

**SPECIFICATION
TECHNIQUE**

**TECHNICAL
SPECIFICATION**

**CEI
IEC**

TS 62098

Première édition
First edition
2000-11

**Méthodes d'évaluation pour instruments
à microprocesseur**

**Evaluation methods for microprocessor-
based instruments**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TS 62098:2001

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI (www.iec.ch)**
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site (www.iec.ch)**
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

SPECIFICATION
TECHNIQUE

TECHNICAL
SPECIFICATION

CEI
IEC

TS 62098

Première édition
First edition
2000-11

**Méthodes d'évaluation pour instruments
à microprocesseur**

**Evaluation methods for microprocessor-
based instruments**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION.....	8
1 Généralités.....	10
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Références normatives.....	10
1.3 Définitions	10
2 Développements en instrumentation	12
3 Considérations concernant l'évaluation.....	14
3.1 Approche système.....	14
3.2 Matrice d'évaluation	16
3.3 Zone limite (interfaces).....	20
4 Technologie d'évaluation.....	20
4.1 Analyse de l'instrument	20
4.2 Instruments sur une liaison de communication numérique	30
4.3 Identification des propriétés des instruments.....	32
4.4 Conditions d'influence et essais	42
Annexe A (normative) Considérations pour mesurer la précision.....	62
Annexe B (informative) Mesures de l'écart permanent d'une boucle de régulation.....	64
Annexe C (informative) Résolution et perte de l'action intégrale.....	66
Annexe D (informative) Mise à zéro de l'intégrateur par la protection anti-saturation.....	68
Annexe E (informative) Exemple pratique de matrice d'évaluation.....	72
Bibliographie.....	76
Figure 1 – Modèle de système générique.....	16
Figure 2 – Modèle de matrice d'évaluation	18
Figure 3 – Flux des données fonctionnelles en E/S de l'instrument	20
Figure 4 – Modèle d'instrument générique	22
Figure 5 – Modèle générique de système avec une liaison de communication numérique	32
Figure 6 – Essai de vérification du fonctionnement	32
Figure 7 – Essai de vérification du fonctionnement	34
Figure B.1 – Sous-systèmes – Consigne entrée	64
Figure D.1 – Effets de la mise à zéro de l'intégrateur par la protection anti-saturation	70
Tableau 1 – Fonctions des instruments analogiques et à microprocesseur.....	14

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
1 General	11
1.1 Scope.....	11
1.2 Normative references	11
1.3 Definitions	11
2 Developments in instrumentation	13
3 Evaluation considerations	15
3.1 System approach.....	15
3.2 Evaluation matrix.....	17
3.3 Boundary area (interfaces).....	21
4 Evaluation technology.....	21
4.1 Instrument analysis.....	21
4.2 Instruments on a digital communication link	31
4.3 Identification of instrument properties	33
4.4 Influencing conditions and related tests.....	43
Annex A (normative) Considerations on measuring accuracy	63
Annex B (informative) Offset measurements of controllers.....	65
Annex C (informative) Resolution and loss of integral action	67
Annex D (informative) Reset wind-up protection	69
Annex E (informative) Practical example of evaluation matrix	73
Bibliography.....	77
Figure 1 – Generic system model	17
Figure 2 – Model of an evaluation matrix	19
Figure 3 – Functional information flows entering and exiting an instrument.....	21
Figure 4 – Generic instrument model.....	23
Figure 5 – Generic model of a system with a digital communication link	33
Figure 6 – Test for verifying functional operation.....	33
Figure 7 – Test for verifying functional operation.....	35
Figure B.1 – Setpoint/input subsystems	65
Figure D.1 – Reset wind-up effects.....	71
Table 1 – Analog and microprocessor-based instrument functions	15

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ÉVALUATION POUR INSTRUMENTS À MICROPROCESSEUR

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente spécification technique peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.

La CEI 62098, qui est une spécification technique, a été établie par le sous-comité 65B: Dispositifs, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Cette version bilingue (2001-05) remplace la version monolingue anglaise.

Le texte anglais de cette spécification technique est basé sur les documents 65B/388/CDV et 65B/401/RVC. Le rapport de vote 65B/401/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette spécification technique.

La version française de cette spécification technique n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**EVALUATION METHODS
FOR MICROPROCESSOR-BASED INSTRUMENTS**
FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical specification may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- The subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

IEC 62098, which is a technical specification, has been prepared by subcommittee 65B: Devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

This bilingual version (2001-05) replaces the English version.

The text of this technical specification is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
65B/388/CDV	65B/401/RVC

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

L'annexe A fait partie intégrante de cette spécification technique.

Les annexes B, C, D et E sont données uniquement pour information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

- transformée en Norme internationale;
- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Annex A forms an integral part of this technical specification.

Annexes B, C, D and E are given for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

- transformed into an International Standard;
- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

Considérations générales

L'évaluation d'un instrument ou d'un automate de processus constitue un outil d'aide à l'appréciation du coût de propriété pour une fonction de mesure ou de commande dans une installation sur l'ensemble du cycle de vie de l'installation. Le coût de propriété comprend donc tous les coûts d'investissement (y compris les remplacements intervenant pendant la durée de vie de l'installation), l'ingénierie, l'installation, la maintenance, la consommation d'énergie et de matières premières.

Les nouveaux instruments pour les mesures et les commandes dans les processus industriels sont souvent équipés de microprocesseurs et utilisent ainsi les méthodes numériques de traitement des données et l'intelligence artificielle. Cela les rend plus complexes et les méthodes normalisées existantes d'évaluation ne sont pas toujours suffisantes pour mettre en évidence les possibilités des instruments.

Sous sa forme la plus complète, une évaluation peut englober les activités suivantes:

- revue de conception (matériel et logiciel);
- essais des qualités de fonctionnement (essai fonctionnel);
- étude et essais de fiabilité et de maintenabilité;
- étude et essais de sécurité;
- essais sur site.

Les méthodes d'évaluation décrites dans ce texte traitent essentiellement des aspects liés à la qualité de fonctionnement et aux essais de fiabilité. La présente spécification technique peut également être considérée comme une extension de la CEI 61298. Les méthodes mentionnées dans cette dernière norme et qui sont aussi valables pour les instruments à microprocesseur sont indiquées dans la présente spécification mais elles ne sont pas retranscrites intégralement. Le cas échéant, on doit donc se reporter à la CEI 61298.

Certains aspects concernant l'évaluation des instruments à microprocesseur dans la présente spécification technique sont fondés sur des idées exposées dans la CEI 61069.

A l'avenir, les instruments à microprocesseur seront de plus en plus intégrés à des systèmes numériques de communication; c'est pourquoi l'aspect de la communication et son éventuelle influence sur le fonctionnement en temps réel et sur d'autres qualités de fonctionnement des instruments seront également examinés.

INTRODUCTION

Rationale

An evaluation of an instrument or a process controller is a supportive tool for assessing the cost of ownership for a measurement or a control function in a plant over the lifetime of that plant. The cost of ownership then comprises all costs for investments (including replacements over plant lifetime), engineering, installation, maintenance, energy and material consumption.

New instruments for process control and measurement are often equipped with microprocessors, thereby utilising digital data processing methods and artificial intelligence. This makes them more complex, and the existing standardised evaluation methods are not always sufficient to show the instrument capabilities.

An evaluation can consist in its most extended form of the following activities:

- design review (hardware and software);
- performance (functional) testing;
- study of testing for reliability, maintainability;
- safety study and testing for safety;
- field testing.

The evaluation methods described herein mainly treat aspects related to performance and reliability testing. This Technical Specification can be seen as an expansion on IEC 61298. Methods mentioned therein that are still valid for microprocessor-based instruments are mentioned here for completeness but are not repeated in full. When relevant, that publication shall be consulted.

Some considerations on the evaluation of microprocessor-based instruments in this technical specification are based on ideas brought forward in IEC 61069.

In the future, microprocessor-based instruments will increasingly be integrated in digital communication systems. Therefore the communication aspect and its possible influence on real-time operation and further performance of the instruments will also be considered.

MÉTHODES D'ÉVALUATION POUR INSTRUMENTS À MICROPROCESSEUR

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente spécification technique est destinée à donner des informations de base pour le développement de méthodes d'évaluation pour les instruments à microprocesseur.

L'évaluation commence par l'analyse de l'instrument et des flux d'informations externes et internes qui existent à partir de et vers le processus, l'opérateur et les systèmes externes. On identifie ensuite les blocs fonctionnels principaux de l'instrument. On peut identifier les fonctions et les propriétés qui peuvent être contenues dans les blocs fonctionnels de l'instrument à évaluer en utilisant les listes de contrôle de 4.2 et 4.3.

Le paragraphe 4.4 donne une liste de contrôle pour l'identification des conditions d'influence applicables dans le cas de l'instrument à évaluer.

En fonction de l'application de l'instrument, l'utilisateur de cette spécification technique peut avoir à définir des fonctions, des propriétés ou des conditions d'influence supplémentaires.

1.2 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 spécification technique. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente spécification technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050-351, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 351: Commande et régulation automatiques*

CEI 60546 (toutes les parties), *Régulateurs à signaux analogiques utilisés pour les systèmes de conduite des processus industriels*

CEI 60770 (toutes les parties), *Transmetteurs utilisés dans les systèmes de conduite des processus industriels*

CEI 61069 (toutes les parties), *Mesure et commande dans les processus industriels – Appréciation des propriétés d'un système en vue de son évaluation*

CEI 61298 (toutes les parties), *Dispositifs de mesure et de commande de processus – Méthodes et procédures générales d'évaluation des performances*

1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente spécification technique, les définitions données dans la CEI 60050-351, la CEI 60546, la CEI 60770-1, la CEI 61069 et la CEI 61298 s'appliquent.

EVALUATION METHODS FOR MICROPROCESSOR-BASED INSTRUMENTS

1 General

1.1 Scope

This Technical Specification aims at providing background information for developing evaluation methods for microprocessor-based instruments.

An evaluation starts with analysis of the instrument in terms of the external and internal information flows from and to the process, the human operator and external systems. Main function blocks in the instrument are then identified. By using the checklists given in 4.2 and 4.3, the functions and properties that may be embedded in the function blocks of the instrument to be evaluated can be identified.

Subclause 4.4 gives a checklist for identification of the relevant influencing conditions for the instrument to be evaluated.

Depending on the application of an instrument, the user of this technical specification may have to define further functions and properties or influencing conditions.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this Technical Specification. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this Technical Specification are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to, applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050-351, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 351: Automatic control*

IEC 60546 (all parts), *Controllers with analogue signals for use in industrial-process control systems*

IEC 60770 (all parts), *Transmitters for use in industrial-process control systems*

IEC 61069 (all parts), *Industrial-process measurement and control – Evaluation of system properties for the purpose of system assessment*

IEC 61298 (all parts), *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance*

1.3 Definitions

For the purposes of this technical specification the definitions given in IEC 60050-351, IEC 60546, IEC 60770-1, IEC 61069 and IEC 61298 apply.

2 Développements en instrumentation

Les fonctions des instruments peuvent être réalisées de différentes façons.

Dans le cas des instruments analogiques, les fonctions sont réalisées par la configuration et la taille des composants du matériel et par l'utilisation d'un traitement analogique des données.

Les premiers instruments équipés de microprocesseurs et utilisant les techniques numériques de traitement des données sont apparus à la fin des années soixante-dix et au début des années quatre-vingts. Depuis cette époque, l'utilisation des techniques de traitement numérique des données à l'aide de logiciels pour les instruments de mesure et les automates a connu une croissance disproportionnée. Cette croissance est allée de pair avec une augmentation des fonctionnalités et des capacités de traitement des données.

Les instruments à microprocesseur fonctionnent comme des systèmes de traitement de données par échantillonnage. Cela signifie que les valeurs de sortie et les autres données concernées sont rafraîchies ou mises à jour avec de nouvelles données à des fréquences ou selon des cycles donnés. Pendant le même temps de fonctionnement, l'instrument doit assurer d'autres tâches en plus de la tâche de mesure, par exemple des communications et des autotests. En particulier pour les fonctions dépendant du temps (commande, intégration, etc.), les instruments à microprocesseur peuvent passer à un état critique. Cela signifie que des erreurs peuvent apparaître lorsque la gestion du temps est soit imprécise, soit perturbée. La gestion du temps peut par exemple être faussée lorsque la conception permet la réalisation de plusieurs tâches en simultané sans priorité soigneusement organisée dans le fonctionnement multitâche.

Les énormes capacités de traitement de données, de mémoire et de stockage des microprocesseurs permettent l'intégration d'algorithmes de commande (par exemple PID) et d'informations de tendance de processus dans les instruments de mesure.

Les capacités de traitement de données permettent également l'utilisation de techniques de détection plus complexes. Elles permettent le développement de types plus «exotiques» de capteurs où le principe de mesure nécessite par exemple l'utilisation de méthodes statistiques pour déterminer la grandeur physique.

La connaissance accrue des capteurs a permis d'obtenir une meilleure caractérisation des capteurs. Cette caractérisation peut être intégrée dans le logiciel et, en utilisant par exemple des capteurs auxiliaires internes, elle peut être utilisée pour obtenir une meilleure adaptabilité à la gamme de mesures, comme c'est le cas pour les capteurs de pression et de pression différentielle.

De plus, cette capacité de traitement donne la possibilité de traiter les données des capteurs pour en déduire d'autres informations qui peuvent présenter un intérêt pour la maintenance. La maintenance peut également être aidée par l'action des capteurs auxiliaires qui fournissent des informations sur l'usure ou les surcharges, etc., de l'instrument ou de l'équipement auxquels ils sont connectés. On peut également utiliser des données historiques, de diagnostic et des données statistiques stockées pour améliorer la maintenance.

L'interface de communication peut être conçue pour la communication avec une interface opérateur de haut niveau par l'intermédiaire d'une liaison de communication numérique. Elle peut également permettre une communication directe d'instrument à instrument par la même liaison.

Certaines des considérations exposées ci-dessus sont reprises au tableau 1.

2 Developments in instrumentation

Instrument functions can be realised in various ways.

In analogue instruments, functions are realised by the layout and size of hardware components and by the use of analogue data processing.

The first instruments equipped with microprocessors and using digital data processing techniques appeared in the late 1970s and early 1980s. Since then, the use of software-based digital data processing techniques for measuring instruments and controllers has grown disproportionately. Also there has been an increase in functionality and data processing capacity.

Microprocessor-based instruments are sampled data systems. That means that the outputs and other relevant data are refreshed or updated with new data at certain time intervals or cycle times. Besides the measurement task, the instrument has in the same operating interval to perform other tasks such as communication and self-testing. In particular, for time-dependent functions (control, integration, etc.) microprocessor-based instruments can become time-critical. This means that errors can appear when time-housekeeping is either inaccurate or disturbed. Time-housekeeping can for instance be upset when the design allows simultaneous operation of various tasks without a careful prioritisation in the multi-tasking.

The extensive data processing, memory and storage capabilities of microprocessors permit the integration of control algorithms (e.g. PID) and process trend information in measuring instruments.

The data processing capabilities also permit the use of more complex sensing techniques. They have provided opportunities to develop more “exotic” types of sensors where the measuring principle needs for instance the use of statistical methods to determine the physical quantity.

Increased knowledge of sensors has led to better mapping of the sensor characteristics. These maps can be embedded in the software, and by the use for instance of internal auxiliary sensors they can be used to provide a much greater rangeability such as in pressure and differential pressure sensors.

Moreover, the processing capacity provides the possibility of processing sensor data to derive other information that can be of interest for maintenance purposes. Maintenance may also be supported by auxiliary sensors that provide information on wear-out or overloading etc. of the instrument or the equipment to which it is connected. Stored historic, diagnostic and statistical data may also be used for improving maintenance.

The communication interface may be designed for communication with a high-level operator interface over a digital communication link. It may also allow direct instrument-to-instrument communication over the same link.

Some of the above-mentioned considerations are summarised in table 1.

Tableau 1 – Fonctions des instruments analogiques et à microprocesseur

Fonctionnalité	Instruments analogiques	Instruments à microprocesseur
Traitement des données	<ul style="list-style-type: none"> – en continu: pneumatique ou électrique – fonction unique 	<ul style="list-style-type: none"> – données échantillonnées (pouvant présenter une criticité temporelle) – multifonctions souvent équipées d'une bibliothèque de blocs fonctionnels normalisés – capacité de traitement importante, adaptée à des calculs complexes, alarmes (intelligentes) – adaptés aux nouvelles techniques de détection
Fonctions E/S de processus	<ul style="list-style-type: none"> – capteur unique – sortie unique analogique – adaptabilité limitée à la gamme de mesures 	<ul style="list-style-type: none"> – multicapteur – analogique et/ou numérique à sorties multiples – adaptabilité accrue à la gamme de mesures par une meilleure identification des caractéristiques des capteurs et l'utilisation de capteurs auxiliaires internes pour la température, la compensation de pression, etc. – équipés d'entrées binaires pour détecter la fermeture de contact
Fonctions E/S homme-machine	<ul style="list-style-type: none"> – comparateurs à cadran, potentiomètres 	<ul style="list-style-type: none"> – affichages numériques locaux et boutons-poussoirs pour le réglage des paramètres – commande à distance via CRT et clavier
Fonctions de communication	<ul style="list-style-type: none"> – analogique (4 mA à 20 mA) 	<ul style="list-style-type: none"> – numériques avec terminaux portatifs locaux – numériques avec câbles de grande longueur – intégration en DCS (système de communication numérique)
Construction	<ul style="list-style-type: none"> – une unité intégrée 	<ul style="list-style-type: none"> – construction modulaire
Autotest	<ul style="list-style-type: none"> – limité (vie zéro, rupture TC) 	<ul style="list-style-type: none"> – complet – vérifications des défaillances internes – vérifications des défaillances telles que coupure de ligne/perde d'alimentation – vérifications des dispositifs externes associés – vérifications pour la maintenance préventive

3 Considérations concernant l'évaluation

3.1 Approche système

C'est l'approche système qui explique le mieux le développement de la technologie d'évaluation exposée dans la présente spécification technique. Elle commence par la définition du terme «système» donnée ci-dessous:

«Un système est un ensemble d'éléments interdépendants constitué pour atteindre un objectif donné en exécutant une fonction définie.»

Une note informative accompagnant cette définition donne une approche alternative, qui a la même importance puisqu'elle indique les limites d'un système par rapport à son environnement, à savoir:

«On considère qu'un système est séparé de son environnement et des autres systèmes externes par une surface imaginaire qui coupe les liens entre eux et le système considéré. Par ces liens, le système subit des influences venant de l'environnement et fonctionne par la sollicitation des systèmes externes ou agit lui-même sur l'environnement ou sur les systèmes externes.»

Table 1 – Analog and microprocessor-based instrument functions

Functionality	Analogue instruments	Microprocessor-based instruments
Data processing	<ul style="list-style-type: none"> – continuously: pneumatic or electric – single function 	<ul style="list-style-type: none"> – sampled data (can be time-critical) – multifunction often provided with a library of standardised function blocks – large processing capacity, suitable for complex calculations, (smart) alarming – suitable for new sensing techniques
Process I/O functions	<ul style="list-style-type: none"> – single sensor – single output analogue – limited rangeability 	<ul style="list-style-type: none"> – multisensor – multi-output analogue and/or digital – extended rangeability by better mapping of sensor characteristics and use of auxiliary internal sensors for temperature, pressure compensation, etc. – equipped with binary inputs for sensing contact closure
Human I/O functions	<ul style="list-style-type: none"> – dial gauges, potentiometers 	<ul style="list-style-type: none"> – local digital displays and pushbuttons for parameter adjustment – remote control via CRT and keyboard
Communication functions	<ul style="list-style-type: none"> – analogue (4 mA to 20 mA) 	<ul style="list-style-type: none"> – digital with local hand terminals – digital over long cables – integration in DCS (digital communication system)
Construction	<ul style="list-style-type: none"> – one integrated unit 	<ul style="list-style-type: none"> – modular construction
Self-testing	<ul style="list-style-type: none"> – limited (live zero, TC-break) 	<ul style="list-style-type: none"> – extensive – check for internal failures – check for line break/power failure – check on related external devices – check for preventive maintenance

3 Evaluation considerations

3.1 System approach

The system approach gives the best explanation of the development of the evaluation technology addressed in this technical specification. The term “system” is defined as follows:

“A system is a set of interdependent elements constituted to achieve a given objective by performing a definite function.”

An informative note accompanying the definition gives an alternative approach, which is of equal importance as it indicates the boundaries of a system with its environment; it reads:

“A system is considered to be separated from the environment and other external systems by an imaginary surface which cuts the links between them and the considered system. Through these links the system is affected by the environment and is acted upon by the external systems, or acts itself on the environment or the external systems.”

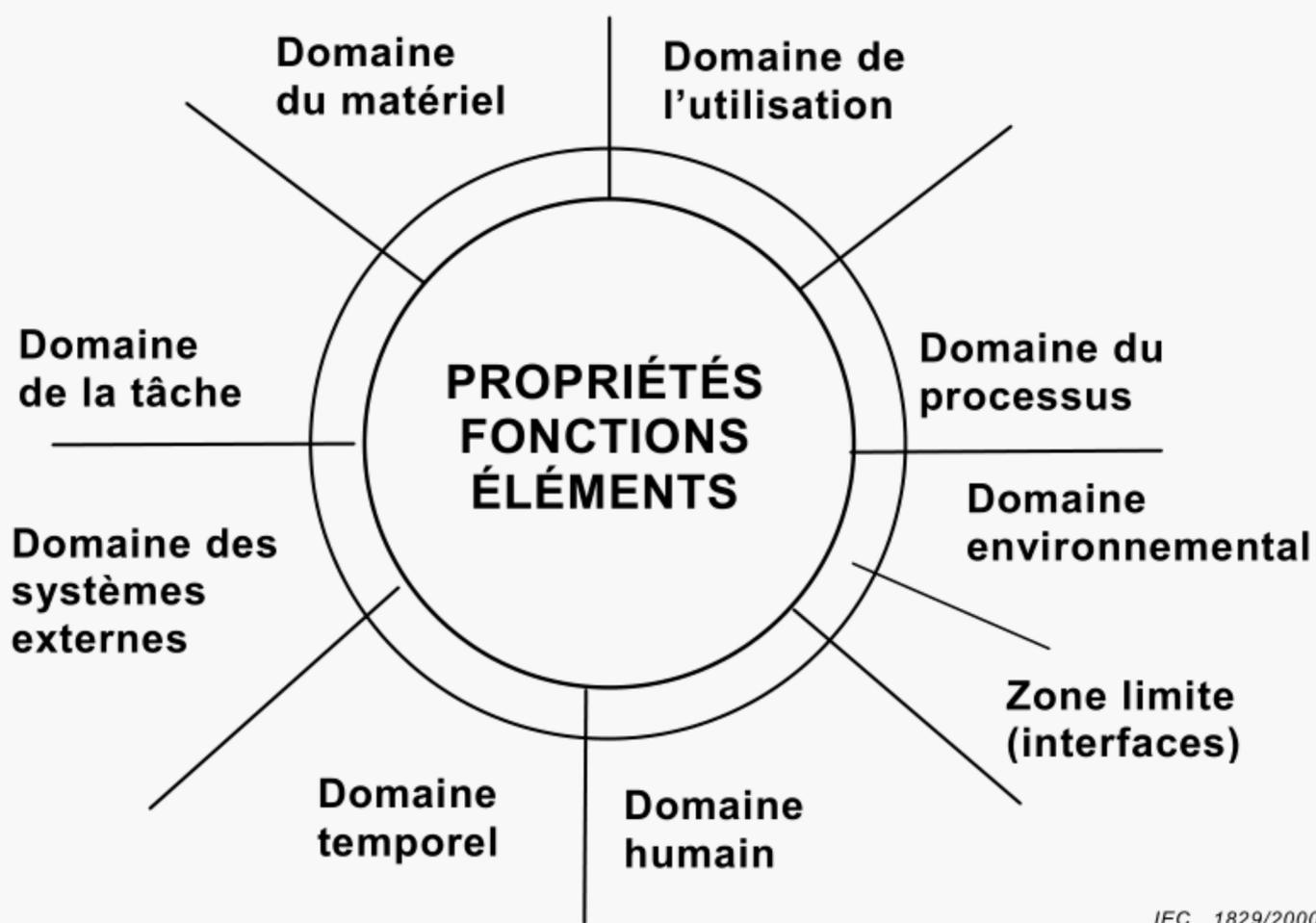
Sur la base de cette définition, tout instrument peut être traité comme un système.

Il convient qu'un système idéal (concept) soit capable d'assurer sa fonction indéfiniment sans erreur, ni panne, ni défaillance et sans retards indésirables. Cependant, le système réel développé à partir des concepts fonctionnels n'est pas idéal en raison de la nature imparfaite (dans le temps et dans l'espace) des matériaux utilisés. C'est pourquoi il devient aussi sensible aux facteurs perturbateurs externes.

Compte tenu de ce comportement du système réel qui n'est pas idéal, il est nécessaire, en pratique, de donner les caractéristiques des points importants pour leur application dans des propriétés plus ou moins mesurables telles que la précision, la stabilité, la fiabilité, la maintenabilité, etc.

Les spécifications des propriétés indiquent les écarts entre les concepts fonctionnels et la réalisation des fonctions d'un système et constituent une mesure de sa qualité.

Les principaux éléments qui constituent un système comme décrit ci-dessus et l'interaction avec l'environnement sont clairement indiqués à la figure 1. Pour des raisons pratiques, l'environnement est subdivisé en un certain nombre de domaines. Les limites sont étendues à une zone composée d'un certain nombre d'interfaces. Pour un instrument, les différents domaines d'environnement sont les sources de perturbations (conditions d'influence).



IEC 1829/2000

Figure 1 – Modèle de système générique

3.2 Matrice d'évaluation

Les principaux points qui doivent être définis de manière détaillée dans une évaluation sont les suivants:

- a) les éléments des instruments;
- b) les fonctions des instruments;
- c) les propriétés des instruments;
- d) les conditions d'influence.

Using this definition, every instrument can be treated as a system.

An ideal system (the concept) should be able to indefinitely perform its function without error, fault, failure and unwanted delay. However, the real system developed from the functional concepts is not ideal due to the imperfect (time- and space-bound) nature of the materials used. It is therefore sensitive to disturbing external factors.

Because of this non-ideal behaviour of the real system, there is a practical need for characterising the points of concern with respect to their application in more or less measurable properties, such as accuracy, stability, reliability, maintainability, etc.

The specifications of the properties indicate the deviations between the functional concepts and the realisation of the functions of a system and are a measure of its quality.

The main constituents of a system described above and the interaction with the environment are clearly shown in figure 1. The environment is for practical reasons further split into a number of domains. The boundary is expanded to a boundary area consisting of a number of interfaces. The various environmental domains are the sources of disturbance (influencing conditions) for an instrument.

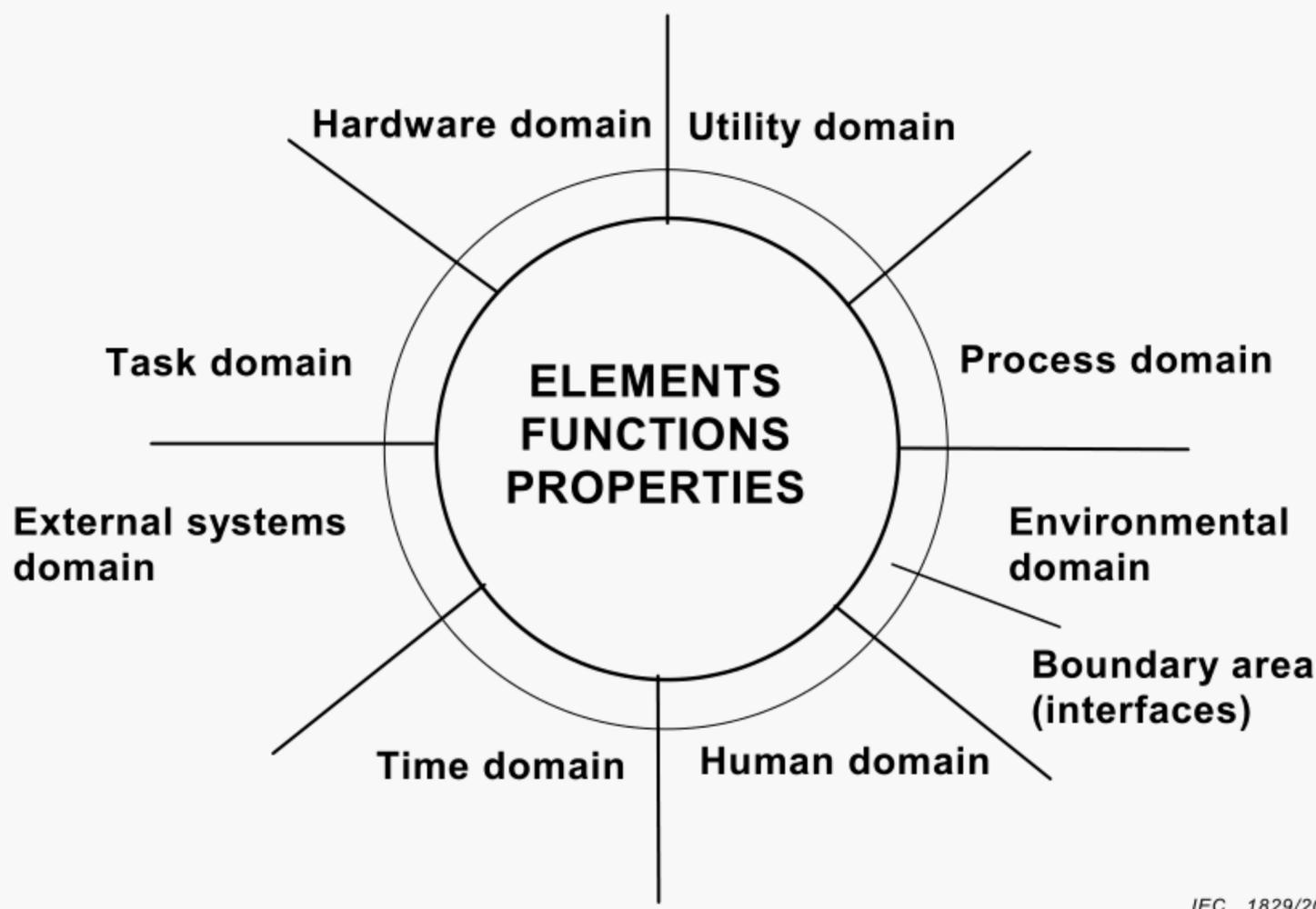


Figure 1 – Generic system model

3.2 Evaluation matrix

The main points to be defined in detail for an evaluation are:

- a) instrument elements;
- b) instrument functions;
- c) instrument properties;
- d) influencing conditions.

Le choix réalisé peut ne pas couvrir la totalité des prescriptions et spécifications pour un instrument à l'étude et constitue un compromis entre les parties concernées.

Les résultats de la phase de définition sont ensuite structurés dans une matrice multi-dimensionnelle (multicouches) qui donne sans ambiguïté le programme qui a fait l'objet d'un accord mutuel. La figure 2 en montre un modèle. Les trois premières lignes résument l'intérieur de l'instrument et la première colonne décrit l'environnement. Chaque champ de la matrice représente un essai. La matrice peut encore être subdivisée si nécessaire pour indiquer également les paramètres des propriétés ou des fonctions. L'annexe E donne un exemple pratique pour un débitmètre électromagnétique.

Avant d'effectuer l'évaluation proprement dite, la personne chargée de l'évaluation a besoin de définir d'abord les techniques d'évaluation qui peuvent être résumées comme suit:

- définition et conception des méthodes et des moyens pour mesurer les fonctions et les propriétés;
- définition des méthodes et des moyens pour appliquer, mesurer et contrôler les conditions d'essai qui doivent être imposées à l'instrument;
- considérations relatives aux résultats à attendre.

Au cours de cette phase, il est encore possible d'estimer que les méthodes d'évaluation pour l'instrument doivent être révisées en raison de leurs limitations physiques et pratiques.

Après avoir commencé les essais réels, il est de bonne pratique que la personne chargée de l'évaluation reste en contact avec les parties concernées. L'obtention de résultats inattendus peut être une raison pour interrompre temporairement l'évaluation, ou peut conduire à un réexamen et à une modification de la conception.

		Elément 1												
		Fonction 1				Fonction 2					Fonction 3			
		A	B	C	D	a	b	c	d	e	A	B	C	
Niveau élément														
Niveau fonction														
Niveau propriété														
Domaine d'influence	Type d'essai													
Domaine de l'utilisation	Essai 1													
	Essai 2													
	Essai 3													
	Essai 4													
	Essai 5													
Domaine de processus	Essai 1													
	Essai 2													
	Essai 3													
	Essai 4													
Domaine d'environnement	Essai 1													
	Essai 2													
	Essai 3													
	Essai 4													
	Essai 5													

Figure 2 – Modèle de matrice d'évaluation

The choice made may not cover the totality of requirements and specifications for an instrument under consideration and is a compromise between the parties involved.

The results of the definition phase are then structured in a multidimensional (multilayered) matrix, which unambiguously shows the mutually agreed programme. A model is shown in figure 2. The first three rows summarise the inside of the instrument and the first column describes the environment. Every field of the matrix represents a test. The matrix can be split up further, if required, to indicate even parameters of properties or functions. Annex E shows a practical example for an electromagnetic flowmeter.

Before the actual performance of the evaluation, the evaluator needs to consider the evaluation techniques, which can be summarised as follows:

- definition and design of methods and means for measuring the functions and properties;
- definition of methods and means to apply, measure and control the test conditions to be imposed on the instrument;
- consideration of results to be expected.

In this phase it may still be found that the evaluation methods for the instrument have to be revised because of their physical and practical limitations.

After the actual testing has started, it is a good practice for the evaluator to keep in contact with the parties involved. Unexpected results may temporarily stop the evaluation. They may also lead to reconsideration and modification of the design.

		Element 1												
		Function 1				Function 2					Function 3			
		A	B	C	D	a	b	c	d	e	A	B	C	
Influence domain	Test type													
Utility domain	Test 1													
	Test 2													
	Test 3													
	Test 4													
	Test 5													
Process domain	Test 1													
	Test 2													
	Test 3													
	Test 4													
Environmental domain	Test 1													
	Test 2													
	Test 3													
	Test 4													
	Test 5													

IEC 1830/2000

Figure 2 – Model of an evaluation matrix

3.3 Zone limite (interfaces)

Lors de la mise en œuvre d'une évaluation, la définition des limites d'un instrument est une question importante. Il est nécessaire de clairement définir les limites à la périphérie d'un système.

La façon dont les limites sont tracées et placées fait partie d'un processus arbitraire qui nécessite une connaissance détaillée de l'instrument et de ses interfaces et des discussions approfondies avec les parties concernées par l'évaluation. Les choix effectués déterminent l'étendue d'une évaluation et les ressources nécessaires pour la réaliser.

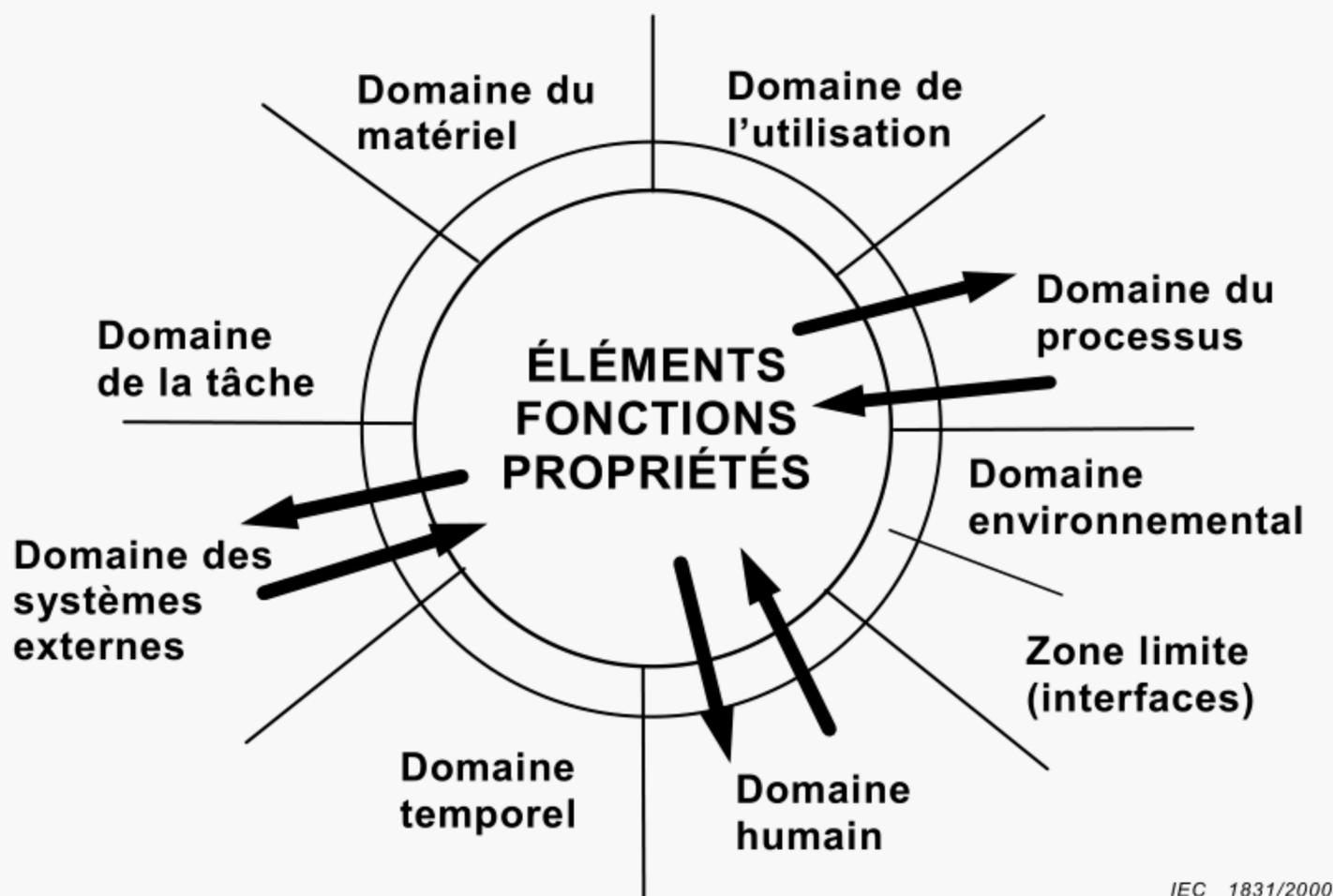
4 Technologie d'évaluation

4.1 Analyse de l'instrument

Il convient que la réalisation effective d'une évaluation d'instrument soit précédée d'une analyse structurée de la conception physique et fonctionnelle de l'instrument concerné et de son environnement en exploitation. Il convient que cette analyse, associée aux prescriptions de l'utilisateur, conduise à la définition des fonctions et des propriétés à évaluer.

La figure 3 montre l'interaction fonctionnelle prévue de l'instrument à travers ses limites avec l'environnement d'exploitation. Les flèches en gras indiquent les flux suivants d'informations pertinentes dans la mesure, la supervision et la commande:

- flux d'informations de et vers le domaine de processus;
- flux d'informations de et vers le domaine humain;
- flux d'informations de et vers le domaine des systèmes externes.



IEC 1831/2000

Figure 3 – Flux des données fonctionnelles en E/S de l'instrument

3.3 Boundary area (interfaces)

In setting up an evaluation, the definition of the boundaries of an instrument is an important issue. At the periphery of a system, the boundaries need to be clearly defined.

How and where the boundary lines are drawn is an arbitrary process, which requires a detailed knowledge of the instrument and its interfaces and thorough discussion with the parties involved in the evaluation. The choices made determine the extent of an evaluation and the resources required to perform it.

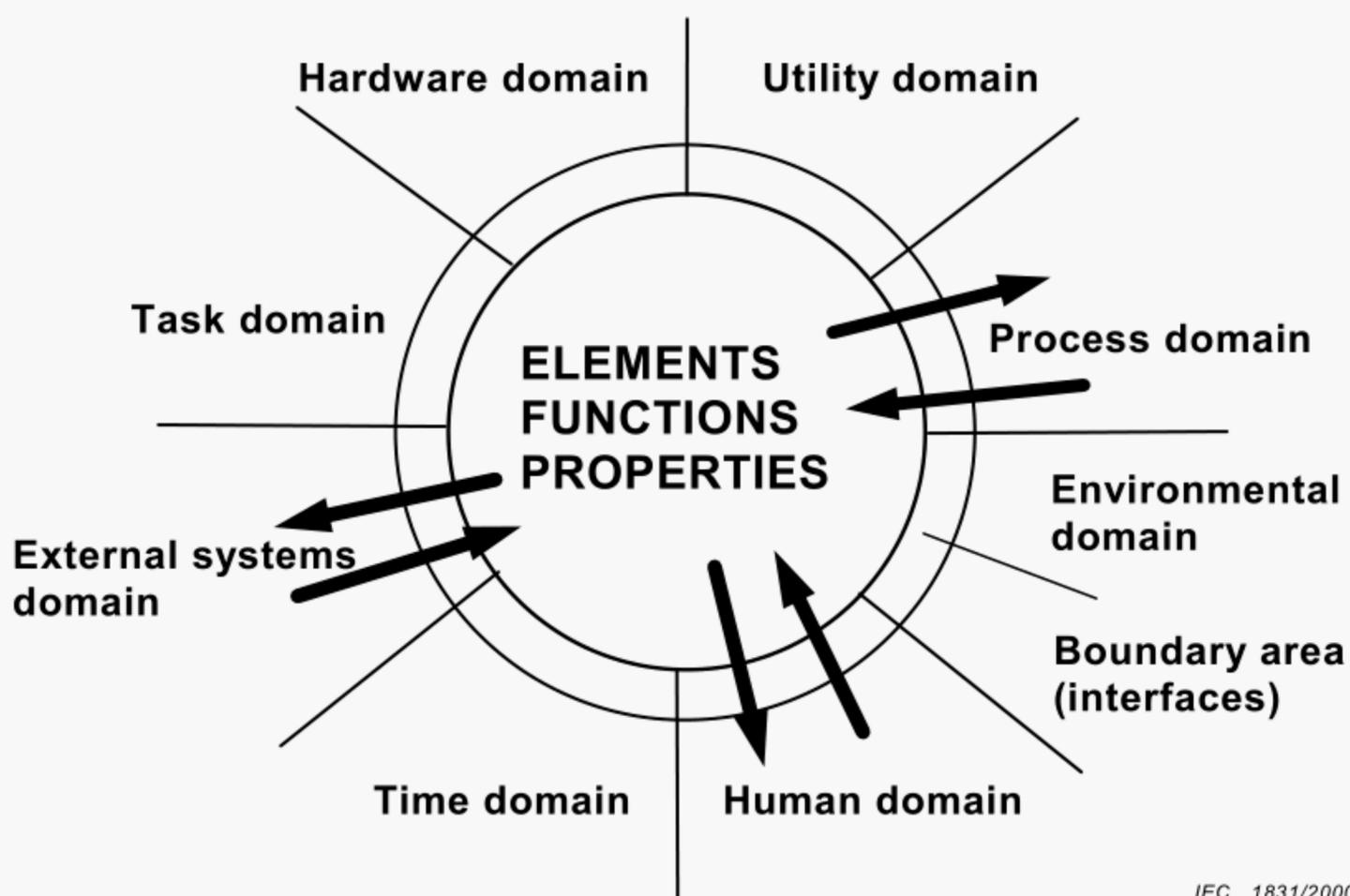
4 Evaluation technology

4.1 Instrument analysis

The actual performance of an instrument evaluation should be preceded by a structured analysis of the physical and functional design of the instrument concerned and its operational environment. This analysis together with the requirements stated by the user should lead to definition of the functions and properties to be evaluated.

Figure 3 shows the intended functional interaction of the instrument through its boundaries with the operational environment. The arrows indicate the following information flows that are relevant for process measurement, supervision and control:

- information flow from and to the process domain;
- information flow from and to the human domain;
- information flow from and to the external systems domain.



IEC 1831/2000

Figure 3 – Functional information flows entering and exiting an instrument

Le schéma de la figure 4 montre un modèle d'instrument générique avec sa structure interne. L'analyse est guidée et facilitée par le modèle donné à la figure 3 et la description détaillée de l'instrument donnée en 4.1.1. Le schéma représente les modules de base (blocs de construction) qui peuvent être identifiés dans une configuration maximale d'instrument.

Le modèle peut être utilisé pour décrire différents types d'instruments pour mesurer et contrôler les grandeurs physiques concernées dans les processus industriels.

Dans un instrument, les flux de données externes tels qu'ils sont représentés à la figure 3 sont volontairement interconnectés par l'intermédiaire des parcours de flux de données. Dans un instrument en fonctionnement, on peut avoir les parcours de flux de données suivants:

- processus à processus par les blocs fonctionnels contenus dans l'unité de traitement des données;
- processus (entrées) à liaison de communication numérique via interface de communication;
- liaison de communication numérique à processus (sorties) via interface de communication;
- opérateur à processus (sorties) via interface homme-machine;
- processus (entrées) à opérateur via interface homme-machine (exploitation, maintenance et gestion).

Compte tenu du fonctionnement séquentiel des instruments à microprocesseur, on distingue parmi les différents parcours de flux de données un certain nombre de durées de cycle. Dans le modèle, elles sont repérées par les symboles «ct 1» à «ct 4». Les durées de cycle du modèle ne sont pas nécessairement égales. De plus, selon le type d'information et sa priorité, des durées de cycle différentes peuvent exister pour un même parcours de flux de données.

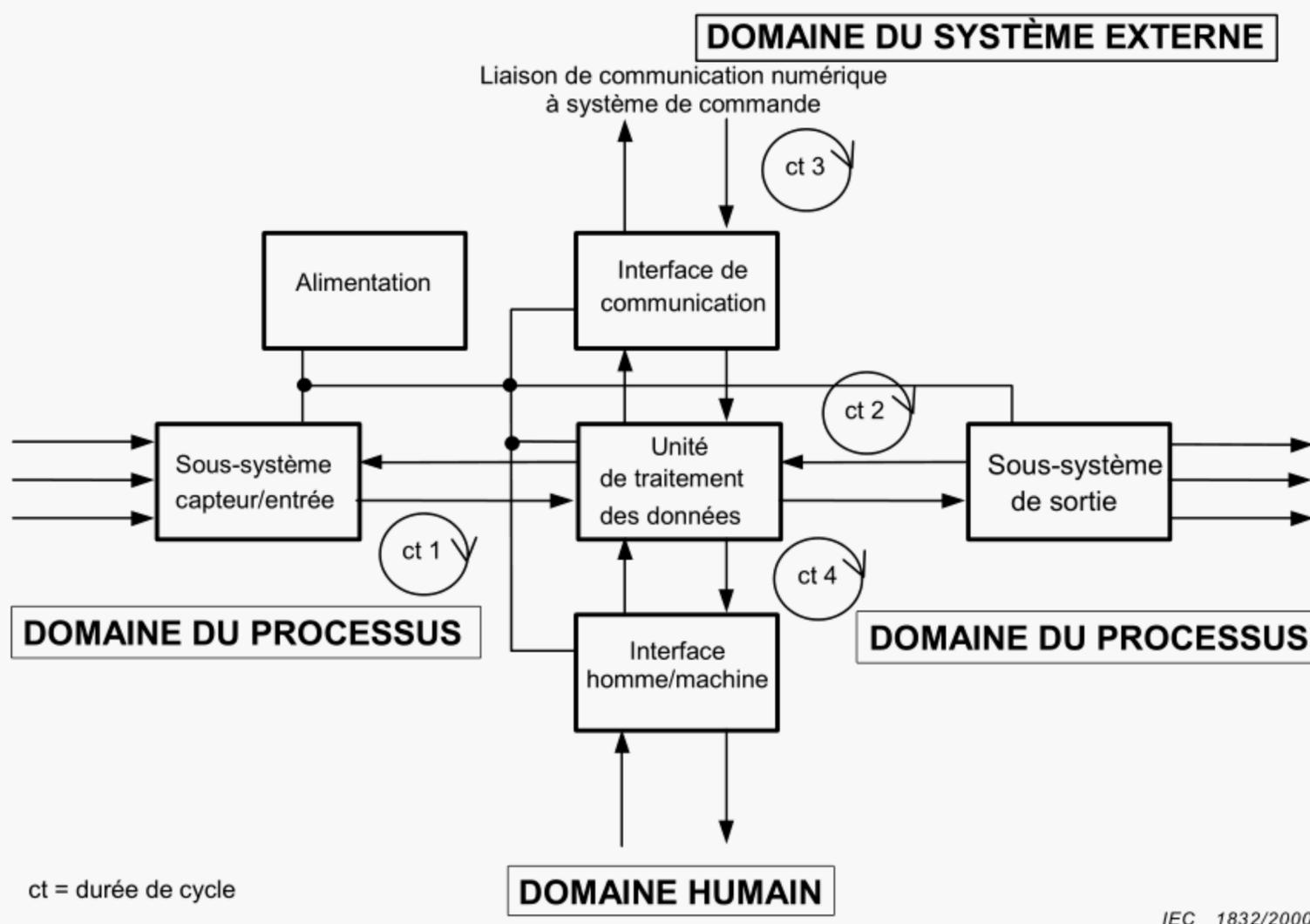


Figure 4 – Modèle d'instrument générique

Figure 4 shows a block diagram of a generic instrument model and its internal structure. The analysis is guided and facilitated by the model shown in figure 3 and the detailed instrument description given in 4.1.1. The block diagram shows the basic modules (building blocks) that can be distinguished in a maximum configuration of an instrument.

The model can be used for describing various types of instruments for measuring and controlling the relevant physical quantities of industrial processes.

Within an instrument, the external information flows shown in figure 3 are intentionally interconnected over information flow routes. In an operational instrument we may have the following information flow routes:

- process to process via the function blocks embedded in the data processing unit;
- process (inputs) to digital communication link via communication interface;
- digital communication link via communication interface to process (outputs);
- operator via human interface to process (outputs);
- process (inputs) via human interface to operators (operations, maintenance and management).

Because of the sequential operation of microprocessor-based instruments, several cycle times are distinguished in the various information flow routes. In the model they are indicated with the terms “ct 1” to “ct 4”. The cycle times shown in the model are not necessarily equal. Depending on the type of information and its priority, other cycle times may exist in one information flow route.

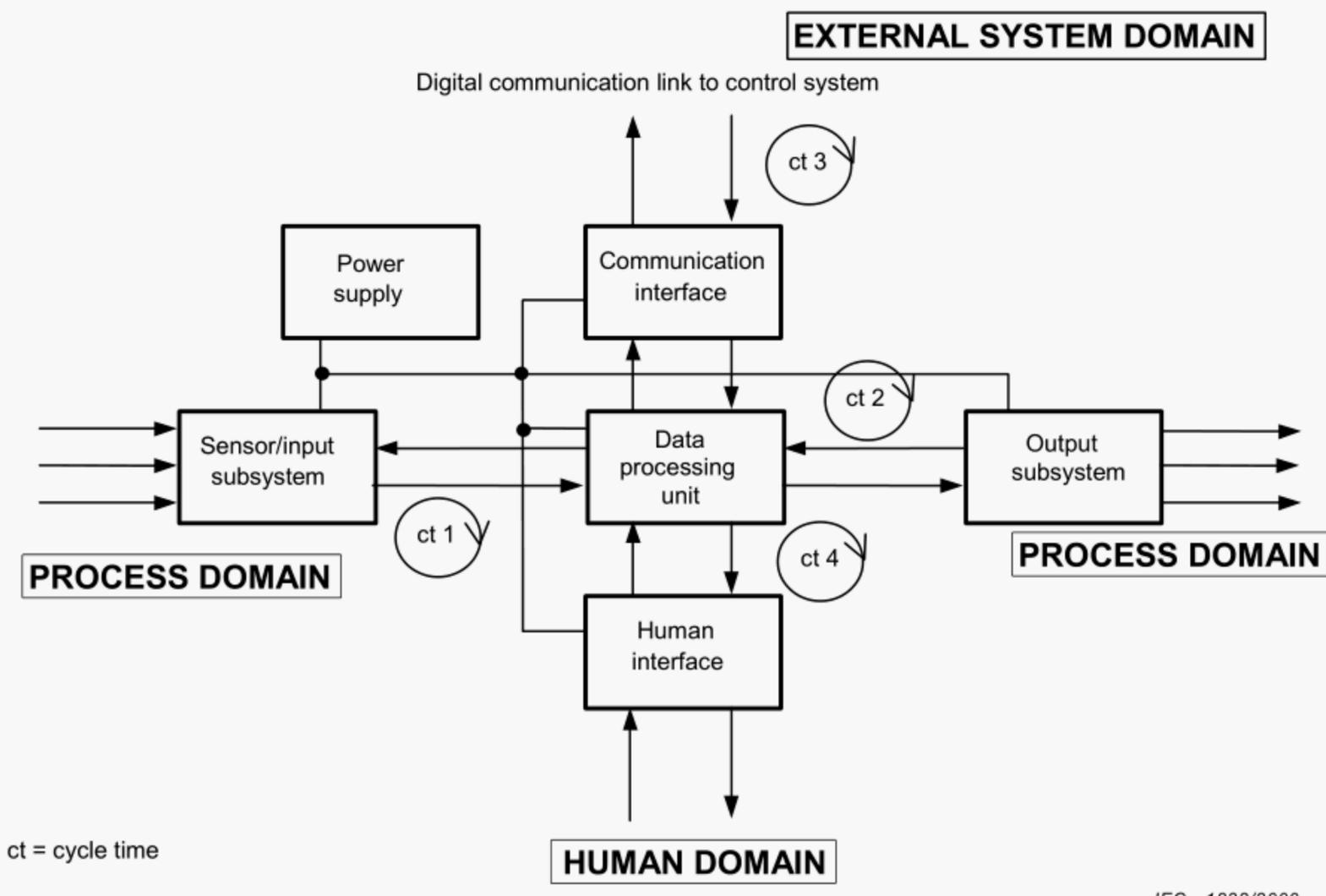


Figure 4 – Generic instrument model

L'instrument effectuera différentes tâches avec des priorités différentes dans la fenêtre temporelle disponible. Il convient que la conception permette le traitement de toutes les informations pertinentes dans les conditions les plus défavorables.

On doit noter qu'il peut exister des instruments ne fonctionnant pas avec une fenêtre temporelle fixe mais qui recommencent leur cycle après l'exécution de la dernière instruction. Des tâches spécifiques peuvent être réalisées grâce à un compte à rebours ou par interruptions.

4.1.1 Description de l'instrument

4.1.1.1 Sous-système de capteur (entrée)

Le sous-système de capteur/d'entrée convertit les signaux de mesure analogiques ou binaires (par exemple manostats) en signaux électriques qui sont conditionnés et convertis en informations numériques transmises ensuite à l'unité de traitement de données.

Les sous-systèmes de capteur peuvent être pourvus de plusieurs capteurs de nature différente (par exemple auxiliaires pour la compensation ou le diagnostic). On doit définir une installation de mesure adaptée pour chaque capteur.

Le sous-système de capteur peut être intégré dans une enveloppe avec les autres modules. Il peut également être situé à un autre endroit (par exemple densimètre, transmetteur de température à thermocouple). En fonction du principe de mesure utilisé, il est possible que l'ensemble capteur n'ait pas besoin d'alimentation auxiliaire (externe) (par exemple avec les thermocouples) ou qu'il ait besoin d'alimentation auxiliaire (par exemple jauges de contrainte) ou d'une source d'alimentation ayant des caractéristiques spécifiques (par exemple débitmètres électromagnétiques et de type Coriolis).

Comme il est en contact avec le milieu du processus, le capteur peut être influencé par les propriétés et les conditions du milieu et les conditions d'installation. S'il s'agit d'une unité située à distance, le capteur peut être soumis à des conditions d'environnement plus sévères. De plus, on doit décider s'il est nécessaire d'appliquer, au cours d'une évaluation, des conditions d'environnement et de processus combinées.

4.1.1.2 Unité de traitement des données

La fonctionnalité d'un instrument est déterminée par les fonctions de l'unité de traitement des données. L'unité de traitement des données reçoit les informations numérisées provenant du sous-système de capteur, des interfaces homme-machine et du système externe. Les informations traitées sont ensuite utilisées pour rafraîchir les flux de données en direction du sous-système de sortie et retournent aux interfaces homme-machine et externes. L'unité de traitement des données peut également commander l'alimentation des capteurs.

L'unité de traitement des données peut également être équipée d'une capacité de mémoire importante pour enregistrer les tendances des données de processus au cours du temps et la surveillance conditionnelle.

Les instruments à microprocesseur sont équipés de logiciels d'autotest plus ou moins élaborés et, dans certains cas, de capteurs de diagnostic pour maintenir automatiquement l'intégrité.

Le logiciel d'application, en particulier pour les automates, est souvent organisé comme une bibliothèque de blocs fonctionnels qui peuvent être utilisés pour fournir des fonctions de transfert spécifiques. Pour les instruments à microprocesseur à fonction unique, le logiciel utilisateur est moins élaboré.

4.1.1.3 Sous-système de sortie

Pour la commande de processus, le sous-système de sortie fournit des signaux de sortie électriques analogiques normalisés (mA, V) par l'intermédiaire d'un convertisseur numérique/analogique, de signaux fréquentiels ou des trains d'impulsions, ou des signaux de sortie binaires (contact, porte électronique).

The instrument will have to perform various tasks with different priorities within the time frame available. The design should be such that all relevant information can be processed and provided under the most unfavourable conditions.

It shall be noted that instruments may exist that do not operate with a fixed time frame but restart their cycle after the last instruction is executed. Specific tasks may be run on a time countdown basis or by interrupts.

4.1.1 Instrument description

4.1.1.1 Sensor/input subsystem

The sensor/input subsystem converts the measurement signals, analogue or binary (e.g. pressure switches), into electrical signals which are conditioned and converted into digital information and then fed into the data processing unit.

These subsystems can also have several sensors of a different type (e.g. auxiliary for compensation or diagnostic purposes). For each sensor a suitable measurement equipment is required.

The subsystem may be integrated with the other modules in one enclosure. It can also be located remotely (e.g. densitometer, thermocouple transmitter). Depending on the measurement principle used, the sensor assembly may not require auxiliary (external) power (e.g. thermocouples) or it may require auxiliary power (e.g. strain gauges) or a specifically characterised power source (e.g. electromagnetic and Coriolis-type mass flowmeters).

As it is in contact with the process medium, the sensor may be influenced by medium properties, medium conditions and installation conditions. As a remote unit the sensor may also be subjected to more severe environmental conditions. Moreover, it shall also be considered whether it is necessary to apply combined environmental and process conditions during an evaluation.

4.1.1.2 Data processing unit

The functionality of an instrument is determined by the functions embedded in the data processing unit. The data processing unit receives the digitised information from the sensor subsystem, the human and the external system interfaces. The processed information is then used to refresh the information flows to the output subsystem and back to the human and external interfaces. The data processing unit may also control the power to sensors.

The data processing unit may also be equipped with extensive memory capacity for historic trends of process data and condition monitoring.

Microprocessor-based instruments are equipped with more or less extensive self-diagnostic software and in some cases with diagnostic sensors for automatically maintaining integrity.

The application software, in particular for controllers is often organised in a library of function blocks that can be used in any order to provide specific transfer functions. For single function microprocessor-based instruments, the user software is less extensive.

4.1.1.3 Output subsystem

For process control the output subsystem provides standardised analogue electrical output signals (mA, V) via a digital to analogue converter, frequency or pulse train signals or binary (contact, solid state) output signals.

4.1.1.4 Interface homme-machine

L'interface homme-machine fournit des moyens d'observation des variables de processus de manipulation et de réglage de certains paramètres. Dans le cas d'instruments simples, il peut s'agir d'un simple affichage numérique. Dans des instruments plus complexes, il peut s'agir d'un ensemble clavier/écran installé à demeure ou connectable pour lecture et accès opérateur.

4.1.1.5 Interface de communication

L'interface de communication fournit des moyens pour des communications en parallèle ou en série par une liaison de communication numérique vers un système d'acquisition de données, un système de commande distribué ou un terminal manuel pour lecture locale.

4.1.1.6 Ensemble d'alimentation

L'ensemble d'alimentation reçoit une alimentation non régulée en courant alternatif ou continu. Il fournit des tensions d'alimentation stabilisées et régulées et/ou des courants (soit c.a. soit c.c. soit une combinaison des deux) vers les différentes parties de l'instrument.

4.1.2 Liste des fonctions et attributs d'un instrument

En général, l'utilisateur d'un instrument n'est intéressé que par les fonctions globales des parcours de flux de données indiqués ci-dessus (de limite à limite). Cependant, s'il est possible de réaliser des mesures à l'intérieur de cette boîte noire, on doit en tenir compte. Si des problèmes apparaissent lors de l'évaluation de l'instrument, ces mesures peuvent apporter une aide importante pour identifier la cause et résoudre un défaut de conception éventuel. C'est pourquoi, compte tenu de la division en sous-systèmes d'un instrument présentée ci-dessus, il est nécessaire de détailler davantage les fonctions et leurs attributs pour obtenir une vue d'ensemble de leurs capacités.

On doit également avoir à l'esprit que le nombre de fonctions définies à évaluer a un impact sur la durée et les coûts d'une évaluation.

Le modèle de la figure 4 permet d'identifier les principaux groupes de fonction suivants:

- fonctions de mesure;
- fonctions de sortie;
- fonctions de traitement des données et de commande;
- fonctions de communication;
- fonctions d'interface homme-machine;
- fonctions de surveillance.

4.1.2.1 Fonctions de mesure

- Nombre des grandeurs à mesurer;
- Plages de mesures;
- Dispositifs de réglage (peut être résidant dans l'unité de traitement des données);
- Durées de cycle;
- Filtrage pour signaux électriques;
- Attributs des capteurs utilisés:
 - thermocouple, capteur de température à résistance, impulsions, jauge de contrainte, V, mA, etc.;
 - caractéristique: linéaire, logarithmique, quadratique, etc.;
 - auto-alimenté ou nécessitant une alimentation;
- Architecture éclatée (ensemble capteur séparé des autres sous-systèmes).