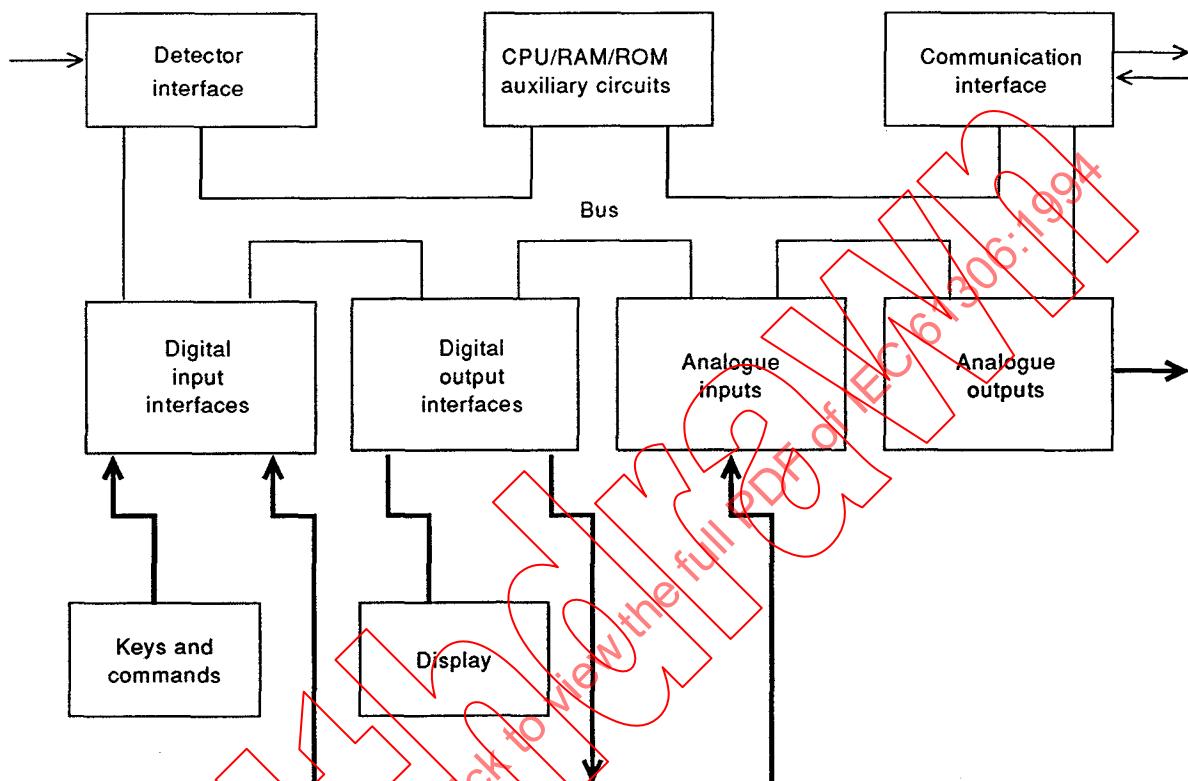
### 5.4 Microprocesseur/mémoire/circuits auxiliaires

Cette partie comprend:

- le microprocesseur proprement dit, c'est-à-dire l'UC;
- la mémoire morte permettant de stocker le programme résident et les données constantes;
- la mémoire à accès sélectif pour stockage temporaire des données;

- testability (implemented by dedicated autotest routines for automatic or called execution).

All other characteristics may be referred to the general ones, adopted for nuclear instrumentation, or are related to the specific application and dealt with in the dedicated standards or hereinafter.



**Figure 1 – Block diagram of microprocessor based radiation measuring devices**

### 5.3 *Detector interfaces*

The detector interface converts the detector output (pulses, current, voltage or charge) into digital data (numbers) which can be handled by the microprocessor via its bus, and possibly generates output quantities required by the detector.

### 5.4 *Microprocessor/memory/auxiliary circuitry*

This block consists of:

- the microprocessor itself i.e. the CPU;
- the read only memory suited to store the resident program and constant data;
- the random access memory for temporary data storage;

- le générateur horloge;
- les circuits de décodage d'adresse;
- la mémoire tampon d'adresse et de données;
- les circuits de réinitialisation;
- les circuits permettant de réaliser d'autres fonctions auxiliaires.

### 5.5 Entrées numériques

Les signaux numériques sont introduits par l'intermédiaire de ports numériques d'entrée et peuvent provenir des dispositifs suivants:

- commutateurs DCB ou binaires;
- bouton-poussoir ou sélecteur d'état;
- contacts à relais;
- claviers codés.

### 5.6 Entrées analogiques

Les signaux analogiques sont introduits par l'intermédiaire de chaînes d'acquisition de données analogiques qui comprennent des amplificateurs d'entrée et/ou des isolateurs galvaniques, des multiplexeurs d'entrée, des convertisseurs analogiques-numériques et peuvent être du type à courant ou à tension ou encore reliés au domaine temps.

### 5.7 Sorties numériques

Les sorties numériques sont mises en oeuvre par les ports de sortie numérique reliés au bus, et comprennent les éléments de gestion nécessaires aux charges.

Ces charges peuvent être:

- des afficheurs numériques ou alphanumériques;
- des imprimantes;
- des relais;
- des lampes ou des LED (diodes électro-luminescentes);
- des actionneurs.

### 5.8 Sorties analogiques

Les sorties analogiques comprennent des convertisseurs numériques ou analogiques, reliés au microprocesseur, y compris les éléments de gestion nécessaires aux charges (convertisseur courant/tension ou tension/courant, isolateurs analogiques, circuits de commande 0 mA à 20 mA ou 4 mA à 20 mA, etc.).

La conversion peut être du type linéaire, logarithmique ou autre; elle est mise en oeuvre par logiciel ou par matériel.

Les charges reliées peuvent être:

- des enregistreurs;
- des indicateurs analogiques;
- l'instrumentation d'essai.

- the clock generator;
- the address decoding circuitry;
- the address and data buffer;
- the reset circuitry;
- the circuitries suited for other auxiliary functions.

### 5.5 *Digital inputs*

The digital signals are entered via input digital ports and may be originated by the following devices:

- BCD or binary switches;
- push-button or status switches;
- relay contacts;
- coded keyboards.

### 5.6 *Analogue inputs*

The analogue signals are entered via analogue data acquisition channels containing input amplifiers and/or isolators, input multiplexers, analogue to digital converters, and may be of the current or voltage types, or related to time domain.

### 5.7 *Digital outputs*

The digital outputs are implemented by output ports connected to the bus, including the driving elements required by the loads.

These loads may be:

- digital or alphanumeric displays;
- printers;
- relays;
- lamps or LEDs;
- actuators.

### 5.8 *Analogue outputs*

The analogue outputs consist of digital or analogue converters, connected to the microprocessor, including the driving element required by the loads. (C/V or V/C converters, analogue isolators, 0 mA to 20 mA or 4 mA to 20 mA drivers, etc.).

The conversion may be of the linear, logarithmic or other type, implemented via software or via hardware.

The connected loads may be:

- recorders;
- analogue indicators;
- test instrumentation.

### 5.9 *Liaisons de communication série*

Ces interfaces sont spécifiques d'un ordinateur central ou d'une télécommande et peuvent fonctionner en mode bidirectionnel à l'alternat ou simultané, avec ou sans branchement de modem.

On doit utiliser des interfaces série de normes internationales, telles que:

- RS 232 C;
- RS 422 C;
- RS 485 C.

## 6 **Procédures générales d'essai**

### 6.1 *Considérations générales*

La présence d'un dispositif programmable par logiciel permet de définir des procédures d'essai de fonctionnement totalement différentes pour l'instrumentation pilotée par microprocesseur.

Sauf indication contraire, les essais sont à considérer comme des essais de type bien qu'un ou l'ensemble de ces essais puisse être utilisé comme essai de réception par accord entre le fabricant et l'acheteur.

### 6.2 *Conditions d'essai normales et domaine assigné d'utilisation*

Les conditions de référence et les conditions d'essai normales sont illustrées dans les tableaux 1 et 2.

### 6.3 *Dispositions générales d'essai*

Les schémas fonctionnels des figures 2 et 3 représentent deux dispositions expérimentales possibles permettant d'effectuer les essais. Le premier schéma représente la configuration la plus simple généralement disponible tandis que le second schéma suggère une disposition d'essai dont chaque fabricant d'équipements de mesurage de rayonnement pilotés par microprocesseur peut disposer dans son laboratoire.

### 5.9 *Serial communication lines*

These interfaces are dedicated to a central computer or remote control and may be provided for half or full duplex mode, with or without a modem connection.

International standard serial interfaces shall be used, as:

- RS 232 C;
- RS 422 C;
- RS 485 C.

## 6 General test procedures

### 6.1 *General*

The presence of a software programmable device allows to define quite different functional test procedures for the microprocessor based instrumentation.

Except where otherwise specified, tests are to be considered as "type tests" although any or all may be used as acceptance tests by agreement between manufacturer and purchaser.

### 6.2 *Standard test conditions and rated range of use*

The standard reference conditions and test conditions are shown in tables 1 and 2.

### 6.3 *General arrangement for test*

The block diagrams of figures 2 and 3 represent two possible experimental arrangements suited for test. The first is the simpler configuration, commonly available, while the other, which each manufacturer of microprocessor based radiation measuring equipment may have in his laboratory, is the suggested one.

Tableau 1 – Conditions de référence

Grandeurs d'influence	Conditions de référence	Domaine assigné d'utilisation
Température ambiante	20, 23, 25 et 27 °C ± 1 °C (si puissance ≤ 50 W) ± 2 °C (si puissance > 50 W)	Classe I: +5 °C à +40 °C II: -10 °C à +55 °C III -25 °C à +70 °C (-40 °C à +70 °C pour stockage et transport)
Humidité relative de l'air	45 % à 75 % (35 °C)	20 % à 100 % Sans condensation
Pression atmosphérique	101,3 kPa	86,0 kPa à 106,0 kPa
Tension d'alimentation: – alternative – continue – continue stabilisée	$U_N \pm 1 \%$ $U_N \pm 1 \%$ $U_N \pm 0,3 \%$	$U_N \pm 10 \%$ $U_N \pm 10 \%$ $U_N \pm 1 \%$
Fréquence de l'alimentation réseau	$f_N \pm 1 \%$	$f_N \pm 5 \%$
Forme d'onde de l'alimentation réseau	Sinusoïdale	Distorsion harmonique totale jusqu'à 5 %
Temps de préchauffage	15 min	10 min ± 5 min
Champ électromagnétique d'origine externe	Négligeable	Jusqu'à: 10 V·m <sup>-1</sup> (100 kHz à 500 MHz) 1 V·m <sup>-1</sup> (500 MHz à 1 GHz)
Induction magnétique d'origine externe	Négligeable	Jusqu'à 60 A·m <sup>-1</sup>
Orientation de l'ensemble	±1°	±3°
Rayonnements gamma	10 µGy h <sup>-1</sup>	Tels que spécifié par le fabricant
Commandes de l'ensemble	Réglées pour fonctionnement normal	

Table 1 – Reference conditions

Influence quantities	Reference conditions	Rated range of use
Ambient temperature	20, 23, 25 and 27 °C ± 1 °C (if power ≤ 50 W) ± 2 °C (if power > 50 W)	Class I: +5 °C to +40 °C II: -10 °C to +55 °C III -25 °C to +70 °C (-40 °C to +70 °C for storage and transport)
Relative humidity of the air	45 % to 75 % (35 °C)	20 % to 100 % Excluding condensation
Atmospheric pressure	101,3 kPa	86,0 kPa to 106,0 kPa
Supply voltage: – a.c. – d.c. – stabilized d.c.	$U_N \pm 1\%$ $U_N \pm 1\%$ $U_N \pm 0,3\%$	$U_N \pm 10\%$ $U_N \pm 10\%$ $U_N \pm 1\%$
Mains supply frequency	$f_N \pm 1\%$	$f_N \pm 5\%$
Mains supply waveform	Sinusoidal	Total harmonic distortion up to 5 %
Warm up time	15 min	10 min ± 5 min
Electromagnetic field of external origin	Negligible	Up to: $10 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ (100 kHz to 500 MHz) $1 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ (500 MHz to 1 GHz)
Magnetic induction of external origin	Negligible	Up to $60 \text{ A}\cdot\text{m}^{-1}$
Orientation of assembly	±1°	±3°
Gamma radiations	$10 \mu\text{Gy h}^{-1}$	As specified by the manufacturer
Assembly controls		Set for normal operation

IEC/Norm.com: Click to view the full PDF of IEC 61306:1994

Tableau 2 – Conditions d'essai

Grandeurs d'influence	Conditions d'essai nominales	Domaine limite et remarques
Température ambiante	-19 °C à +25 °C -18 °C à +22 °C	a) +10 °C à +45 °C b) 0 °C à +55 °C c) -10 °C à +55 °C
Humidité relative de l'air	55 % à 75 %	I: 20 % à 80 % sans condensation II: 10 % à 90 % avec condensation
Pression atmosphérique	86,0 kPa à 106,0 kPa	a) 86,0 kPa à 108,0 kPa b) 70,0 kPa à 106,0 kPa
Tension d'alimentation: – alternative – continue – continue stabilisée	$U_N \pm 1\%$ $U_N \pm 1\%$ $U_N \pm 0,3\%$	a) I: 220 V $\pm 10\%$ b) II: 220 V $+10\% / -12\%$ c) 220 V $+15\% / -20\%$ d) 220 V $\pm 15\%$
Fréquence de l'alimentation réseau	$f_N \pm 2\%$	$\pm 10\%$
Forme d'onde de l'alimentation réseau	Sinusoidale	Distorsion harmonique totale inférieure à 5 %
Temps de préchauffage	$\geq 15$ min	$\pm 10\%$
Champ électromagnétique d'origine externe	Inférieur à la valeur la plus faible entraînant des interférences	
Induction magnétique d'origine externe	Inférieure à l'induction due au champ terrestre	
Orientation de l'ensemble	$\pm 30^\circ$	$\pm 90^\circ$ , consulter le fabricant
Rayonnements gamma	$10 \mu\text{Gy h}^{-1}$	Rayonnement ionisant
Commandes de l'ensemble		Réglées pour fonctionnement normal

Table 2 – Test conditions

Influence quantities	Standard test conditions	Limit range and remarks
Ambient temperature	-19 °C to +25 °C -18 °C to +22 °C	a) +10 °C to +45 °C b) 0 °C to +55 °C c) -10 °C to +55 °C
Relative humidity of the air	55 % to 75 %	I: 20 % to 80 % excluding condensation II: 10 % to 90 % with condensation
Atmospheric pressure	86,0 kPa to 106,0 kPa	a) 86,0 kPa to 108,0 kPa b) 70,0 kPa to 106,0 kPa
Supply voltage: – a.c. – d.c. – stabilized d.c.	$U_N \pm 1 \%$ $U_N \pm 1 \%$ $U_N \pm 0,3 \%$	a) I: 220 V $\pm 10 \%$ b) II: 220 V $+10 \%$ $-12 \%$ c) 220 V $+15 \%$ $-20 \%$ d) 220 V $\pm 15 \%$
Mains supply frequency	$f_N \pm 2 \%$	$f_N \pm 10 \%$
Mains supply waveform	Sinusoidal	Total harmonic distortion lower than 5 %
Warm up time	$\geq 15$ min	$\pm 10 \%$
Electromagnetic field of external origin	Less than the lowest value causing interferences	
Magnetic induction of external origin	Less than the induction due to the earth's field	
Orientation of assembly	$\pm 30^\circ$	$\pm 90^\circ$ , see manufacturer
Gamma radiations	$10 \mu\text{Gy h}^{-1}$	Ionizing radiation
Assembly controls		Set for normal operation

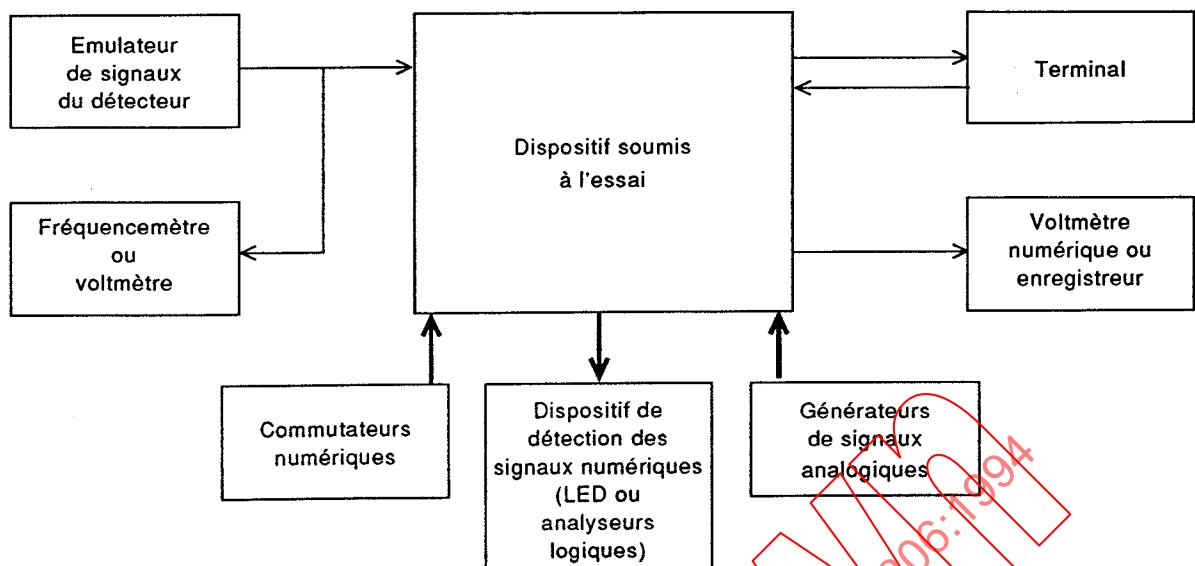


Figure 2 – Montage d'essai (1)

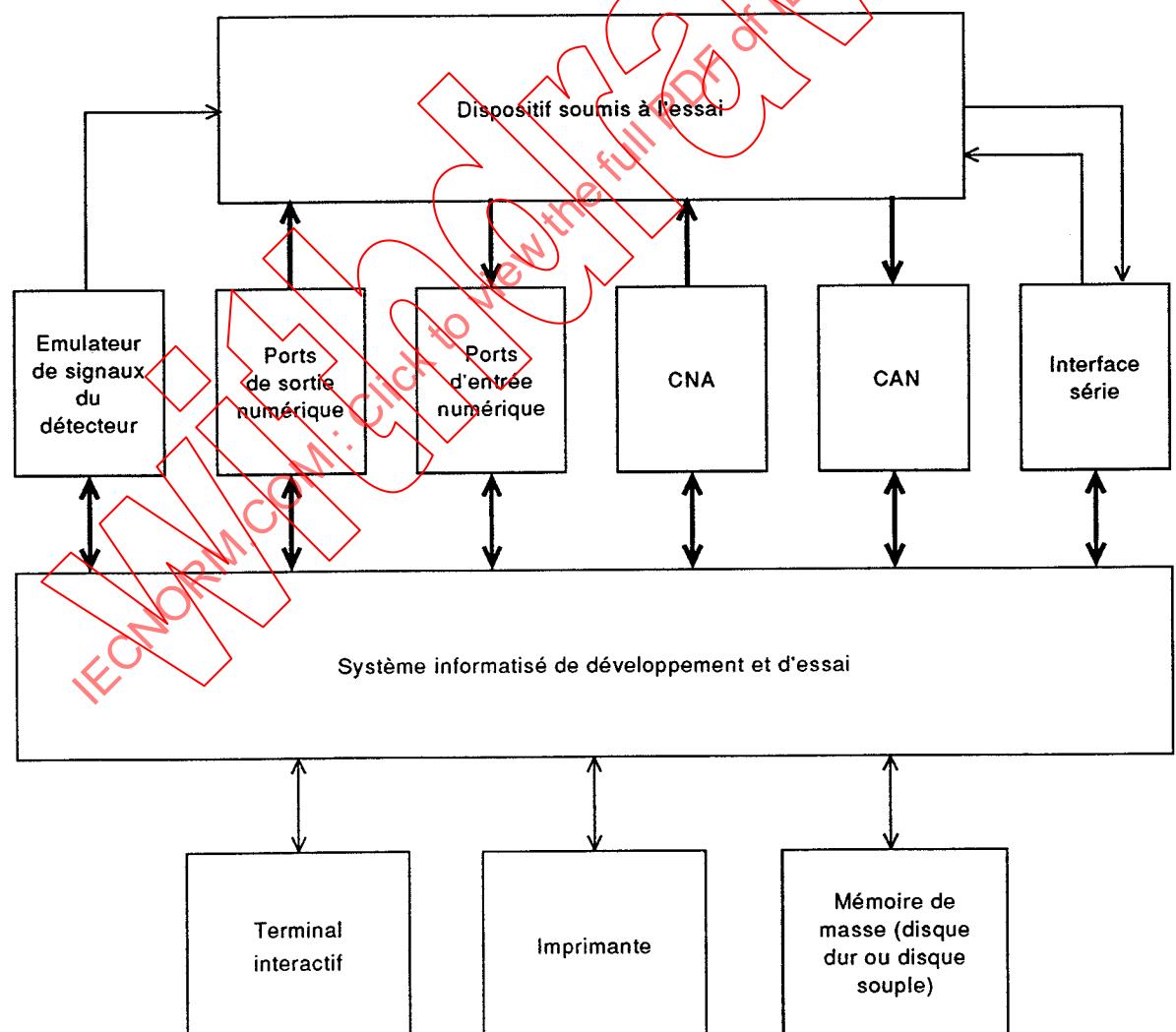


Figure 3 – Montage d'essai (2)

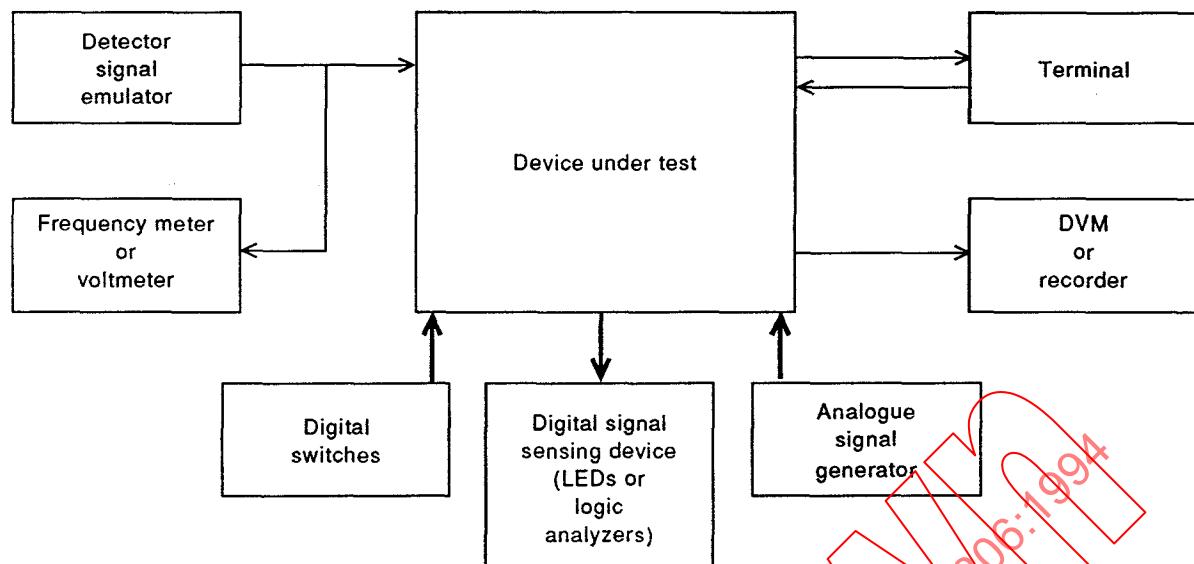


Figure 2 – Arrangement for test (1)

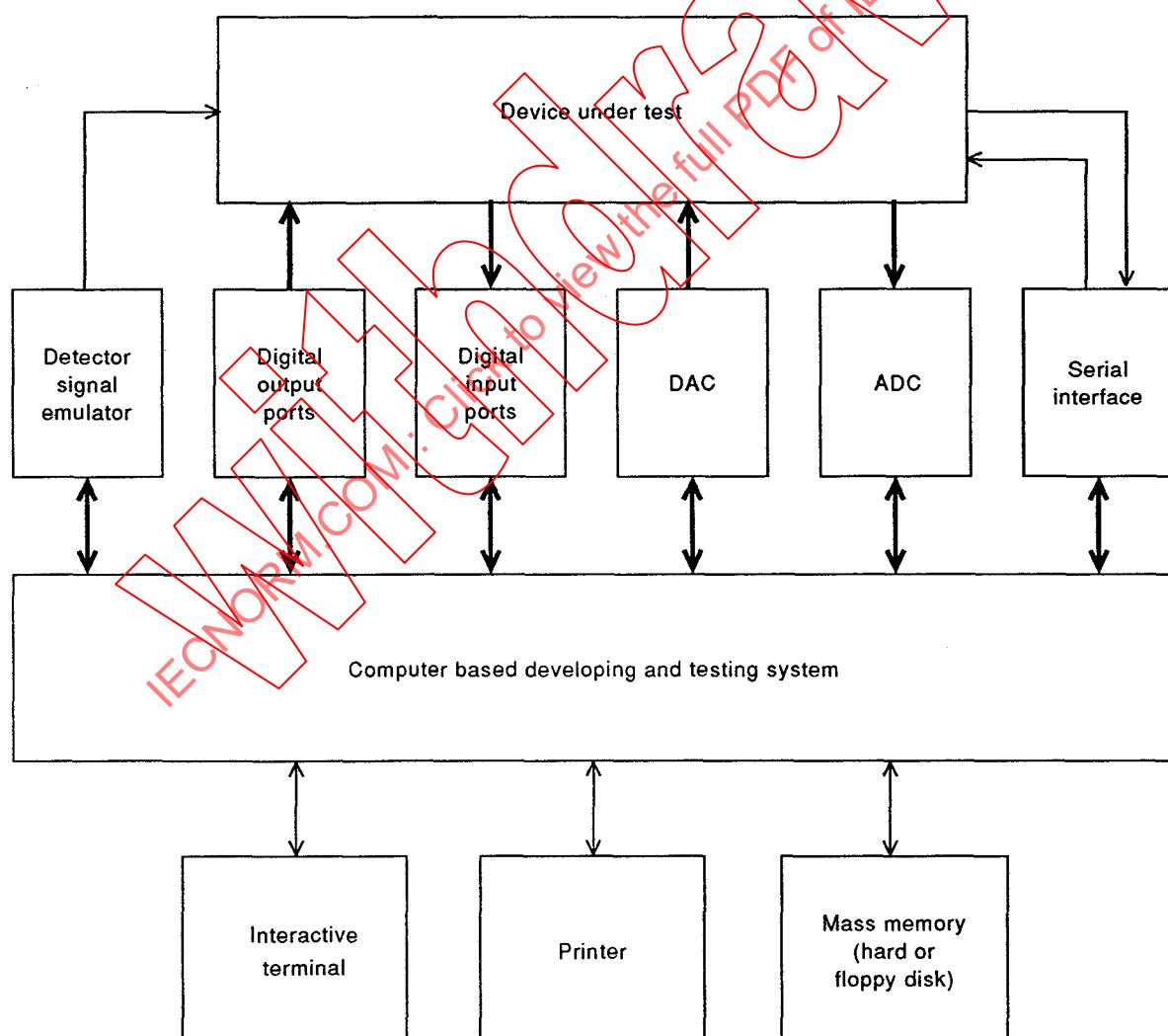


Figure 3 – Arrangement for test (2)

#### 6.4 *Objet des essais*

Les caractéristiques générales énumérées ci-après font l'objet d'essai:

- caractéristiques de mesurage:
  - fonction de transfert et erreurs connexes, c'est-à-dire la loi utilisée pour générer les sorties à partir des entrées ainsi que les erreurs correspondantes,
  - sensibilité,
  - fonctions d'alarme,
  - étendue de mesure en référence au domaine assigné des signaux d'entrée déclarés par le fabricant;
- caractéristiques supplémentaires, y compris les fonctions d'essai et de servitude;
- caractéristiques d'entrée, c'est-à-dire les limites des signaux d'entrée déclarés par le fabricant;
- caractéristiques de sortie, c'est-à-dire les limites des signaux générés par les sorties numériques et analogiques et par les interfaces de communication;
- caractéristiques temporelles, y compris le temps de réponse, le temps de résolution, le temps de restitution, le temps mort, la précision de la base de temps et la stabilité à long terme.

### 7 **Documentation**

#### 7.1 *Compte rendu d'essai de type*

Sur demande de l'acheteur, le fournisseur doit mettre à disposition un compte rendu relatif aux essais de type effectués conformément aux prescriptions de la présente norme.

#### 7.2 *Certificat du fournisseur*

Un certificat d'identification doit accompagner chaque équipement (le microprocesseur s'il est séparable et l'ensemble de l'instrument s'il ne l'est pas).

Ce certificat doit fournir au minimum les informations suivantes:

- nom du fabricant ou marque déposée;
- type et numéro de série de l'équipement;
- type de microprocesseur et fréquence d'horloge;
- version des micro-instructions et sa structure matérielle;
- les signaux d'entrée, leurs caractéristiques et limites;
- les signaux de sortie, leurs caractéristiques et limites;
- les fonctions de transfert mises en oeuvre;
- les caractéristiques d'affichage des données, y compris les unités choisies;
- les connecteurs d'entrée et de sortie.

#### 7.3 *Manuel de fonctionnement et de maintenance*

Chaque équipement doit être accompagné d'un manuel d'instruction approprié, conforme à la CEI 1187.

#### 6.4 Object of tests

The following general characteristics are objects of test:

- measure characteristics
  - transfer function and related errors, that is the law followed to generate the outputs from the inputs and the associated errors,
  - sensitivity,
  - alarm function,
  - measuring range referred to the rated range of input signals stated by the manufacturer;
- additional characteristics including test and auxiliary functions;
- input characteristics, that is the limits of the input signals, stated by the manufacturer;
- output characteristics, that is the limits of the signals generated by digital and analogue outputs, and by communication interfaces;
- time characteristics, including response time, resolution time, recovery time, dead time, time base accuracy, long time stability.

### 7 Documentation

#### 7.1 Type test report

The supplier shall make available, at the request of the purchaser, a report on the type tests carried out to the requirements of this standard.

#### 7.2 Certificate of the supplier

A certificate of identification shall accompany each equipment (the microprocessor if separable and the whole instrument if not).

It shall give at least the following information:

- manufacturer's name or registered trade mark;
- type and serial number of the equipment;
- type of microprocessor and clock frequency;
- version of firmware and its hardware structure;
- input signals characteristics and their limits;
- output signals characteristics and their limits;
- transfer functions implemented;
- data readout characteristics including adopted units;
- input/output connectors.

#### 7.3 Operation and maintenance manual

Each equipment shall be supplied with an appropriate instruction manual in accordance with IEC 1187.

## 8 Ictomètre modulaire à microprocesseur

### 8.1 Conception et qualités de fonctionnement

Un ictomètre à microprocesseur peut être considéré comme un ictomètre numérique ainsi que comme un ictomètre analogique mais il est cependant admis que les qualités de fonctionnement assurées soient supérieures à celles de ces derniers.

Le schéma fonctionnel de la figure 4 illustre une configuration possible d'un ictomètre modulaire à microprocesseur.

Ces équipements sont à considérer comme des instruments autonomes et par conséquent ils doivent être contenus dans un système modulaire conforme aux normes mécaniques.

Il est admis d'adopter des modules «non standards» en cas d'accord spécial entre le fabricant et l'acheteur.

### 8.2 Caractéristiques et méthodes d'essai

#### 8.2.1 Caractéristiques d'entrée

##### a) Prescription

Le fabricant doit indiquer les caractéristiques du signal d'entrée (amplitude minimale et maximale, temps de montée et de descente, durée, forme, polarité, impédance) ainsi que les tolérances applicables qui doivent être vérifiées.

##### b) Méthode d'essai

Un générateur, permettant de fournir un signal ayant des caractéristiques que l'opérateur peut faire varier dans les limites indiquées par le fabricant, peut être raccordé à l'entrée de l'ictomètre soumis à l'essai.

L'ictomètre soumis à l'essai doit donner, à toutes les sorties, la même réponse (dans les limites de l'erreur intrinsèque des éléments de sortie) relative à toute variation des caractéristiques d'entrée, dans les limites des tolérances indiquées.

#### 8.2.2 Influence des champs de fort rayonnement gamma et neutron

##### a) Prescription

Si l'ensemble est à utiliser pour des raisons de sécurité dans des zones exposées à des champs de fort rayonnement (gamma ou neutron), le type de qualification appropriée doit être certifié par le fournisseur, comme convenu avec l'acheteur.

##### b) Méthode d'essai

La méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur.

#### 8.2.3 Fonctions d'alarme

##### a) Prescription

Le fabricant doit indiquer les modes et les tolérances relatives à l'action des circuits de seuil.

##### b) Méthode d'essai

Cet essai doit être effectué sur chaque seuil réglable.

Le domaine d'indication de l'équipement sur lequel agit le détecteur de seuil doit être déterminé au moyen d'un générateur de signaux électroniques approprié.

## 8 Modular microprocessor ratemeter

### 8.1 Design and performance

A microprocessor ratemeter may be considered a digital ratemeter, as well as an analogue ratemeter, but it may provide performance superior to either of them.

The block diagram of figure 4 shows a possible configuration of a modular microprocessor ratemeter.

The equipment is to be considered as a stand-alone instrument, therefore it shall be contained in a modular system complying with mechanical standards.

"Non standard" modules may be adopted in case of special agreement between manufacturer and purchaser.

### 8.2 Characteristics and test methods

#### 8.2.1 Input characteristics

##### a) Requirement

The manufacturer shall indicate the input signal characteristics (minimum and maximum amplitude, rise and fall time, duration, shape, polarity, impedance) and their tolerances, which shall be verified.

##### b) Test method

To the input of the ratemeter under test may be connected a generator able to give a signal having characteristics that the operator may vary within the limits indicated by the manufacturer.

The ratemeter under test shall give, at all the outputs, the same response (within the intrinsic error of the output elements) regarding any variation of the input characteristics within the indicated tolerances.

#### 8.2.2 Influence of strong gamma and neutron radiation fields

##### a) Requirement

If the assembly is to be used for safety purposes in areas where strong radiation fields (gamma and/or neutron) is present, then the appropriate qualification shall be certified by the supplier, as agreed with the purchaser.

##### b) Test method

This shall be subject to agreement between supplier and purchaser.

#### 8.2.3 Alarm functions

##### a) Requirement

The manufacturer shall indicate the modes and the tolerances related to threshold circuitry action.

##### b) Test method

This test shall be performed on each adjustable threshold.

Using an appropriate electronic signal generator, the range of indication of the equipment over which the threshold detector operates shall be determined.

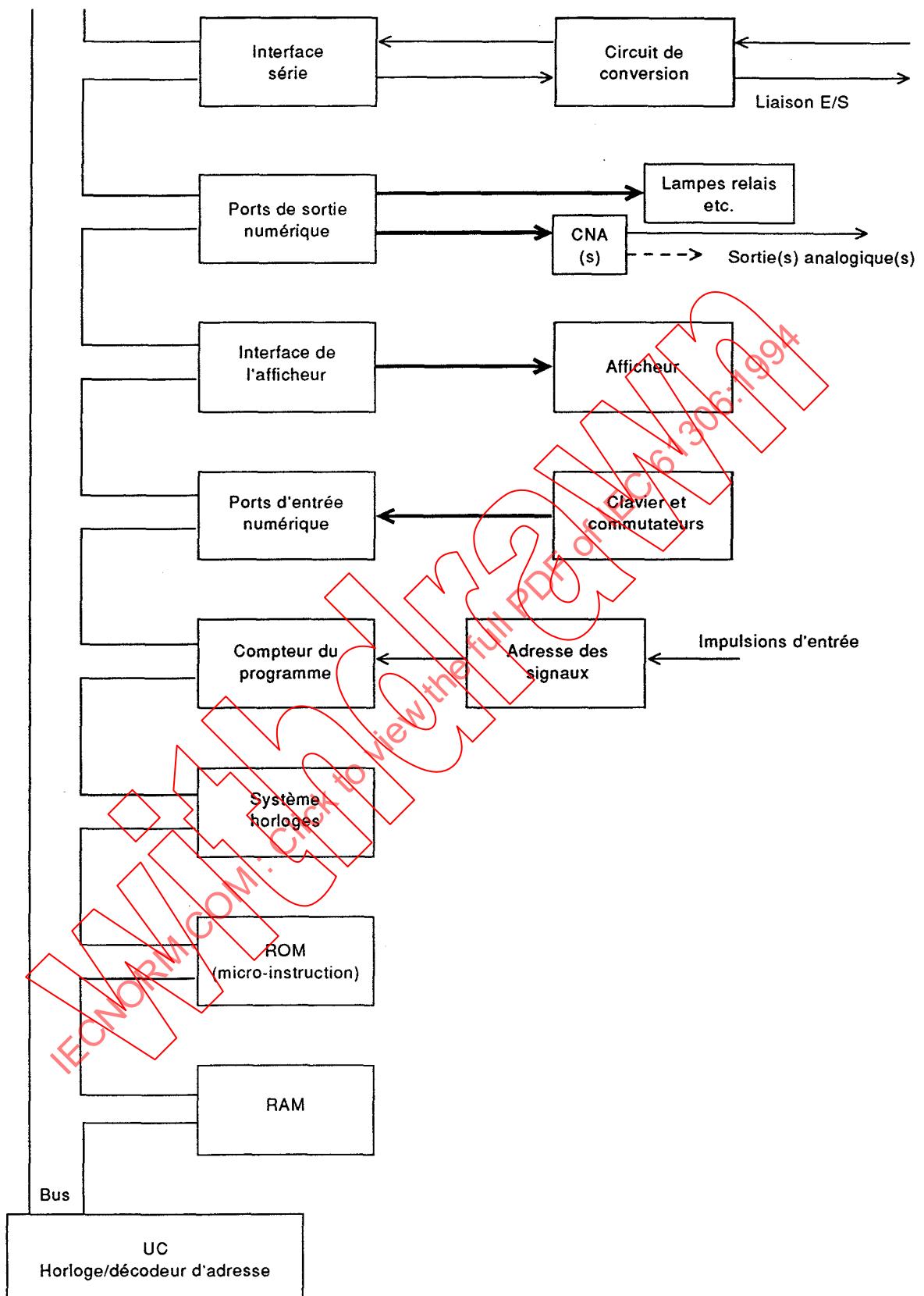


Figure 4 – Configuration possible d'un ictomètre modulaire piloté par microprocesseur

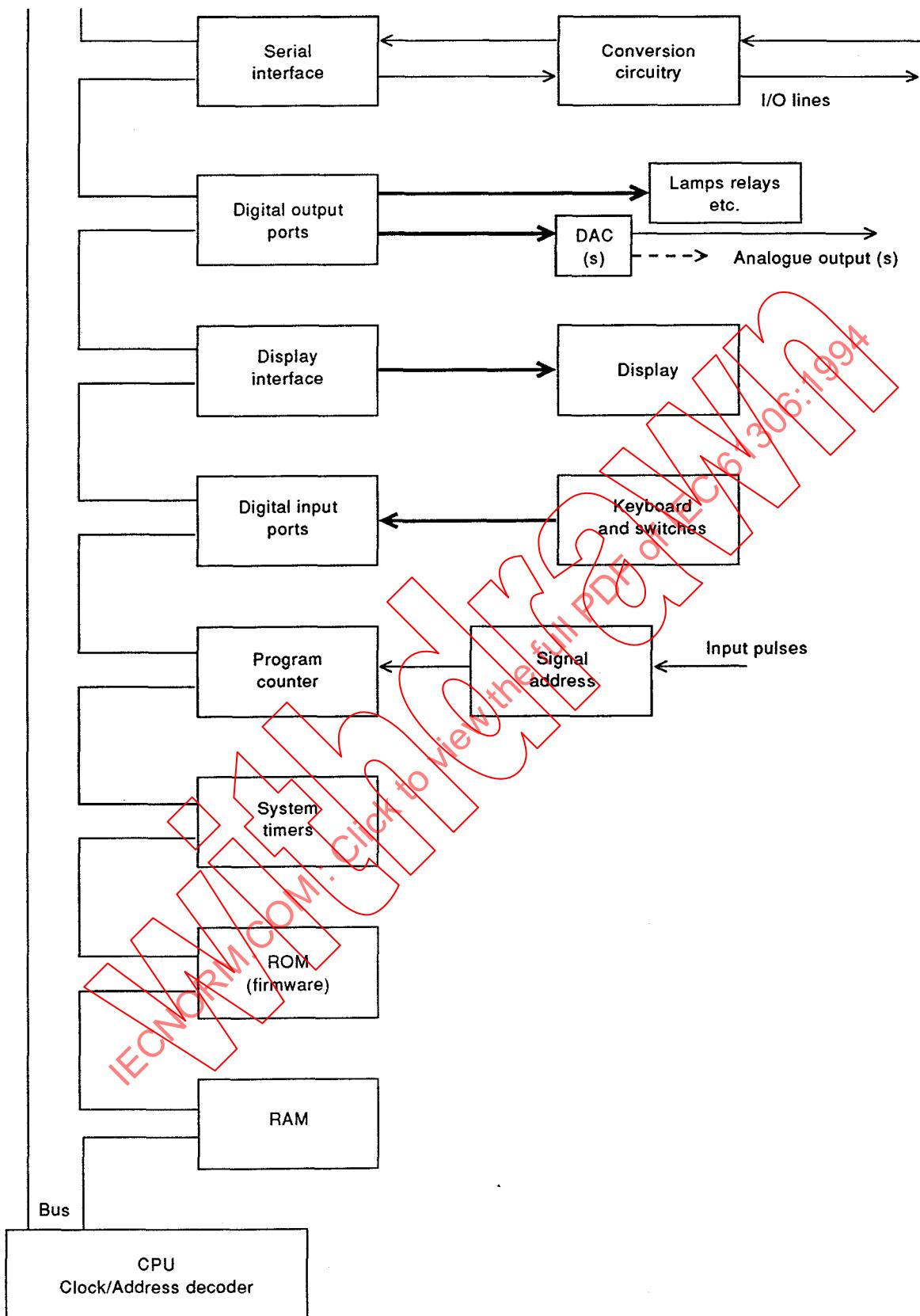


Figure 4 – Possible configuration of modular microprocessor ratemeter

#### 8.2.4 Temps de réponse

##### a) Prescription

Le temps de réponse doit être tel que, en cas de modification soudaine du débit d'entrée, l'indication soit modifiée d'une valeur donnée par la formule

$$N_1 + 0,63 (N_2 - N_1)$$

dans un délai inférieur à celui qui est spécifié par le fabricant ( $N_1$  est l'indication initiale et  $N_2$  l'indication finale).

##### b) Méthode d'essai

L'essai doit être effectué par injection à l'entrée d'un signal électrique approprié.

Les débits initial et final doivent différer d'un facteur de  $10 \pm 0,5$  et les mesures doivent être effectuées tant pour une augmentation que pour une diminution du débit. La valeur initiale  $N_1$  ne doit pas différer de plus de 10 fois la valeur maximale de la seconde décade la plus significative du domaine déclaré.

#### 8.2.5 Temps de préchauffage

##### a) Prescription

Le temps de préchauffage doit être indiqué par le fabricant.

##### b) Méthode d'essai

L'équipement étant hors tension, brancher à l'entrée un générateur d'impulsions réglé sur une fréquence égale à 50 % de la valeur nominale maximale.

Mettre l'équipement sous tension et noter les valeurs obtenues toutes les 10 s, jusqu'à 5 min après la mise sous tension.

Relever suffisamment de valeurs 5 min après la mise sous tension et utiliser la valeur moyenne des mesures relevées comme étant la «valeur finale» de l'indication.

Sur le graphe de variation de l'indication en fonction du temps, tracer une courbe progressive qui convient le mieux aux indications observées. Sur la courbe, relever le temps correspondant à l'indication dans les limites de 10 % de cette «valeur finale».

Il convient que le temps ainsi obtenu soit égal ou inférieur au temps de préchauffage indiqué par le fabricant.

#### 8.2.6 Saturation

##### a) Prescription

Pour les débits d'entrée supérieurs à la valeur nominale maximale assignée par le fabricant, l'indication de l'équipement doit représenter l'état hors échelle et doit demeurer ainsi.

Le fabricant doit déclarer le temps nécessaire à l'équipement pour qu'il revienne à l'affichage dans l'échelle de mesurage appropriée, une fois la saturation terminée (un temps maximal de 1 min est suggéré).

##### b) Méthode d'essai

L'équipement doit être soumis à une fréquence d'entrée supérieure à 10 fois la valeur maximale admise.

L'indication doit rester dans l'état hors échelle.

Lorsque cette situation a cessé, le temps nécessaire pour que l'équipement revienne à la situation dans l'échelle doit être inférieur à celui déclaré.

#### 8.2.4 Response time

##### a) Requirement

The response time shall be such that, if there is a sudden change in the input rate, the indication will be changed to the value given by:

$$N_1 + 0,63 (N_2 - N_1)$$

in less than the time specified by the manufacturer ( $N_1$  is the initial indication and  $N_2$  the final indication).

##### b) Test method

The test shall be carried out by the injection of a suitable electrical signal into the input.

The initial and final rates shall differ by a factor of  $10 \pm 0,5$  and measurements shall be carried out for both an increase and a decrease in the rate. The initial value  $N_1$  shall not differ by more than 10 times from the maximum value of the second most significant decade of the stated range.

#### 8.2.5 Warm up time

##### a) Requirement

The warm up time shall be stated by the manufacturer.

##### b) Test method

With the equipment switched off, connect a pulser to the input, set to a frequency equal to 50 % of the maximum rated value.

Switch on the equipment and note the readings every 10 s up to 5 min after switching on.

Take sufficient readings 5 min after switching on and use the mean value of these as the "final value" of the indication.

On the graph of the variation of indication as a function of time, draw a smooth curve that is best fit to the observed indications. From the curve, read the time corresponding to the indication that is within 10 % of this "final value".

This time should be equal or less than the warm up time stated by the manufacturer.

#### 8.2.6 Saturation

##### a) Requirement

For input rates greater than the maximum value rated by the manufacturer, the indication of the equipment shall show the off-scale situation and shall remain so.

The manufacturer shall state the time taken for the equipment to return to the appropriate on-scale reading when the saturation has ceased. (1 min maximum is suggested).

##### b) Test method

The equipment shall be submitted to an input frequency equal to 10 times the maximum admitted value.

The indication shall remain in the off-scale status.

When this condition has ceased, the time to return to on-scale situation shall be less than that stated.

#### 8.2.7 *Alimentation*

##### a) Prescription

Les équipements fonctionnant sur courant alternatif doivent être conçus pour fonctionner à partir d'une tension d'alimentation alternative monophasée, comprise dans l'une des catégories suivantes, conformément à la CEI 293:

- Série I: 220 V;
- Série II: 120 V et/ou 240 V.

L'équipement doit être capable de fonctionner à partir d'un réseau ayant une tolérance de tension d'alimentation de +10 % à -12 % et une tolérance de fréquence d'alimentation de 47 Hz à 51 Hz (valeurs alternatives 57 Hz à 61 Hz).

L'indication ne doit pas varier de plus de  $\pm 2$  % par rapport à ces conditions d'alimentation.

##### b) Méthode d'essai

La tension d'alimentation étant à sa valeur nominale, relever la moyenne de 10 mesures successives à des intervalles de 1 min. Relever 10 mesures lorsque la tension d'alimentation est de 10 % supérieure à la valeur nominale et 10 mesures lorsque la tension d'alimentation est de 12 % inférieure à la valeur nominale.

Les valeurs moyennes ne doivent pas différer de plus de  $\pm 2$  % de la valeur obtenue à la tension nominale.

La même procédure doit être appliquée pour les essais de fréquence, les valeurs applicables étant de 47 Hz et 51 Hz (ou 57 Hz et 61 Hz) et la valeur nominale.

#### 8.2.8 *Caractéristiques mécaniques – Chocs*

##### a) Prescription

Si l'équipement est à utiliser dans des zones susceptibles de subir des tremblements de terre, il est recommandé que l'acheteur et le fabricant conviennent d'essais appropriés.

##### b) Méthode d'essai

La méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

#### 8.2.9 *Température ambiante*

##### a) Prescription

Dans les plages de température spécifiées par le fabricant, l'indication doit rester dans les limites admises. Les limites de variation d'indication doivent être de  $\pm 5$  %.

##### b) Méthode d'essai

Cet essai doit normalement être effectué dans une enceinte climatique et ne peut l'être de cette manière qu'après s'être assuré que l'instrumentation est insensible au changement du degré d'humidité.

Pour cet essai, l'équipement doit être relié à un générateur d'impulsions afin de fournir un débit d'entrée de 10 % du débit maximal. La température doit être maintenue à chacune de ces valeurs extrêmes pendant 12 h et l'indication de l'équipement mesurée pendant les 30 dernières minutes de cette période doit rester dans les limites autorisées.

### 8.2.7 Power supply

#### a) Requirement

A.C. operated equipment shall be designed to operate from single-phase a.c. supply voltage in one of the following categories in accordance with IEC 293:

- Series I: 220 V
- Series II: 120 V and/or 240 V.

The equipment shall be capable of operating from mains with a supply voltage tolerance of from +10 % to -12 % and a supply frequency tolerance of 47 Hz to 51 Hz (alternative values 57 Hz to 61 Hz).

The indication shall not vary by more than  $\pm 2$  % over these supply conditions.

#### b) Test method

With the supply voltage at its nominal value take the mean of 10 successive readings at intervals of 1 min. Take 10 readings with the supply voltage 10 % above and 10 readings with the supply voltage 12 % below the nominal value.

The mean values shall not differ from that obtained with nominal voltage by more than  $\pm 2$  %.

The same procedure has to be applied for frequency test, with its values at 47 Hz and 51 Hz (or 57 Hz and 61 Hz) and at the nominal value.

### 8.2.8 Mechanical characteristics - Shocks

#### a) Requirement

If the equipment is to be used in areas where earthquakes can occur, then appropriate tests should be agreed between purchaser and manufacturer.

#### b) Test method

This shall be subject to agreement between manufacturer and user.

### 8.2.9 Ambient temperature

#### a) Requirement

Over the ranges of temperature specified by the manufacturer, the indication shall remain within the allowed limits. The limits of variation of indication shall be within  $\pm 5$  %.

#### b) Test method

This test shall normally be carried out in a climatic chamber, and can be carried out in this manner only after it is ensured that the instrumentation is insensitive to changes in humidity.

For this test, the equipment shall be connected to a pulse generator in order to provide an input rate of 10 % of the maximum. Then the temperature shall be maintained at each of its extreme values for 12 h, and the indication of the equipment measured during the last 30 min of this period shall remain within the allowed limits.

#### 8.2.10 *Humidité relative*

##### a) Prescription

La variation de l'indication due aux effets de l'humidité relative doit être inférieure à  $\pm 5\%$ .

Il n'est pas nécessaire de spécifier que ce type d'instrument est étanche. Si tel est le cas, le fabricant doit indiquer les mesures à prendre pour éviter la pénétration d'humidité et décrire les essais utilisés et les résultats obtenus pour démontrer l'efficacité du système d'étanchéité.

##### b) Méthode d'essai

L'essai doit être effectué à une température de  $+35^{\circ}\text{C}$ , dans une enceinte climatique. Pour cet essai, l'équipement doit être relié à un générateur d'impulsions permettant d'obtenir un débit d'entrée de 10 % du débit maximal.

L'humidité doit ensuite être maintenue à chacune de ces valeurs extrêmes pendant 12 h et l'indication de l'équipement doit être notée pendant les 30 dernières minutes de cette période. La variation admise de  $\pm 5\%$  de l'indication ne s'ajoute pas aux variations admises du fait de la température seule.

#### 8.2.11 *Lisibilité de l'affichage*

##### a) Prescription

Le fabricant doit indiquer les conditions limites dans lesquelles le dispositif de visualisation peut être lu.

L'angle de vue, la distance maximale, les limites d'éclairage ambiant et les rapports (le cas échéant) entre ces éléments doivent être indiqués.

##### b) Méthode d'essai

La méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

#### 8.2.12 *Etanchéité*

##### a) Prescription

Le fabricant doit indiquer les précautions à prendre pour éviter la pénétration d'humidité et d'eau, et décrire les essais utilisés ainsi que les résultats obtenus pour démontrer l'efficacité du système d'étanchéité.

##### b) Méthode d'essai

La méthode d'essai est fournie par le fabricant.

#### 8.2.13 *Champs électromagnétiques externes*

Sauf si des précautions particulières sont prises dans sa conception, l'équipement peut être rendu inopérant ou fournir des indications incorrectes en présence de champs électromagnétiques externes et particulièrement en présence de champs de fréquence radioélectrique.

##### a) Prescription

Si un fabricant déclare qu'un équipement a une sensibilité négligeable aux champs électromagnétiques, le domaine de rayonnement électromagnétique dans lequel l'équipement a été soumis aux essais, ainsi que l'intensité maximale utilisée, doivent être indiqués par le fabricant.

#### 8.2.10 *Relative humidity*

##### a) Requirement

The variation in the indication due to the effect of relative humidity shall be within  $\pm 5\%$ .

It may be specified that this kind of instrument be sealed. If it is so specified, the manufacturer shall state the precautions that have been taken to prevent the ingress of moisture and describe the test and result used to demonstrate the effectiveness of the sealing.

##### b) Test method

The test shall be carried out at the temperature of  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$  using a climatic chamber. For this test the equipment shall be connected to a pulse generator in order to provide an input rate of  $10\%$  of the maximum.

Then the humidity shall be maintained at each of its extreme values for  $12\text{ h}$  and the indication of the equipment noted during the last  $30\text{ min}$  of this period. The permitted variation of  $\pm 5\%$  in the indication is not additional to the permitted variations due to temperature alone.

#### 8.2.11 *Display readability*

##### a) Requirement

The manufacturer shall state the limit condition in which the visualization device can be read.

The angle view, the maximum distance, the ambient illumination limits and the relation (if existing) between them, shall be indicated.

##### b) Test method

This shall be subject to agreement between manufacturer and user.

#### 8.2.12 *Sealing*

##### a) Requirement

The manufacturer shall state the precautions that have been taken to prevent the ingress of moisture and water, and describe the test and result used to demonstrate the effectiveness of the sealing.

##### b) Test method

The test method is given by the manufacturer.

#### 8.2.13 *External electromagnetic fields*

Unless special precautions are taken in the design of equipment, it may be rendered inoperative or give incorrect indications in the presence of external electromagnetic field, particularly radio-frequency fields.

##### a) Requirement

If a manufacturer claims that equipment has negligible sensitivity to electromagnetic fields, the range of electromagnetic radiation in which the equipment has been tested shall be stated by the manufacturer, together with the maximum intensity used.

**b) Méthode d'essai**

Du fait de la large gamme de fréquences et de types de rayonnements électromagnétiques qui peuvent être rencontrés, les méthodes d'essai ne sont pas spécifiées dans la présente norme.

Elles doivent faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur. Il est nécessaire de prêter une attention particulière à la détection d'une éventuelle augmentation de la réponse à une fréquence particulière.

**8.2.14 Champs magnétiques externes****a) Prescription**

S'il est admis que l'indication d'un équipement puisse être influencée par la présence de champs magnétiques externes, un avertissement doit être fourni à cet effet par le fabricant qui doit également l'indiquer dans le manuel d'instruction.

**b) Méthode d'essai**

Cette méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

**8.2.15 Stockage****a) Prescription**

Tous les équipements destinés à être utilisés dans des régions tempérées doivent être conçus pour fonctionner dans les limites de la spécification, après stockage (ou transport) pendant une période d'au moins trois mois dans l'emballage du fabricant à toute température comprise entre -40 °C et +70 °C. Dans certaines circonstances, il est possible de prescrire des spécifications plus sévères telles que la capacité de supporter le transport par voie aérienne à de basses pressions ambiantes.

**b) Méthode d'essai**

Cette méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

**8.2.16 Temps de résolution****a) Prescription**

Le fabricant doit indiquer le temps de résolution de l'équipement.

Le temps de résolution doit être compatible avec le débit d'entrée maximal déclaré et avec les pertes de comptage enregistrées à un tel débit.

Des pertes de comptage inférieures ou égales à 3 % ne sont exigées que pour des instruments de très haute précision. Pour des applications moins complexes, des pertes de comptage ne dépassant pas 5 %, voire 10 %, constituent des valeurs suffisamment bonnes.

Il est également possible d'obtenir ces limites au moyen d'un sous-programme de traitement automatique.

**b) Méthode d'essai**

Le temps de résolution doit être indiqué au moyen d'un générateur capable de fournir des impulsions à intervalles programmables.

Les pertes de comptage doivent être indiquées au moyen d'un compteur d'impulsions ou de fréquences, dont la résolution temporelle est d'au moins 10 fois supérieure à celle de l'instrument soumis à l'essai.

b) Test method

Owing to the great range of frequencies and types of electromagnetic radiation that may be encountered, the methods of test are not specified in this standard.

They shall be subject to agreement between manufacturer and user. Particular care shall be taken to detect any enhanced response at a particular frequency.

**8.2.14 *External magnetic fields***

a) Requirement

If the indication of an equipment may 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.

b) Test method

This shall be subject to agreement between manufacturer and user.

**8.2.15 *Storage***

a) Requirement

All equipment designed for use in temperate regions shall be designed to operate within the specification following storage (or transport) for a period of at least three months in the manufacturer's packaging at any temperature between -40 °C and +70 °C. In certain circumstances, more severe specifications may be required such as capability of withstanding air transport at low ambient pressure.

b) Test method

This shall be subject to agreement between manufacturer and user.

**8.2.16 *Resolution time***

a) Requirement

The manufacturer shall state the resolution time of the equipment.

The resolution time shall be compatible with the maximum stated input rate and the counting losses at that rate.

Counting losses less or equal to 3 % are only necessary for instruments with a very high precision. For not so sophisticated applications sufficient good values are counting losses of not more than 5 % or also 10 %.

These limits can also be obtained by means of an automatic processing routine.

b) Test method

The resolution time shall be stated by means of a generator capable of providing pulses with programmable delay between them.

Counting losses shall be stated by means of a pulse or frequency counter with a time resolution of at least ten times better than that of the instrument under test.

#### 8.2.17 *Caractéristiques de sortie*

##### a) Prescription

Les caractéristiques des signaux de sortie générés par l'équipement ainsi que les tolérances applicables doivent être indiquées par le fabricant.

Les sorties peuvent être des types suivants:

- sorties analogiques (dont les impédances, la charge et la plage doivent être indiquées);
- sorties numériques permettant la communication de données (la norme électrique et le protocole de communication doivent être indiqués);
- sorties d'indication d'état, dont les caractéristiques électriques (isolement, tension, courant) doivent être indiquées.

##### b) Méthode d'essai

Un générateur d'impulsions étant relié à l'entrée, il est admis d'utiliser un voltmètre numérique pour essayer les sorties analogiques et une unité périphérique (terminal ou imprimante) pour essayer les sorties numériques.

Les sorties d'indication d'état peuvent être essayées au moyen de générateurs de tension ou de courant et de charges appropriés.

#### 8.2.18 *Effets des transitoires d'alimentation*

##### a) Prescription

L'équipement doit supporter une courte interruption de l'alimentation d'une durée d'au moins 10 ms sans interruption de son fonctionnement normal et sans donner lieu à d'éventuelles indications d'alarme.

L'effet des interruptions d'alimentation plus longues doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'acheteur.

L'équipement doit être capable de supporter des surtensions transitoires à phase aléatoire sur chacune des polarités de l'alimentation sans dommage et sans que les qualités de fonctionnement ne sortent de la spécification. Ces transitoires peuvent être soit de mode commun, soit de mode série et doivent être supposés atteindre les lignes d'alimentation par l'intermédiaire d'une impédance de  $50 \Omega$ . Les amplitudes de crête sont exprimées en pourcentages de la tension d'alimentation comme suit (pour les besoins d'application de ces valeurs, il est admis de supposer que les transitoires sont des demi-ondes ou des ondes sinusoïdales et que leur durée est mesurée à 50 % de l'amplitude de crête):

- amplitude (pour-cent de l'alimentation) 100 – durée 10 ms;
- amplitude (pour-cent de l'alimentation) 200 – durée 1 ms;
- amplitude (pour-cent de l'alimentation) 300 – durée 0,02 ms;
- amplitude (pour-cent de l'alimentation) 500 – durée 0,005 ms.

##### b) Méthode d'essai

L'entrée de l'alimentation réseau de l'équipement soumis à l'essai doit être interrompue pour une période d'au moins 10 ms.

L'équipement doit fonctionner et fournir des indications correctes sans interruption ou réinitialisation par l'opérateur.

L'essai doit être recommandé 10 fois de manière aléatoire, en couvrant tous les modes de fonctionnement.

### 8.2.17 *Output characteristics*

#### a) Requirement

The characteristics of the output signals generated by the equipment, along with their tolerances, shall be indicated by the manufacturer.

The outputs may be of the following types:

- analogue outputs (for which impedances, load and range shall be indicated);
- digital outputs suited for data communication (for which the electrical standard and the communication protocol shall be indicated);
- status outputs, for which the electrical characteristics (isolation, voltage, current) shall be indicated.

#### b) Test methods

With a pulse generator at the input, a digital voltmeter may be used to test the analogue outputs and a peripheral device (terminal or printer) may be used to test the digital outputs.

The status outputs may be tested by means of the appropriate voltage/current generators and loads.

### 8.2.18 *Power supply transient effects*

#### a) Requirement

The equipment shall withstand a short interruption in power supply of duration of at least 10 ms without interruption of normal operation and without raising any alarm indications.

The effect of longer interruptions to supply shall be by agreement between manufacturer and purchaser.

The equipment shall be capable of withstanding randomly-phased transient overvoltages of either polarity on the power supply without damage and without the performance being outside the specification. These transients may be either common-mode or series-mode and shall be assumed to reach the supply lines via an impedance of  $50 \Omega$ . Peak amplitudes are expressed as percentages of the supply voltage as follows (for the purpose of applying these values it may be assumed that the transients are half sine-wave or sine wave and that the duration is measured at 50 % of peak amplitude):

- amplitude (per cent of supply) 100 – duration 10 ms;
- amplitude (per cent of supply) 200 – duration 1 ms;
- amplitude (per cent of supply) 300 – duration 0,02 ms;
- amplitude (per cent of supply) 500 – duration 0,005 ms.

#### b) Test method

The mains supply input to the equipment under test shall be interrupted for a period of at least 10 ms.

The equipment shall function and indicate correctly without interruption or resetting by the operator.

The test shall be repeated 10 times at random, covering all modes of operation.

Des impulsions à phase aléatoire de forme d'onde semi-sinusoidale doivent être injectées dans le circuit d'entrée réseau, l'équipement étant en fonctionnement.

L'équipement doit être soumis à au moins 10 impulsions à transition positive, suivies par un nombre similaire d'impulsions à transition négative appliquées au hasard et choisies conformément aux prescriptions de l'acheteur, sur la base des valeurs mentionnées ci-dessus.

L'équipement doit fonctionner et fournir des indications correctes sans interruption ou réinitialisation par l'opérateur.

#### 8.2.19 *Fiabilité*

Lorsque la durée totale des essais est suffisante, il est possible de calculer la MTBF (moyenne des temps de bon fonctionnement) estimée sur la base des temps observés entre défaillances, pendant l'ensemble des essais effectués dans le domaine nominal d'utilisation.

Lorsqu'une valeur de MTBF estimée est déclarée, il est nécessaire de spécifier l'essai et le niveau de confiance auquel il fait référence.

Dans certains cas, il est possible de déclarer une valeur totale de la MTBF estimée correspondant à la durée totale des essais à haute température et des autres essais. Cependant, il est nécessaire de présenter cette valeur comme étant applicable à des conditions nominales usuelles, ce qui est inévitablement pessimiste.

#### 8.2.20 *Période de vieillissement*

La période de vieillissement est une période pendant laquelle les équipements fonctionnent afin de déceler et d'éliminer les unités qui sont susceptibles de défaillance prématuée.

Les défaillances prématuées sont supposées avoir été éliminées pendant la période de vieillissement de telle sorte que les défaillances observées pendant l'essai puissent normalement être prises en compte dans le critère de décision.

La période de vieillissement, qui fait partie du processus de fabrication, sera laissée au choix du fabricant.

Il peut être souhaitable de soumettre les équipements aux mêmes contraintes que celles des essais de type. Le compte rendu de cette opération sera si nécessaire mis à la disposition du client.

Les essais de fiabilité sont destinés à s'assurer que les critères de fiabilité sont remplis et sont utiles pour la mise en oeuvre de divers procédés d'amélioration de la fiabilité observée.

### 9 **Stations de surveillance locale de rayonnement pilotées par microprocesseur**

#### 9.1 *Conception et qualités de fonctionnement*

La figure 5 peut être considérée comme explicative d'une implantation type de station de surveillance locale de rayonnement pilotée par microprocesseur.

Randomly-phased pulses of half sine wave form shall be injected into the mains input circuit, with the equipment in operation.

The equipment shall be subjected to at least 10 positive-going pulses, followed by a similar number of negative-going pulses applied at random and selected to the requirements of the purchaser from the values quoted above.

The equipment shall function and indicate correctly without interruption or resetting by the operator.

#### 8.2.19 *Reliability*

When the total duration of the tests is sufficient, it is possible to calculate the assessed MTBF (mean time between failures) from the times between failures observed, during all the tests performed in the rated range of use.

When an assessed MTBF value is stated, it is necessary to specify the test and the confidence level to which it is related.

In some cases it is possible to state a total value of the assessed MTBF corresponding to the total duration of the tests at high temperature and of the other tests. But, it is necessary to present this value as applying to usual rated conditions, which is inevitably pessimistic.

#### 8.2.20 *Ageing period*

The ageing period is a period in which equipment is operated to discover and eliminate those units which will be subject to early failure.

The early failures are assumed to have been eliminated during the ageing period so that the failures observed during the test can normally be taken into account in the decision criteria.

The ageing period which is part of the manufacturing process, will be left to the wish of the manufacturer.

It might be desirable to subject the equipment to the same constraints as those of type tests. If necessary, the report of this operation will be made available to the customer.

Reliability tests aim to check that the reliability criteria are fulfilled and are useful in order to put into effect various processes for improving the observed reliability.

### 9 **Microprocessor based local stations for radiation monitoring**

#### 9.1 *Design and performance*

Figure 5 may be considered explanatory as regards the typical layout of a microprocessor based local station for radiation monitoring.