

RAPPORT TECHNIQUE TECHNICAL REPORT

**CEI
IEC
1131-4**

Première édition
First edition
1995-03

Automates programmables –

Partie 4:
Guide pour l'utilisateur

Programmable controllers –

Part 4:
User guidelines



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1131-4: 1995

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

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

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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

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

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 from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**RAPPORT
TECHNIQUE – TYPE 3
TECHNICAL
REPORT – TYPE 3**

**CEI
IEC
1131-4**

Première édition
First edition
1995-03

Automates programmables –

**Partie 4:
Guide pour l'utilisateur**

Programmable controllers –

**Part 4:
User guidelines**

© CEI 1995 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 **XA**

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	10
INTRODUCTION	14
Articles	
1 Généralités	16
1.1 Domaine d'application	16
1.2 Objet	16
1.3 Documents de référence	18
2 Terminologie	18
2.1 Définitions	18
2.2 Liste des abréviations et des acronymes	20
3 Analyse et spécification du système utilisateur	20
3.1 Présentation de l'article	22
3.2 Présentation des informations	22
3.2.1 Spécifications descriptives	22
3.2.2 Diagrammes	22
3.2.3 Schémas logiques	24
3.2.4 Listes de fonctions et d'événement	24
3.3 Objectifs de commande de l'utilisateur et prescriptions relatives aux applications	24
3.4 Description du système utilisateur	26
3.4.1 Caractéristiques du système utilisateur	26
3.4.2 Paramètres des systèmes de commande	28
3.4.3 Alarmes	28
3.4.4 Interface homme-machine	30
3.4.5 Verrouillages	30
3.4.6 Indisponibilité du système	30
3.4.7 Périphériques	32
3.4.8 Logiciel système	32
3.5 Contraintes et prescriptions d'environnement	32
3.5.1 Emplacement géographique	32
3.5.2 Site d'installation	32
3.5.3 Facteurs d'environnement	34
4 Sélection d'une configuration d'automates programmables et technique d'application	34
4.1 Présentation de l'article	34
4.2 Prescriptions générales	36
4.3 Redondance	40
4.4 Entrées/sorties numériques	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	11
INTRODUCTION	15
Clause	
1 General	17
1.1 Scope	17
1.2 Object	17
1.3 Reference documents	19
2 Terminology	19
2.1 Definitions	19
2.2 Abbreviations and acronyms	21
3 User system analysis and specification	21
3.1 Clause overview	23
3.2 Information presentation	23
3.2.1 Narrative specifications	23
3.2.2 Flow charts	23
3.2.3 Logic diagrams	25
3.2.4 Function and event lists	25
3.3 User's control objectives and application requirements	25
3.4 User system description	27
3.4.1 User system characteristics	27
3.4.2 Control system parameters	29
3.4.3 Alarms	29
3.4.4 Man-machine interface	31
3.4.5 Interlocks	31
3.4.6 System outage	31
3.4.7 Peripherals	33
3.4.8 System software	33
3.5 Environmental constraints and requirements	33
3.5.1 Geographic location	33
3.5.2 Installation site	33
3.5.3 Environmental factors	35
4 Programmable controller system selection and application engineering	35
4.1 Clause overview	35
4.2 General requirements	37
4.3 Redundancy	41
4.4 Digital inputs/outputs	43

Articles	Pages
4.5 Entrées/sorties analogiques	44
4.6 Modules spécifiques à une application	48
4.7 Alimentations	48
4.8 Processeur principal	50
4.9 Périphériques	52
4.9.1 Interface homme-machine	52
4.9.2 Equipement d'essai (TE)	54
4.9.3 Outil de programmation et de déverminage (PADT)	54
4.10 Communications	56
4.11 Stations E/S déportées (RIOS)	58
4.12 Logiciel	60
4.12.1 Logiciel du constructeur	60
4.12.2 Logiciel d'application utilisateur	64
4.13 Sélection au niveau de l'environnement	64
4.13.1 Considérations liées à l'environnement	64
4.13.2 Types de conditionnement de l'environnement de la configuration d'AP	66
4.14 Echanges économiques	66
4.15 Dispositifs de sortie externes non traités dans la norme sur les AP	68
4.16 Plan d'essai de réception à la première mise en service	68
4.17 Documentation	68
5 Considérations liées à la sécurité/protection	70
5.1 Introduction	70
5.1.1 Considérations sur la sécurité/protection	72
5.1.2 Recommandations d'ordre général	72
5.1.3 Systèmes liés à la sécurité	72
5.2 Caractéristiques de sécurité/protection	74
5.2.1 Mode de panne	74
5.2.2 Niveaux de réponse pour atteindre les caractéristiques de sécurité/protection	74
5.2.3 Exemples de caractéristiques de commande de sécurité/protection	74
5.2.4 Diagnostics de sécurité/protection	76
5.2.5 Mise à la terre de protection	76
5.3 Aspect logiciels de la sécurité/protection	76
5.3.1 Programme d'assurance de sécurité/protection du logiciel utilisateur	76
5.3.2 Aspects de conversion d'une commande de relais en une configuration d'AP	76
5.3.3 Modification d'un logiciel	76
5.3.4 Documentation	78
5.4 Entrées et sorties (E/S)	78
5.4.1 Considérations sur les E/S de sécurité/protection	78
5.4.2 Forçage des entrées et des sorties	78
5.5 Sécurité/protection du personnel	78

Clause	Page
4.5 Analog inputs/outputs	45
4.6 Application-specific modules	49
4.7 Power supplies	49
4.8 Main processing unit	51
4.9 Peripherals	53
4.9.1 Man-machine interface	53
4.9.2 Test equipment (TE)	55
4.9.3 Programming and debugging tool (PADT)	55
4.10 Communications	57
4.11 Remote I/O stations (RIOS)	59
4.12 Software	61
4.12.1 Manufacturer's software	61
4.12.2 User's application software	65
4.13 Selection for the environment	65
4.13.1 Environmental considerations	65
4.13.2 Ways of conditioning the environment of the PC system	67
4.14 Economic trade-offs	67
4.15 External output devices not covered in the PC standard	69
4.16 Commissioning test plan	69
4.17 Documentation	69
5 Safety/protection related considerations	71
5.1 Introduction	71
5.1.1 Safety/protection considerations	73
5.1.2 General recommendations	73
5.1.3 Safety related systems	73
5.2 Safety/protection features	75
5.2.1 Failure modes	75
5.2.2 Levels of response to achieve safety/protection features	75
5.2.3 Examples of safety/protection control features	75
5.2.4 Diagnostics for safety/protection	77
5.2.5 Protective earthing	77
5.3 Software aspects of safety protection	77
5.3.1 User software assurance safety/protection program	77
5.3.2 Aspects of converting relay control to a PC system	77
5.3.3 Modification of software	77
5.3.4 Documentation	79
5.4 Inputs and outputs (I/O)	79
5.4.1 Safety/protection I/O considerations	79
5.4.2 Forcing of inputs and outputs	79
5.5 Personnel safety/protection	79

Articles	Pages
5.6 Connaissance de la sécurité/protection	80
5.6.1 Recommandations du constructeur	80
5.6.2 Sécurité/protection en cours de maintenance	80
6 Essais de pré-installation du système	80
6.1 Définition de la configuration d'essai	80
6.2 Essais liés à une application utilisateur	80
6.2.1 Simulation	80
6.2.2 Essais du logiciel	82
6.3 Vérification des caractéristiques de support système	82
7 Installation	82
7.1 Conditions d'environnement	82
7.2 Câblage sur site	84
7.2.1 Techniques de mise à la terre/à la masse	84
7.2.2 Suppression du bruit et des transitoires	86
7.2.3 Compatibilité électromagnétique	88
7.3 Marquages des systèmes utilisateur	88
8 Réception à la première mise en service	90
8.1 Essais d'installation	90
8.2 Procédures de mise en oeuvre d'une configuration d'AP	90
8.2.1 Mise en oeuvre et vérifications d'ensemble	90
8.2.2 Vérifications des E/S	92
8.2.3 Vérification du programme d'application	92
8.3 Essais de fonction d'un système automatisé et simulation de panne	92
8.3.1 Essai de fonction d'un système automatisé	92
8.3.2 Simulation de panne	94
8.4 Rapport de réception à la première mise en service	94
9 Maintenance d'une configuration d'AP	94
9.1 Introduction	94
9.2 Programmes de maintenance	96
9.3 Mesures préventives	96
9.4 Maintenance du matériel	98
9.5 Maintenance du logiciel	100
9.6 Exemple de maintenance et de contrôle	100
9.7 Evolutions recommandées par le constructeur	100
9.8 Pièces de rechange pour la maintenance	100

Tableaux

1 Sélection d'une configuration d'AP – Considérations générales	36
2 Redondance – Critères de sélection	40
3 Entrée/sorties numériques – Critères de sélection	42
4 Entrée/sorties analogiques – Critères de sélection	44
5 Modules spécifiques à une application	48

Clause	Page
5.6 Safety/protection awareness	81
5.6.1 Manufacturer's recommendations	81
5.6.2 Safety/protection during maintenance	81
6 Pre-installation system testing	81
6.1 Defining the test configuration	81
6.2 User application-related testing	81
6.2.1 Simulation	81
6.2.2 Software testing	83
6.3 Verification of system-supporting features	83
7 Installation	83
7.1 Environmental conditions	83
7.2 Field wiring	85
7.2.1 Earthing/grounding techniques	85
7.2.2 Noise and transient suppression	87
7.2.3 Electromagnetic compatibility	89
7.3 User system markings	89
8 Commissioning	91
8.1 Installation testing	91
8.2 PC system set-up procedures	91
8.2.1 General set-up and checks	91
8.2.2 Checks of I/O	93
8.2.3 Check application program	93
8.3 Automated system function tests and fault simulation	93
8.3.1 Automated system function tests	93
8.3.2 Fault simulation	95
8.4 Commissioning report	95
9 PC system maintenance	95
9.1 Introduction	95
9.2 Maintenance programs	97
9.3 Preventive action	97
9.4 Hardware maintenance	99
9.5 Software maintenance	101
9.6 Maintenance and inspection example	101
9.7 Manufacturer recommended upgrades	101
9.8 Maintenance spare parts	101

Tables

1 PC system selection – General considerations	37
2 Redundancy – Selection criteria	41
3 Digital inputs/outputs – Selection criteria	43
4 Analog inputs/outputs – Selection criteria	45
5 Application-specific modules	49

Articles	Pages
6 Alimentation en entrée – Critères de sélection	50
7 Processeur principal – Critères de sélection	52
8 Interface homme-machine – Critères de sélection	54
9 Matériel d'essai et PADT – Critères de sélection	56
10 Communications – Critères de sélection	58
11 RIOS – Critères de sélection	60
12 Logiciel du constructeur – Critères de sélection	62
13 Considérations liées à l'environnement	64
14 Conditionnement de l'environnement	66
15 Conditions d'environnement	84
16 Règles d'installation: mesures de mise à la terre	86
17 Règles d'installation: suppression du bruit	88
18 Maintenance d'une configuration d'AP	96
19 Maintenance préventive	98
 Figures	
1 Aperçu des recommandations à l'attention des utilisateurs	102
2 Configurations d'AP – Cycles de conception et d'installation	104
 Annexes	
A Classes de champ électromagnétique rayonné	106
B Décharge électrostatique (ESD)	108
C Enceintes réservées à l'équipement	110
D Rapport de réception à la première mise en service	112
E Exemple de maintenance et de contrôle	116
F Liste de spécifications d'AP	118

Clause	Page
6 Incoming power supplies – Selection criteria	51
7 Main processing unit – Selection criteria	53
8 Man-machine interface – Selection criteria	55
9 Test equipment and PADT – Selection criteria	57
10 Communications – Selection criteria	59
11 RIOS-selection criteria	61
12 Manufacturer's software – Selection criteria	63
13 Environmental considerations	65
14 Conditioning the environment	67
15 Environmental conditions	85
16 Installation rules: earthing measures	87
17 Installation rules: noise suppression	89
18 PC system maintenance	97
19 Preventive maintenance	99
Figures	
1 Scope of user guidelines	103
2 PC systems – Specify design and installation cycle	105
Annexes	
A Radiated electromagnetic field classes	107
B Electrostatic discharge (ESD)	109
C Enclosures for equipment	111
D Commissioning report	113
E Maintenance and inspection example	117
F PC specification contents list	119

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AUTOMATES PROGRAMMABLES –

Partie 4: Guide pour l'utilisateur

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.
- 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.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, 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;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 1131-4, rapport technique de type 3, a été établie par le sous-comité 65B: Dispositifs, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PROGRAMMABLE CONTROLLERS –

Part 4: User guidelines

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.
- 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.

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 report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 1131-4, which is a technical report of type 3, has been prepared by sub-committee 65B: Devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
65B(Sec)179	65B/221

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

Le présent rapport est un Rapport technique de type 3, de caractère entièrement informatif. Il ne doit pas être considéré comme Norme internationale.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61131-4:1995

Withdrawing

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

Committee draft	Report on voting
65B(Sec)179	65B/221

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

This report is a Technical Report of type 3 and is of a purely informative nature. It is not to be regarded as an International Standard.

Withdrawing
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 61131-4:1995

INTRODUCTION

Le présent Rapport technique donne des directives sur l'application des automates programmables (AP) et des périphériques associés. Elle traite aussi de l'intégration des AP dans le système automatisé. La sécurité générale du système, y compris ce qui concerne l'installation et l'application, n'est pas du domaine d'application de ce rapport.

Les termes en majuscule sont définis soit dans la CEI 1131-1 s'ils sont d'usage général, soit en 2.2 de ce rapport.

Des annexes fournissent des explications ou des informations complémentaires sur certains points.

Le guide de l'utilisateur a pour objet d'aider l'UTILISATEUR dans la spécification et dans la mise en oeuvre de la configuration d'AP. Le présent rapport est destiné principalement à l'UTILISATEUR responsable de la conception à tous les niveaux, de l'installation et de la réception finale à la première mise en service. Le présent guide couvre le système de commande en général et la partie du système propre à l'automate programmable en particulier (voir figures 1a et 1b).

Le processus d'application d'un AP (spécification, conception, développement et installation d'un système à base d'AP pour une application particulière) peut être un processus itératif pour comprendre et s'adresser à toutes les prescriptions du système. Cette itération peut se produire lors de n'importe quelle partie du cycle de vie du système, par exemple, analyse du système utilisateur, choix et réalisation en ce qui concerne l'application de la configuration d'AP, considérations sur la sécurité et la protection, essai du système avant installation, installation, réception à la première mise en service et maintenance.

INTRODUCTION

This Technical Report provides guidelines that address the application of the programmable controllers (PC) and associated peripherals. It also deals with the integration of PCs into the automated system. Overall automated system safety, including installation and application, is beyond the scope of this part of the report.

The terms in upper case are defined either in IEC 1131-1 if of general use, or in 2.2 of this report.

Annexes provide explanations or further information on subject items.

User guidelines are written to assist the USER in the specification and implementation of the PC system. The document is primarily intended for the USER responsible for all system level design, installation and final commissioning. The guideline covers the control system in general, and the programmable controller portion of the system in particular (see figures 1a and 1b).

The PC application process (the specification, design, development, and installation of a PC-based system for a particular application) may be a reiterative process to understand and address all system requirements. This reiteration can occur at any portion of the system life cycle, e.g., user system analysis, PC system selection and application engineering, safety and protection considerations, pre-installation system testing, installation, commissioning and maintenance.

AUTOMATES PROGRAMMABLES –

Partie 4: Guide pour l'utilisateur

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La norme complète sur les automates programmables s'applique aux AUTOMATES PROGRAMMABLES et à leurs PÉRIPHÉRIQUES associés tels que les OUTILS DE PROGRAMMATION ET DE DEVERMINAGE (PADT), l'ÉQUIPEMENT D'ESSAI (TE), les INTERFACES HOMME-MACHINE (MMI), etc.

Le présent Rapport technique fait référence à l'équipement de contrôle et de commande de machines et aux processus industriels utilisés dans la CATÉGORIE DE SURTENSION II (CEI 664), dans les installations basse tension, où la tension nominale d'alimentation ne dépasse pas 1 000 V c.a. (50 Hz/60 Hz) ou 1 500 V c.c.

Les AUTOMATES PROGRAMMABLES et les PÉRIPHÉRIQUES associés (configuration d'AP) sont considérés comme des ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS d'un système de commande et peuvent être fournis sous la forme d'un ÉQUIPEMENT OUVERT ou FERMÉ. Le présent rapport traite des AP et des interfaces avec les autres parties du SYSTÈME AUTOMATISÉ; il ne traite pas du système automatisé complet (voir figure 1a).

1.2 *Objet*

La CEI 1131-4 fournit des informations destinées à aider les utilisateurs au niveau de:

- l'utilisation d'autres parties de la norme sur les automates programmables;
- l'indication des prescriptions relatives aux applications d'AP;
- la sélection et la construction de configurations d'AP.

Le présent Rapport technique traite des sujets suivants:

- références à des informations pertinentes contenues dans d'autres parties de la norme sur les automates programmables. Cette information est utile afin de mieux appréhender l'environnement et l'application de l'AP;
- description des informations complémentaires aidant à l'utilisation d'autres parties de la norme;
- analyse fonctionnelle du niveau de système du processus utilisateur;
- spécification d'une configuration d'automate programmable;
- installation, mise en service et maintenance d'un automate programmable.

La CEI 1131-4 n'est pas destinée à fournir une analyse exhaustive d'une configuration automatisée complète. Elle est considérée comme une source d'information sur les automates programmables, leurs spécifications et leur sélection. Le facteur est également invité à se reporter aux autres parties de la CEI 1131.

Il appartient à l'utilisateur d'obtenir toute information nécessaire à la bonne installation d'un automate programmable, telle que les notices d'emploi et autres références techniques disponibles auprès du fabricant. L'utilisateur assume la responsabilité des décisions finales lors de la sélection et de l'application d'une configuration d'automate programmable.

PROGRAMMABLE CONTROLLERS –

Part 4: User guidelines

1 General

1.1 Scope

The complete programmable controller standard applies to PROGRAMMABLE CONTROLLERS and their associated PERIPHERALS such as PROGRAMMING and DEBUGGING TOOLS (PADTs), TEST EQUIPMENT (TE) and MAN-MACHINE INTERFACES (MMIs), etc.

This Technical Report refers to equipment for the control and command of machines and industrial processes used in OVERVOLTAGE CATEGORY II (IEC 664), in low-voltage installations, where the rated mains supply voltage does not exceed 1 000 V a.c. (50 Hz/60 Hz), or 1 500 V d.c.

PROGRAMMABLE CONTROLLERS and associated PERIPHERALS (PC system) are considered COMPONENTS of a control system and may be provided as ENCLOSED or OPEN EQUIPMENT. This report deals with the PC and interfaces to the other parts of the AUTOMATED SYSTEM and does not deal with the whole automated system itself (see figure 1a).

1.2 Object

The purpose of IEC 1131-4 is to provide information that assists the user in:

- utilizing the other parts of the programmable controller standard;
- specifying the requirements for PC applications;
- selecting and implementing PC systems.

The following topics are covered in this Technical Report:

- references to pertinent information in other parts of the programmable controller standard. This information is useful in obtaining a better understanding of the environment and application of the PC;
- description of supplemental information, helpful in making use of other parts of this standard;
- system level functional analysis of the user's process;
- specification of a programmable controller system;
- programmable controller installation, commissioning and maintenance.

IEC 1131-4 does not provide a comprehensive analysis of a complete automated system. It is intended as a source of information about programmable controllers, their specifications, and selection. The reader may also refer to other parts of IEC 1131.

It is the responsibility of the user to obtain the required information to properly implement the programmable controller, such as user manuals and other technical references available from the manufacturer. The user will assume responsibility for final decisions in the selection and application of the programmable controller system.

Le présent rapport est prévu pour correspondre à l'interface entre le vendeur et l'intégrateur de système; cependant, ce rapport comporte aussi des informations qui seront intéressantes pour un utilisateur final (voir figure 1b).

1.3 Documents de référence

Les références suivantes sont utilisées dans la présente partie de la CEI 1131.

CEI 68: *Essais d'environnement*

CEI 204-1: 1992, *Équipement électrique des machines industrielles – Partie 1: Règles générales*

CEI 529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 664-1: 1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CEI 947-5-2: 1992, *Appareillage à basse tension – Partie 5: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Section deux: Détecteurs de proximité*

2 Terminologie

2.1 Définitions

Pour les besoins du présent Rapport technique, les définitions suivantes s'appliquent.

2.1.1 autonome: Aptitude à fonctionner en tant que système ou sous-système indépendant.

2.1.2 téléchargement: Aptitude à charger un programme et/ou des données au moyen d'une liaison de communication.

2.1.3 multitâche: Aptitude d'un système d'exploitation à faire fonctionner plusieurs programmes séparés.

2.1.4 accès: Dispositif ou ensemble de connexions permettant d'accéder à l'unité centrale d'un AP pour transférer des données.

2.1.5 topologie: Configuration physique d'un système.

2.1.6 secours immédiat: Équipement alimenté, redondant ou non, prêt à fonctionner.

2.1.7 utilisateur: Les utilisateurs sont définis à la figure 1b.

Les autres définitions figurant dans la CEI 1131-1, la CEI 1131-2, et la CEI 1131-3 s'appliquent.

This report is to address the interface between the vendor and system integrator, but the document also contains information which the end user will find of value (see figure 1b).

1.3 Reference documents

The following references apply within this part of IEC 1131.

IEC 68: *Environmental testing*

IEC 204-1: 1992, *Electrical equipment of industrial machines – Part 1: General requirements*

IEC 529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 664-1: 1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 947-5-2: 1992, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5: Control circuit devices and switching elements – Section 2: Proximity switches*

2 Terminology

2.1 Definitions

For the purpose of this Technical Report, the following definitions apply.

2.1.1 **autonomous:** Ability to operate as an independent system or subsystem.

2.1.2 **down loading:** Ability to load a program and/or data via a communication link.

2.1.3 **multitasking:** Capability of an operating system to service two or more separate programs.

2.1.4 **port:** A device or set of connections which provide access to a PC-CPU for transfer of data.

2.1.5 **topology:** The physical configuration of a system.

2.1.6 **hot standby:** Equipment energized and available for operation. Redundant equipment energized and available for operation.

2.1.7 **user:** Users are described in figure 1b.

Other definitions given in IEC 1131-1, IEC 1131-2, and IEC 1131-3 apply.

2.2 Liste des abréviations et des acronymes

A/D	Analogique/numérique
AP	Automate programmable
BCD	Décimal codé binaire
CC	Courant continu
CEI	Commission électrotechnique internationale
CMOS	Métal-oxyde semiconducteur (MOS) complémentaire
CMRR	Rapport de déflexion
CMV	Tension de mode commun
CPU	Unité centrale
D/A	numérique/analogique
dB	Décibel
DIP	Commutateur DIP
EMF	Force électromotrice
EMI	Perturbation électromagnétique
EEPROM	Mémoire morte programmable effaçable électroniquement
EPROM	Mémoire morte programmable électroniquement
ESD	Décharge électrostatique
E/S	Entrée/sortie
FBD	Schéma fonctionnel
Hz	Hertz
IL	Liste d'instructions
ISO	Organisation internationale de normalisation
LAN	Réseau local
LED	Diode électro-luminescente
LD	Schéma à contacts
LSB	Bit de poids faible
MMI	Interface homme-machine
MMS	Spécification de messagerie individuelle
MOV	Varistance à oxyde métallique
MPU	Processeur principal
MTBF	Temps moyen entre défaillances
MTTR	Temps moyen de réparation
PADT	Outil de programmation et de déverminage
PID	Proportionnel, intégral et dérivé
RF	Fréquence radio
RIOS	Stations d'entrées/sorties déportées
RMS	Valeur efficace
RTD	Dispositif thermique à résistance
SFC	Schéma fonctionnel séquentiel
SRS	Système lié à la sécurité
ST	Littéral structuré
TE	Equipement d'essai
V c.a.	Tension alternative
V c.c.	Tension continue
WAN	Réseau longue distance

3 Analyse et spécification du système utilisateur

Le présent article définit les informations devant être fournies dans le cadre d'une application et d'une sélection d'AP. Il convient de considérer l'intégralité du guide de l'utilisateur lors du développement d'une spécification fonctionnelle d'un système. Il est possible que la description complète du système nécessite d'inclure des sujets supplémentaires.

2.2 Abbreviations and Acronyms

A/D	Analog to digital
BCD	Binary coded decimal
CMOS	Complementary metal oxide semiconductor
CMRR	Common mode rejection ratio
CMV	Common mode voltage
CPU	Central processing unit
D/A	Digital to analog
dB	Decibel
DC	Direct current
DIP	Dual integrated pin switch
EMF	Electro-motive force
EMI	Electromagnetic interference
EEPROM	Electrically erasable programmable read only memory
EPROM	Erasable programmable read only memory
ESD	Electro-static discharge
FBD	Function block diagram
Hz	Hertz (cycles per second)
IEC	International Electrotechnical Commission
IL	Instruction list
I/O	Input/output
ISO	International Organization for Standardization
LAN	Local area network
LED	Light emitting diode
LD	Ladder diagram
LSB	Least significant bit
MMI	Man-machine interface
MMS	Manufacturing message specifications
MOV	Metal oxide varistor
MPU	Main processing unit
MTBF	Mean time between failures
MTTR	Mean time to repair
PADT	Programming and debugging tool
PC	Programmable controller
PID	Proportional integral derivative
RF	Radio frequency
RIOS	Remote input/output station
RMS	Root mean square
RTD	Resistance temperature device
SFC	Sequential function chart
SRS	Safety related system
ST	Structured text
TE	Test equipment
V a.c.	Alternating voltage
V d.c.	Direct voltage
WAN	Wide area network

3 User system analysis and specification

For the purpose of PC application and selection, information to be presented is defined in this clause. The entire contents of the user guidelines should be considered in developing a functional system specification. Additional topics may need to be included to completely describe the system.

3.1 *Présentation de l'article*

Les configurations d'automates programmables interviennent dans une gamme très vaste d'applications industrielles, de la commande d'une machine unique à celle d'une usine entière.

L'analyse fonctionnelle du système utilisateur est à l'origine de la production d'une spécification fonctionnelle détaillée du système.

Il convient qu'une spécification fonctionnelle détaillée du système inclue des données et informations techniques significatives pour les éléments suivants:

- objectifs des utilisateurs et prescriptions relatives aux applications;
- fonctions et tâches à accomplir;
- description détaillée du système;
- critères de performances;
- contraintes liées à l'environnement.

Le cycle de conception de configurations d'automates programmables est illustré à la figure 2. Le présent article décrit des méthodes possibles de présentation d'informations importantes, ainsi que leur contenu, en rapport avec l'analyse et les spécifications de la figure 2.

La liste des sujets devant être considérés pour pouvoir être inclus dans une spécification d'AP figure à l'annexe F.

3.2 *Présentation des informations*

Il existe diverses méthodes de présentation de données techniques et de fonctionnement concernant l'application de configurations d'automates programmables. Chaque méthode présente certains avantages. Pour détailler la totalité des prescriptions du système, il sera généralement nécessaire d'utiliser une combinaison de plusieurs méthodes.

Il convient que la présentation prenne en compte le langage de programmation à sélectionner. La corrélation de schémas à des techniques de programmation présente plusieurs avantages. En outre, ces informations serviront probablement de base aux manuels de fonctionnement de l'équipement.

Les méthodes de présentation courante comportent des spécifications narratives, des diagrammes, des schémas logiques ainsi que des schémas de fonctions et d'événements. La présentation des informations peut être incluse dans le format de programmation utilisé pour le programme d'application, par exemple le circuit logique à contacts.

3.2.1 *Spécifications descriptives*

Les spécifications descriptives comportent des descriptions littérales sur le fonctionnement du système et les prescriptions. Elles suffisent rarement à la définition d'un système sans que l'on ait besoin d'y ajouter des schémas explicatifs supplémentaires.

3.2.2 *Diagrammes*

Un diagramme est une présentation graphique de la séquence complète d'événements constituant le système commandé. Chaque événement est relié à un événement ou à une combinaison d'événements préalables, pour constituer l'événement courant. Il est néces-

3.1 *Clause overview*

Programmable controller systems are utilized for a wide variety of industrial applications, ranging from control of a single machine to complete industrial plant control.

The functional analysis of the user's system is the basis for the production of a detailed system functional specification.

A detailed functional system specification should include engineering data and information relevant to the following:

- user objectives and application requirements;
- functions and tasks to be performed;
- detailed system description
- performance criteria;
- environmental constraints.

The design cycle for programmable controller systems is illustrated in figure 2. This clause describes possible contents and methods for presenting salient information relevant to the analysis and specification blocks in figure 2.

Topics to be considered for inclusion in the PC specification are listed in annex F.

3.2 *Information presentation*

There are a variety of methods for the presentation of operational and engineering data relevant to the application of programmable controller systems. Each method embodies certain advantages. A combination of methods will usually be necessary to detail the total system requirements.

The presentation should take into account the programming language to be selected. There are definite advantages to correlating drawings with programming procedures. Furthermore, the information is likely to become the basis for equipment operation manuals.

Common presentation methods include: narrative specifications, flow charts, logic diagrams, and function and event diagrams. Information presentation may be included in the programming format being used for the application program, e.g., ladder logic.

3.2.1 *Narrative specifications*

Narrative specifications comprise literal descriptions of system operation and requirements. They are rarely adequate for system definition without additional diagrammatic clarifications.

3.2.2 *Flow charts*

A flow chart is a graphical presentation of the sequence of all events constituting the controlled system. Each event is connected to a prior event or combination of prior events which causes the current event. Decisions are required where there are alternative paths

saire de prendre des décisions lorsqu'il existe plusieurs trajets différents pour procéder à la ou aux connexions suivantes. Des boucles de rétroaction se produisent souvent dans les diagrammes lorsqu'un événement provoque la répétition d'un ensemble de noeuds préalablement connectés.

Le diagramme représente ainsi le circuit logique opérationnel d'un système et offre une vue séquentielle du système. Le principe d'un diagramme peut reposer, par exemple, sur le langage de programmation utilisant les éléments du schéma fonctionnel séquentiel (SFC) (voir 2.6 de la CEI 1131-3).

Les diagrammes sont adaptés à la présentation de données logiques et techniques, pour tous types et toutes tailles de configurations d'automates programmables.

3.2.3 Schémas logiques

Un schéma logique est la représentation d'équations logiques d'un système de commande (logique booléenne) régissant les événements opérationnels du système. Le schéma logique met ainsi en lumière les relations entre plusieurs événements et indique comment un événement se produit ou ne se produit pas. En lui-même, le schéma logique n'indique pas la séquence temporelle des opérations.

Les schémas logiques sont des méthodes acceptables de présentation de données techniques, à condition que le support de présentation et de connectivité soit en accord avec une forme normalisée de symbolisation. Il peut cependant s'avérer nécessaire d'expliquer certaines zones de fonctionnement par des descriptions narratives supplémentaires.

3.2.4 Listes de fonctions et d'événement

Une liste de fonctions et d'événements indique des fonctions et des événements intervenant dans le fonctionnement d'un système. Cette liste peut être descriptive; elle est généralement séquentielle. Il est utile de sélectionner et d'étendre des zones détaillées de données techniques pour les méthodes de présentation citées ci-dessus.

3.3 Objectifs de commande de l'utilisateur et prescriptions relatives aux applications

Il convient que les objectifs de l'utilisateur et les prescriptions relatives aux applications comportent une description générale du procédé/de l'équipement à commander afin de fournir des informations essentielles sur la conception. Ces informations permettront à l'utilisateur et au constructeur d'automates programmables de déterminer les prescriptions et considérations générales en matière d'équipement.

Les principaux sujets à prendre en compte sont les suivants:

- procédé à commander;
- objectifs de commande de l'utilisateur;
- prescriptions générales de commande et de fonctionnement;
- considérations relatives à la protection des personnes et des installations (voir article 5);
- considérations générales sur l'installation et l'environnement;
- besoins en matière d'extension et d'intégration;
- configuration matérielle et réglementations;
- prescriptions sur la disponibilité du système;
- implications découlant des défaillances de l'équipement;

to the next connection(s). Feedback loops often occur in a flow chart in which an event causes the repetition of a portion of prior connected nodes.

The flow chart, therefore, represents the operational logic of a system and provides a sequential view of the system. An example of the principle of the flow chart is the programming language utilizing sequential function chart (SFC) elements in 2.6 of IEC 1131-3.

Flow charts are suitable for logic and engineering data presentation for all sizes and types of programmable controller systems.

3.2.3 *Logic diagrams*

A logic diagram represents a control system's logic equations (Boolean logic) which governs the operational events of the system. The logic diagram, therefore, highlights the relations between events and shows how an event does or does not occur. The logic diagram does not in itself indicate the time sequence of operations.

Logic diagrams are an acceptable method of engineering data presentation, providing that the basis for presentation and connectivity is consistent with a standard form of symbolization. However, additional narrative description to explain certain areas of operation may be necessary.

3.2.4 *Function and event lists*

A function and event list indicates the functions and the events included in the operation of a system. The list can be descriptive and is usually sequential. It is useful, in qualifying and extending detailed areas of engineering data, for the presentation methods cited above.

3.3 *User's control objectives and application requirements*

The user objective and application requirements should include a general description of the process/equipment to be controlled in order to provide essential design information. This information will enable the user and the manufacturer of programmable controllers to establish general equipment requirements and considerations.

Major topics to be considered include:

- process to be controlled;
- user control objectives;
- general control and operation requirements;
- plant and personnel protection considerations (see clause 5);
- general installation and environmental considerations;
- expansion and integration requirements;
- hardware configuration and regulations;
- system availability requirements;
- equipment breakdown implications;

- prescriptions concernant les pièces détachées;
- redondance;
- normes et réglementations locales/nationales/internationales applicables;
- prescriptions de performance;
- interface vers d'autres systèmes;
- maintenance;
- liaison, acheminement et terminaison de câbles;
- réglementations des compagnies;
- documentation: contenu, format;
- prescriptions réglementaires/de certification/d'agrément;
- programme de livraison et d'installation de l'équipement;
- responsabilité technique: matériel, logiciel, documentation, mesures de protection, essais, mise en service;
- autres considérations, selon les exigences.

3.4 Description du système utilisateur

Le présent paragraphe se rapporte aux informations devant être présentées au vendeur par l'utilisateur, comme indiqué par les lignes en pointillé de la figure 1b.

Il convient que la description du système utilisateur consolide les objectifs de l'utilisateur tout en donnant au vendeur de l'automate programmable des informations sur le fonctionnement du procédé/de l'équipement de l'utilisateur, sa commande, sa surveillance, et la configuration du matériel et du logiciel. Il convient d'adjoindre à la description des schémas explicatifs, des dessins, des prescriptions sur la séquence de signal (E/S) et la synchronisation.

3.4.1 Caractéristiques du système utilisateur

Les caractéristiques du système utilisateur comprennent:

- traitement continu ou par lots;
- commande de boucle (PID);
- commande répartie;
- changement de procédé (mode opératoire);
- téléchargement;
- autonomie de stations locales;
- prescriptions de disponibilité du système;
- temps de réponse total du système;
- redondance;
- multitâche;
- gestion des alarmes;
- tendance;
- interface opérateur;

- spare parts requirements;
- redundancy;
- applicable local/national/international standards and regulations;
- performance requirements;
- interface to other systems;
- maintenance;
- cable wiring, routing and termination;
- company regulations;
- documentation: content, format;
- regulatory/certification/approval requirements;
- delivery and equipment installation schedule;
- engineering responsibility: hardware, software, documentation, protective measures, testing, commissioning;
- other considerations as required.

3.4 *User system description*

This subclause refers to information to be presented to the vendor by the user as shown by the dashed lines in figure 1b.

The description of the user's system should consolidate the user's objective and provide the programmable controller vendor with relevant information concerning the user's process/equipment operation, control, monitoring, and configuration of hardware and software. The description should be supported with appropriate explanatory diagrams, drawings, and signal (I/O) sequence and timing requirements.

3.4.1 *User system characteristics*

User system characteristics include:

- continuous or batch processing;
- loop (PID) control;
- distributed control;
- changing of process (recipe supporting);
- down loading;
- autonomy of local stations;
- system availability requirements;
- total system response time;
- redundancy;
- multitasking;
- alarm handling;
- trending;

- invite opérateur;
- supervision à distance;
- priorité manuelle;
- considérations en matière de protection/sécurité;
- verrouillages;
- caractéristiques dynamiques;
- non-linéarité;
- autorisation;
- arrêt normal
- arrêt d'urgence;
- redémarrage automatique;
- communication de données;
- périphériques;
- réseaux (LAN, WAN).

3.4.2 Paramètres des systèmes de commande

Il convient de fournir des détails sur les paramètres de fonctionnement des installations/équipements, en faisant référence aux variables/valeurs de traitement minimales et maximales, aux limites de temps écoulé pour les actions et les réactions, lorsqu'une commande de procédé est requise.

D'autres sujets importants à considérer sont notamment:

- liste des E/S;
- capteurs: types, niveaux de signal, prescriptions de puissance;
- conditionnement du signal;
- sorties de commande: types, prescriptions de puissance;
- transfert de données/accès;
- affichage local/distant;
- enregistrement et archivage;
- critères de rejet de perturbations électriques;
- disponibilité du système;
- redondance des E/S: unique ou au choix (par exemple deux sur trois).

3.4.3 Alarmes

Il convient que la description du système utilisateur comporte des prescriptions sur les alarmes. Il convient aussi de définir le concept d'organisation, la priorité, le fonctionnement et l'affichage de l'alarme.

D'autres sujets importants à considérer sont notamment:

- méthodes de détection de l'alarme;
- identification de la première erreur;

- operator interface;
- operator prompt;
- remote supervision;
- manual over-ride;
- protection/safety considerations;
- interlocks;
- dynamic characteristics;
- non-linearities;
- authorization;
- normal shutdown;
- automatic restart;
- data communication;
- peripherals;
- networks (LAN, WAN).

3.4.2 Control system parameters

Plant/equipment operation parameters with reference to maximum and minimum process variables/values, elapsed time limits for actions and reactions should be detailed where process control is required.

Other topics to be considered include:

- I/O listing;
- sensors: types, signal level, power requirements;
- signal conditioning;
- control outputs: types, power requirements;
- data transfer/access;
- local/remote display;
- logging and archiving;
- electrical interference rejection criteria;
- system availability;
- I/O redundancy: single or voting (e.g. two out of three).

3.4.3 Alarms

The user's system description should include alarm requirements. The organization concept, priority, alarm operation and display should be defined.

Other major topics to be considered include:

- alarm sensing methods;
- first fault identification;

- discrimination des erreurs;
- affichage d'une alarme dédiée;
- alarme pour l'interface homme/machine;
- accusé de réception de l'alarme;
- enregistrement de l'alarme.

3.4.4 Interface homme-machine

Les prescriptions relatives à l'interface homme-machine (MMI) comportent des considérations sur l'intervention d'un opérateur et les dispositions en matière de commande d'accès et de sécurité.

D'autres sujets importants à considérer sont notamment:

- affichage multistation;
- zones d'affichage dédiées;
- synoptiques dynamiques;
- commande d'accès, autorisation et mots de passe;
- verrouillages par clé;
- verrouillages logiciels;
- clavier, boule roulante, souris, écran tactile, etc.
- ergonomie.

3.4.5 Verrouillages

Il convient de décrire l'utilisation et les effets des systèmes de verrouillage.

Les principaux sujets à considérer sont les suivants:

- prescriptions physiques du verrouillage
- types de systèmes à verrouiller
- communication système/système (voir CEI 1131-5);
- prescription sur le réseau de données

3.4.6 Indisponibilité du système

Les sujets liés à une indisponibilité du système sont notamment:

- configuration de l'alimentation électrique;
- sauvegarde du système;
- diagnostic;
- mode de défaillance;
- niveaux d'affichage des défaillances: système, module ou carte;
- reprise: à froid, immédiate ou à chaud;
- protection du personnel et de l'équipement.

- fault discrimination;
- dedicated alarm display;
- alarm at man-machine interface;
- alarm acknowledgment;
- alarm logging.

3.4.4 *Man-machine interface*

Man-machine interface (MMI) requirements include considerations for operator intervention, access control and security arrangements.

Other major topics include:

- multistation display;
- dedicated display areas;
- dynamic graphics;
- access control, authorization and passwords;
- key locks;
- software locks;
- keyboard, track ball, mouse, touch screen, etc.;
- ergonomics.

3.4.5 *Interlocks*

The use of interlocks, including their effects, should be described.

Major topics to be considered include:

- physical requirements of interlock;
- types of systems to be interlocked;
- system/system communication (see IEC 1131-5);
- requirements for data network.

3.4.6 *System outage*

Topics relating to system outage include the following:

- power supply configuration;
- system back-up;
- diagnostics;
- failure mode;
- failure display levels: system, module, or card;
- restart: cold, hot, or warm;
- protection of personnel and equipment.

3.4.7 *Périphériques*

Les principaux sujets à considérer sont les suivants:

- types de périphériques;
- installations MMI (voir 3.4.4);
- affichages;
- disposition du clavier: normalisée ou personnalisée;
- imprimantes;
- enregistreurs graphiques.

3.4.8 *Logiciel système*

Les principaux sujets à considérer sont les suivants:

- structure de programmation/langage de programmation;
- PADT;
- accès aux programmes de commande: méthodes d'accès, autorisation;
- documentation;
- outils d'ingénierie assistés par ordinateur;
- configuration en ligne/autonome.

3.5 *Contraintes et prescriptions d'environnement*

Il convient que la configuration d'AP soit utilisée selon la spécification d'environnement du constructeur.

3.5.1 *Emplacement géographique*

Il convient de considérer les éléments suivants, au vu de facteurs locaux:

- moyens locaux de maintenance et de service;
- réglementation en matière de transport;
- culture et habitudes locales;
- réglementation sur l'importation/exportation.

3.5.2 *Site d'installation*

Il convient de considérer les éléments suivants:

- plan de construction;
- distribution géographique de l'équipement;
- disposition de l'équipement et des périphériques;
- espace d'installation;
- accès pour la maintenance.

3.4.7 *Peripherals*

Major topics to be considered include:

- types of peripherals;
- MMI facilities (see 3.4.4);
- displays;
- keyboard layout: standard or customized;
- printers;
- chart recorders.

3.4.8 *System software*

Major topics to be considered include:

- programming structure/programming language;
- PADT;
- access to control programs: access methods, authorization;
- documentation;
- computer aided engineering tools;
- on-line/off-line configuration.

3.5 *Environmental constraints and requirements*

The PC system should be used within the manufacturer's environmental specification.

3.5.1 *Geographic location*

The following items should be considered in view of indigenous (local) factors:

- maintenance and service support;
- transportation regulations;
- local culture and customs;
- import/export regulations.

3.5.2 *Installation site*

The following items should be considered:

- building layout;
- equipment separation;
- equipment and peripheral layout;
- installation space;
- maintenance access.

3.5.3 Facteurs d'environnement

Les facteurs d'environnement du système utilisateur pouvant agir sur le fonctionnement des automates programmables sont notamment:

- température (minimale/maximale);
- humidité (minimale/maximale);
- poussière et contamination dans l'air;
- gaz dangereux (une homologation peut s'avérer nécessaire);
- atmosphère corrosive;
- vibrations;
- décharges électrostatiques;
- parasites à haute fréquence (sensibilité et émissions);
- climatisation;
- prescriptions de tropicalisation;
- risques liés à l'eau, y compris arrosage automatique ou manuel;
- stockage de pré-installation;
- moisissures;
- insectes;
- petits animaux;
- stockage de l'équipement;
- corrosion galvanique;
- migration métallurgique (liée aux circuits intégrés);
- croissance dendritique;
- corrosion des faces en contact;
- foudre.

4 Sélection d'une configuration d'automates programmables et technique d'application

4.1 Présentation de l'article

La sélection d'une configuration d'AP comprend l'évaluation des prescriptions fonctionnelles des systèmes, de leur configuration, performances, facilités de fonctionnement, disponibilité, protection et du meilleur compromis, compte tenu des prescriptions de l'utilisateur.

En principe, ces prescriptions peuvent être rattachées:

- à des prescriptions générales;
- au matériel
- au logiciel;
- à la documentation.

Afin d'aider à sélectionner une configuration d'AP, il convient que l'utilisateur fasse la liste des critères de sélection, en tenant compte des prescriptions d'application, et affecte une priorité à ces critères. Cette information aidera à prendre des dispositions d'ordre technique et économique.

3.5.3 *Environmental factors*

Environmental factors of the user's system which can have an effect on the operation of programmable controllers include:

- temperature (maximum/minimum);
- humidity (maximum/minimum);
- dust and airborne contamination;
- hazardous gases (appropriate certification approval may be needed);
- corrosive atmosphere;
- vibration;
- electrostatic discharge;
- RF interference (both susceptibility and emissions);
- climate control;
- tropicalization requirements;
- water hazards, including hosing down either automatically or manually;
- pre-installation storage;
- fungi;
- insects;
- small animals;
- equipment storage;
- galvanic corrosion;
- metallurgical migration (as related to integrated circuits);
- dendritic growth;
- fretting corrosion;
- lightning.

4 Programmable controller system selection and application engineering

4.1 *Clause overview*

PC system selection involves assessment of functional system requirements, configuration, performance, ease of operation, availability, protection and best value with respect to the user requirements.

These requirements can usually be related to:

- general requirements;
- hardware;
- software;
- documentation.

To aid in PC system selection, the user should list selection criteria with respect to the application requirements and allocate priority to the criteria. This information will aid in making technical and economic trade-offs.

4.2 Prescriptions générales

Les prescriptions générales sont liées aux objectifs d'ensemble ainsi qu'au fonctionnement de la configuration d'AP. Le tableau 1 dresse la liste des références et des considérations à prendre en compte au cours du processus de sélection.

**Tableau 1 – Sélection d'une configuration d'AP –
Considérations générales**

Critères	Référence	Commentaires et considérations	
Emplacement géographique	CEI 1131-4 3.5.1	Main d'oeuvre Fournisseur Normes/codes locaux	– Niveau de connaissance et aptitude – Aptitude à respecter les prescriptions de dépannage et de fourniture de pièces détachées – Adaptation de l'équipement par rapport aux normes
Environnement	CEI 1131-2 2.1, 3.9.1 CEI 1131-4 3.5.3	Conditions locales	– Adaptation de l'équipement aux conditions d'environnement – Conformité à la CEI 1131-2 – Limites de fonctionnement de l'équipement par rapport aux conditions d'environnement – Modifications de l'équipement requises pour satisfaire ces conditions (s'il y a lieu)
EMF rayonnées	CEI 1131-4 Annexe A CEI 1131-2 3.9.1		
ESD	CEI 1131-4 Annexe B		
Bruit véhiculé	CEI 1131-2 3.9.1		
Architecture système	CEI 1131-4 Tableau 6	Alimentation électrique	– Commande du lancement et de l'arrêt de l'alimentation électrique de systèmes connectés
	CEI 1131-5	Communication	– Effet de la défaillance d'une seule station
	CEI 1131-1 4.3.1, 4.3.2	E/S à distance	– Prescriptions – Modes de fonctionnement
	CEI 1131-2 3.7		– Rythme des mises à jour
	CEI 1131-4 Tableau 10		
	CEI 1131-1 2.68, 4.3	Temps de réponse totale du système	– Scrutation – Rythme des mises à jour d'E/S, RIOS
		E/S mixtes	– Nombre/rapport des entrées numériques/analogiques supportées
	CEI 1131-4 Tableau 7	MPU Reprise de la configuration d'AP	– Temps de scrutation – Méthodes de détermination du type de reprise (à chaud, immédiate) s'il y a lieu
Support de produit	CEI 1131-4 Annexe F	Expérience	– Il convient de considérer l'expérience au niveau du système
	CEI 1131-2 4.5 à 4.12	Modèle/Type	– Enregistrement d'achat – Disponibilité des remplacements
	CEI 1131-4 4.12	Logiciel	– Version et date du système d'exploitation – Langage de programmation des applications – Support du logiciel

(Suite à la page 38)

4.2 General requirements

General requirements are related to overall objectives and operation of the PC system. Table 1 lists references and considerations to be taken into account during the selection process.

Table 1 – PC system selection – General considerations

Criteria	Reference	Comments and considerations	
Geographic location	IEC 1131-4 3.5.1	Work force Suppliers' facilities Standards/local codes	– Knowledge and skill level – Ability to support servicing and spare parts supply requirements – Suitability of equipment with respect to standards
Environment	IEC 1131-2 2.1, 3.9.1	Local conditions	– Suitability for environmental conditions
Radiated EMF	IEC 1131-4 3.5.3		– Compliance with IEC 1131-2 – Equipment operating limits with respect to environmental conditions – Equipment modifications needed to meet conditions (if any)
ESD	IEC 1131-4 Annex A		
Conducted noise	IEC 1131-2 3.9.1		
System architecture	IEC 1131-4 Table 6	Power supply	– Controlled start-up and shutdown of connected system power supplies
	IEC 1131-5	Communication	– Single-station failure effect
	IEC 1131-1 4.3.1, 4.3.2	Remote I/O	– Requirements – Operating
	IEC 1131-2 3.7		– Update rate
	IEC 1131-4 Table 10		
	IEC 1131-1 2.68, 4.3	Total system response time	– Scan – Update rate of I/O, RIOS
		I/O mix	– Amount/ratio of digital/analog inputs supported
	IEC 1131-4 Table 7	MPU PC system restart	– Scan time – Methods to determine type of restart (warm, hot) if applicable
Product support	IEC 1131-4 Annex F	Experience	– System level experience should be considered
	IEC 1131-2 4.5 to 4.12	Model/type	– Purchasing records – Availability of replacements
	IEC 1131-4 4.12	Software	– Version and date of operating system – Applications program language – Software support

(Continued on page 39)

Tableau 1 (fin)

Critères	Référence	Commentaires et considérations	
Expansion	CEI 1131-5	Système	- Besoins d'expansion - Installation de communication et protocole - Changements de temps de réponse
	CEI 1131-1 4.4	Accès de communication	- Nombre d'accès et utilisation - Disponibilité des extensions d'accès et limites d'utilisation
	CEI 1131-1 4.2.2.2, 4.2.2.3	Mémoire	- Capacité de la mémoire compte tenu de l'extensibilité maximale
	CEI 1131-2 3.6.3		- Mémoire disponible pour le programme d'application
		Affichages	- Capacité d'extension graphique - Temps de réponse
	CEI 1131-4 Tableau 11	E/S déportées	- Nombre de RIOS autorisées, nombre total d'entrée/sorties
		E/S	- Examiner les limitations au mélange des E/S compte tenue du nombre d'E/S
	CEI 1131-4 Tableau 6	Alimentation électrique	- Tension nominale et capacité
Exceptions par rapport aux spécifications			- Exceptions/omissions et clarification avec le constructeur
Informations du constructeur	CEI 1131-2 Article 5		- Liste des données significatives et prescriptions de conformité
Disponibilité	CEI 1131-1 2.4 CEI 1131-4 Tableau 2		- Données sur la disponibilité du système
Maintenabilité	CEI 1131-4 Tableaux 18, 19		Concept de maintenance préventive
Fiabilité	CEI 1131-1 2.34 CEI 1131-2 5.5		- MTBF (temps moyen entre défaillances) - MTTR (temps moyen de réparation)
Commande d'accès	CEI 1131-4 3.4.4 Tableau 12		- Inviolabilité - Limitation de l'accès - Commande d'accès et enregistrement
Diagnostic interne	CEI 1131-2 3.11		- Prescriptions de base - Auto-diagnostic - Temporisateur chien de garde - Essai de mémoire - Alimentation - Contrôleur d'état - Signalisation d'alarme - Type d'essais et fonctions de diagnostic effectuées (le diagnostic peut avoir une influence sur le temps de réponse système)
Diagnostic externe			Peut également être fourni
Effets des périphériques	CEI 1131-1 2.44, 2.45 CEI 1131-2 3.8		- Effets du raccordement et du retrait, de la connexion/deconnexion de périphériques installés de façon non permanente sur les différents temps de performance du système - Aspects sécurité
Isolement	CEI 1131-2 3.10 CEI 1131-4 Article 7		- Sécurité/protection entre les circuits d'excitation et la configuration d'AP - Selon les exigences d'immunité au bruit - Mesurages analogiques là où l'isolement est nécessaire

Table 1 (concluded)

Criteria	Reference	Comments and considerations	
Expansion	IEC 1131-5	System	- Needs for expansion - Communication facilities and protocol - Response time changes
	IEC 1131-1 4.4	Communication ports	- Number and usage of ports - Availability of port extenders and limitations of use
	IEC 1131-1 4.2.2.2, 4.2.2.3 IEC 1131-2 3.6.3	Memory	- Memory included with respect to maximal expandability - Memory available for application program
		Displays	- Expansion capability of graphics - Response time
	IEC 1131-4 Table 11	Remote I/O	- Number of RIOS allowed, total number of inputs/outputs
		I/O	- Examine I/O mix limitations number of inputs/outputs
	IEC 1131-4 Table 6	Power supply	- Voltage rating and capacity
Exceptions to specifications			- Exceptions/omissions and clarify with manufacturer
Manufacturer information	IEC 1131-2 Clause 5		- Relevant data listed and compliance requirements
Availability	IEC 1131-1 2.4 IEC 1131-4 Table 2		- System availability data
Maintainability	IEC 1131-4 Tables 18, 19		Concept of preventive maintenance
Reliability	IEC 1131-1 2.34 IEC 1131-2 5.5		- MTBF (mean time between failures) - MTTR (mean time to repair)
Access control	IEC 1131-4 3.4.4 Table 12		- Tamper resistance - Restricting the access - Access control and logging
Internal diagnostics	IEC 1131-2 3.11		- Basic requirements - Self-diagnostics - Watch-dog timer - Memory test - Power supply - Status monitor - Alarm signalling - Type of tests and diagnostics functions performed (system response time may be impacted by diagnostics)
External diagnostics			May also be provided
Effects of peripherals	IEC 1131-1 2.44, 2.45 IEC 1131-2 3.8		- Effects of plugging and unplugging, connecting/disconnecting non-permanently installed peripherals on the various system performance times - Security aspects
Isolation	IEC 1131-2 3.10 IEC 1131-4 Clause 7		- Safety/protection between field circuits and the PC system - As required for noise immunity - Analog measurements where isolation is necessary

4.3 Redondance

Il existe différents niveaux de redondance et de tolérance aux pannes, susceptibles d'être mis en oeuvre dans le système de commande. Ces prescriptions reposent principalement sur les besoins du système commandé, y compris la sécurité/protection, faisant l'objet d'une discussion à l'article 5.

Le tableau 2 donne la liste de ces considérations; il convient cependant de considérer cette liste comme étant non exhaustive.

Tableau 2 – Redondance – Critères de sélection

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Disponibilité du système	CEI 1131-1 2.34	– MTBF – Temps moyen entre défaillances – MTTR – Temps moyen de réparation – Performance du système suite à une panne – Effet de points uniques de défaillance au niveau du système – Continuité de fonctionnement du système suite à des pannes
Reprise	CEI 1131-1 2.56	Une reprise à froid remet toutes les conditions du système au niveau des conditions de démarrage initiales Une reprise à chaud relancera le système en un point situé un peu avant l'arrêt Une reprise immédiate conserve toutes les informations du système et relance directement à l'endroit où le système s'était arrêté
Transferts sans à-coups		Aptitude à commuter sur un système de sauvegarde sans variations de procédé ou «à-coups» significatifs
Unités redondantes		Plusieurs alimentations, CPU, E/S pour réaliser la même fonction
Au choix		Un sur deux Deux sur deux – doubles dispositifs et voies d'E/S Deux sur trois – trois dispositifs et trois voies
NOTES – Certains critères du tableau 2, tels que la reprise immédiate, à chaud ou à froid et les transferts sans à-coups, sont souvent définis et mis en oeuvre de façon différente selon les constructeurs.		

4.3 Redundancy

There are various levels of redundancy and fault tolerance that can be implemented in the control system. These requirements are primarily based on the needs of the controlled system, including safety/protection, which is discussed in clause 5. Table 2 lists some of these considerations, but should not be construed to be an all-inclusive list.

Table 2 – Redundancy – Selection criteria

Criteria	Reference	Comments and considerations
System availability	IEC 1131-1 2.34	- MTBF – Mean time between failures - MTTR – Mean time to repair - System performance following a fault - System level effect of single points of failure - Continuance of system operation after faults have occurred
Restart	IEC 1131-1 2.56	Cold restart resets all system conditions to those of initial start-up conditions Warm restart will restart the system at a point which occurred somewhat before the shutdown Hot restart retains all system information and restart exactly where the system stopped
Bumpless transfers		The ability to switch over to a back-up system without significant process variations, or "bumps"
Redundant units		More than one power supply, CPU, I/O to perform the same function
Voting		One out of two Two out of two – dual I/O devices and I/O channels Two out of three – three devices and three channels
NOTES – Some of the criteria in table 2, such as hot, warm, cold restart, and bumpless transfers, are often defined and implemented differently by various manufacturers.		

4.4 Entrées/sorties numériques

Le paragraphe 4.3.2 de la CEI 1131-1 et le paragraphe 3.3 de la CEI 1131-2 donnent la liste des détails significatifs; le tableau 3 donne des considérations de sélection.

Tableau 3 – Entrées/sorties numériques – Critères de sélection

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Type de circuit Entrées	CEI 1131-2 3.3	Pour des contacts par mise en contact effective de pièces (type 1) ou des interrupteurs de proximité à deux fils (type 2) Interrupteur de proximité – CEI 947-5-2
Sorties		Statique, électromécanique
Emission/absorption de courant	CEI 1131-2 3.3 Note 1 Figure 2	Les sorties à émission de courant et les entrées à absorption de courant sont recommandées
Caractéristiques normalisées	CEI 1131-2 3.3.1 à 3.3.3	Les paragraphes 3.3.2 et 3.3.3 concernent les sorties La figure 3 de 3.3.1.1 et le tableau 9 de 3.3.1.2 peuvent être utilisés pour garantir que les entrées sont conformes à la norme
Indicateurs d'état	CEI 1131-2 3.3.1.3, 3.3.2.2	Pour indiquer l'état des points d'E/S et aider à la maintenance du système
Protection fournie	CEI 1131-2 3.3.2.2 3.3.2.3 4.10	– Surtension – Surintensité – Protection pour E/S uniques ou groupées – Réinitialisable et remplaçable – Coordination des dispositifs protecteurs
Configuration	CEI 1131-2 3.3.1	Voies par carte, groupage de voies
Détarage	CEI 1131-2 3.3.2.3 Note 10	Les limitations de chargement de circuit dépendent du nombre d'E/S alimentées et de la température
Isolement	CEI 1131-2 4.2	Niveaux de tension à partir du système et entre des voies
Sécurité intrinsèque		Conformité aux normes nationales/locales, pouvant également restreindre certaines configurations d'E/S
Forçage		– Imposition de signaux en matériel et logiciel – Maintenance – Autorisation et mesures de sécurité
Sélection d'adresse		Sur carte, à l'arrière – implications liées au remplacement
Alimentation		Sur site résidente dans un AP (impossibilité éventuelle de l'interrompre)
Diagnostic	CEI 1131-2 3.11	Détection de circuit ouvert/court-circuit; fusible fondu
Temps de réponse des E/S	CEI 1131-1 2.68	Temporisation des E/S (critique dans certaines applications)
Câblage sur site	CEI 1131-2 4.6.2 CEI 1131-4 7.2	Taille des fils, couple, terminaisons

4.4 Digital inputs/outputs

4.3.2 of IEC 1131-1 and 3.3 of IEC 1131-2 list relevant details and the following table 3 contains selection considerations.

Table 3 – Digital Inputs/outputs – Selection criteria

Criteria	Reference	Comments and considerations
Circuit type Inputs	IEC 1131-2 3.3	For hard contacts (type 1) or two-wire proximity switch (type 2) Proximity switch – IEC 947-5-2.
Outputs		Solid state, electromechanical
Current sourcing/sinking	IEC 1131-2 3.3 Note 1 Figure 2	Current sourcing outputs and current sinking inputs are recommended
Standard ratings	IEC 1131-2 3.3.1 to 3.3.3	Section 3.3.2 and 3.3.3 are for outputs Figure 3 of 3.3.1.1 and table 9 of 3.3.1.2 can be used to ensure inputs comply with standard
Status indicators	IEC 1131-2 3.3.1.3, 3.3.2.2	To indicate status condition of I/O points and aid in system maintenance
Protection provided	IEC 1131-2 3.3.2.2 3.3.2.3 4.10	– Over voltage – Over current – Protection for single or group of I/O – Resettable or replacable – Protective devices coordination
Configuration	IEC 1131-2 3.3.1	Channels per card, channel groupings
Derating	IEC 1131-2 3.3.2.3 Note 10	Circuit loading limitations depend on the number of I/O energized and temperature
Isolation	IEC 1131-2 4.2	Voltage levels from system and between channels
Intrinsic safety		Compliance with national/local standards, which may also restrict certain I/O configurations
Override		– Forcing with hardware or software – Maintenance – Authorization and security measures
Address select		On card, backplane – replacement implications
Power supply		Field side, PC-resident (may be uninterruptible)
Diagnostics	IEC 1131-2 3.11	Detecting open circuit/short circuit; open fuse
I/O response time	IEC 1131-1 2.68	Delay time of I/O (critical in some applications)
Field wiring	IEC 1131-2 4.6.2 IEC 1131-4 7.2	Wire size, torque, terminations

4.5 Entrées/sorties analogiques

Pour tout détail, se reporter à 4.3.2 de la CEI 1131-1 et à 3.4 de la CEI 1131-2, ainsi qu'au tableau 4 pour avoir la liste des considérations de sélection.

Tableau 4 – Entrées/sorties analogiques – Critères de sélection

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Type d'E/S	CEI 1131-2 3.4.1	Différentiel, à extrémité unique, isolé, etc.
Plage	CEI 1131-2 3.4.1.1 3.4.1.2.1	Tension et/ou intensité, thermocouple, RTD, etc.
Impédance	CEI 1131-2 3.4.1.2 3.4.2.1	Entrée: dans une plage de fonctionnement et à partir de signaux d'une plage de fonctionnement Sortie: impédance de charge avec précision nominale
Niveau de précision	CEI 1131-2 3.4.1.2.1 3.4.2.2.1	– Erreur maximale à 25 °C – Plage de températures – Intervalle d'étalonnage
Résolution numérique	CEI 1131-2 3.4.1.2.1 Point 4 3.4.2.2.1	8 bits (1 en 256), 12 bits (1 en 4 096), etc.
Format des données	CEI 1131-2 3.4.1.2.1 3.4.2.2.1	– Binaire – BCD – Virgule flottante
Valeur du LSB	CEI 1131-2 3.4.1.2.1 3.4.2.2.1	Valeur du bit de poids faible (LSB) en unités d'ingénierie
Câblage sur site	CEI 1131-2 4.6.2 CEI 1131-4 7.2	Taille des fils, couple, terminaisons
Surcharge maximale	CEI 1131-2 3.4.1.2.1 3.4.2.2.3	Entrée: entrée maximale sans dommage Sortie: surcharge maximale appliquée en sortie sans dommage
Dépassement de calibre	CEI 1131-2 3.4.1.2.1	Lecture en entrée dans des conditions de calibre trop petit/dépassé
Isolement fourni	CEI 1131-2 3.4.2.2.3 3.4.1.2.3	Plage de tension d'isolement, de voie à voie, de voie à système
CMV	CEI 1131-2 3.4.1.2.1	Plage de tension de mode commun en entrée
CMMR	CEI 1131-2 3.4.2.2.1	Taux de rejection en mode commun à l'entrée (dB)
Entrées spéciales	CEI 1131-2 3.4.1.2.1	– Interface avec types de capteurs spéciaux – Méthode de linéarisation
Thermocouple	CEI 1131-2 3.4.1	– Méthode de compensation de soudure froide
Temporisation E/S	CEI 1131-1 2.68	Entrée – Temps total de transfert système en entrée – Durée échantillon – Répétition échantillon – Ordre de filtre d'entrée et fréquence de transition Sortie – Temps total de transfert système en sortie

(Suite à la page 46)

4.5 Analog inputs/outputs

Refer to 4.3.2 of IEC 1131-1 and 3.4 of IEC 1131-2 for relevant details, and table 4 for a listing of selection considerations.

Table 4 – Analog inputs/outputs – Selection criteria

Criteria	Reference	Comments and considerations
I/O type	IEC 1131-2 3.4.1	Differential, single-ended, isolated, etc.
Range	IEC 1131-2 3.4.1.1 3.4.1.2.1	Voltage and/or current, thermocouple, RTD, etc.
Impedance	IEC 1131-2 3.4.1.2 3.4.2.1	Input: for in operating range and out of operating range signals Output: load impedance driven with rated accuracy
Accuracy resolution	IEC 1131-2 3.4.1.2.1 3.4.2.2.1	– Maximum error at 25 °C – Temperature range – Calibration interval
Digital resolution	IEC 1131-2 3.4.1.2.1 Item 4 3.4.2.2.1	8 bits (1 in 256), 12 bits (1 in 4 096), etc.
Data format	IEC 1131-2 3.4.1.2.1 3.4.2.2.1	– Binary – BCD – Floating point
LSB value	IEC 1131-2 3.4.1.2.1 3.4.2.2.1	Value of least significant bit (LSB) in engineering units
Field wiring	IEC 1131-2 4.6.2 IEC 1131-4 7.2	Wire size, torque, terminations
Maximum overload	IEC 1131-2 3.4.1.2.1 3.4.2.2.3	Input: maximum input for no damage Output: maximum overload applied to output with no damage
Input over range	IEC 1131-2 3.4.1.2.1	Input reading under/over range input conditions
Isolation provided	IEC 1131-2 3.4.2.2.3 3.4.1.2.3	Isolation voltage range, channel to channel, channel to system
CMV	IEC 1131-2 3.4.1.2.1	Input common mode voltage range
CMMR	IEC 1131-2 3.4.2.2.1	Input common mode rejection ratio (dB)
Special inputs	IEC 1131-2 3.4.1.2.1	– Interface to special sensor types – Linearization method
Thermocouple	IEC 1131-2 3.4.1	– Cold junction compensation method
I/O timing	IEC 1131-1 2.68	Input – Total input system transfer time – Sample duration time – Sample repetition time – Input filter order and transition frequency Output – Total output system transfer time

(Continued on page 47)

Tableau 4 (fin)

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Ecart temporel maximal	CEI 1131-2 3.4.1.2.2 3.4.2.2.2	La valeur selon laquelle le signal analogique se modifiera (en pourcentage sur l'échelle totale) au cours des essais au bruit (voir 3.9 de la CEI 1131-2).
Méthode A/D	CEI 1131-2 3.4.1.2.3	- Approximation successive - Double rampe - Eclair - Autres
Méthode D/A	CEI 1131-2 3.4.1.2.3	- D/A par voie - D/A courant avec échantillonnage/maintien
Modes de fonctionnement	CEI 1131-2 3.4.1.2.3	- Auto-scrutation - Déclenché - Autres
Type de protection	CEI 1131-2 3.4.1.2.3 3.4.2.2.3	- Résistance - Condensateur - Couplage opto-électronique - MOV - etc.
Alimentation	CEI 1131-2 3.4.1.2.3 3.4.2.2.3	Spécification d'alimentation externe, le cas échéant
Spécification de câble	CEI 1131-2 3.4.1.2.3 3.4.2.2.3 CEI 1131-4 7.2	- Type et longueur - Règles d'installation pour le bruit
Etalonnage	CEI 1131-2 3.4.1.2.3 3.4.2.2.3	Méthode et intervalle (temps entre deux étalonnages)
Monotonie	CEI 1131-2 3.4.1.2.4 3.4.2.2.4	Avec ou sans codes manquants
Diaphonie	CEI 1131-2 3.4.1.2.4 3.4.2.2.4	Mesurée entre les voies
Non-linéarité	CEI 1131-2 3.4.1.2.4 3.4.2.2.4	Pourcentage de l'échelle totale
Répétabilité	CEI 1131-2 3.4.1.2.4 3.4.2.2.4	A température fixe après un temps de stabilisation
Temps d'établissement	CEI 1131-2 3.4.2.2.2	Temps d'établissement pour une variation égale à la totalité de la plage, en ms
Dépassement	CEI 1131-2 3.4.2.2.2	Pourcentage maximal au-delà d'une valeur spécifiée exprimé en pour-cent de la plage totale
Sorties en courant	CEI 1131-2 3.4.2.2.3	Plage de tension minimale et maximale Charge inductive maximale autorisée
Sortie en tension	CEI 1131-2 3.4.2.2.3	Intensité minimale et maximale du courant de sortie Charge capacitive maximale
Types de charge		Flottante, mise à la terre
Ondulation	CEI 1131-2 3.4.2.2.4	Valeur efficace maximale d'ondulation de sortie, en pourcentage de la plage totale

Table 4 (concluded)

Criteria	Reference	Comments and considerations
Maximum temporary deviation	IEC 1131-2 3.4.1.2.2 3.4.2.2.2	The amount the analog signal will change (as a percentage of full scale) during the noise testing (see 3.9 of IEC 1131-2)
A/D method	IEC 1131-2 3.4.1.2.3	- Successive approximation - Dual slope - Flash - Others
D/A method	IEC 1131-2 3.4.1.2.3	- D/A per channel - Common D/A with sample/hold
Operating modes	IEC 1131-2 3.4.1.2.3	- Self-scan - Triggered - Others
Protection type	IEC 1131-2 3.4.1.2.3 3.4.2.2.3	- Resistor - Capacitor - Opto-isolator - MOV - etc.
Power supply	IEC 1131-2 3.4.1.2.3 3.4.2.2.3	External power supply specification, if required
Cable specification	IEC 1131-2 3.4.1.2.3 3.4.2.2.3 IEC 1131-4 7.2	- Type and length - Installation rules for noise
Calibration	IEC 1131-2 3.4.1.2.3 3.4.2.2.3	Method and interval (time between calibrations)
Monotonicity	IEC 1131-2 3.4.1.2.4 3.4.2.2.4	With or without missing codes
Crosstalk	IEC 1131-2 3.4.1.2.4 3.4.2.2.4	Measured between channels
Non-linearity	IEC 1131-2 3.4.1.2.4 3.4.2.2.4	As a percentage of full scale
Repeatability	IEC 1131-2 3.4.1.2.4 3.4.2.2.4	At fixed temperature after stabilization time
Settling time	IEC 1131-2 3.4.2.2.2	Time to settle for a full-range change, in ms
Overshoot	IEC 1131-2 3.4.2.2.2	Maximum percentage beyond specified value Percentage of full range
Current outputs	IEC 1131-2 3.4.2.2.3	Maximum and minimum voltage range Maximum allowable inductive load
Voltage output	IEC 1131-2 3.4.2.2.3	Maximum and minimum output current Maximum capacitive load
Load types		Floating, grounded
Ripple	IEC 1131-2 3.4.2.2.4	Maximum r.m.s. output ripple, as percentage of full range

4.6 Modules spécifiques à une application

Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire que le module d'E/S soit doté de son propre processeur, pour pouvoir effectuer certaines fonctions irréalisables avec l'unité centrale ou moins efficaces. Ce module fait partie de la configuration d'AP. Il renvoie à la configuration d'AP au niveau de la surveillance.

Le tableau suivant décrit certains des modules les plus utilisés.

Tableau 5 – Modules spécifiques à une application

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Contrôle PID		Lorsqu'il est nécessaire de contrôler une partie de l'application, il convient que l'utilisateur définisse le niveau de performance requis pour vérifier que le module possède les caractéristiques adéquates
Signal numérique à grande vitesse		Utilisé lorsqu'il faut accrocher des signaux à grande vitesse, par exemple, un compteur d'impulsions
Servocommande		Utilisé dans des applications nécessitant de commander les déplacements; ce module reçoit des informations sur des positions (généralement des entrées numériques à partir d'un capteur) et commande des mouvements (généralement des sorties numériques ON/OFF)
Commande d'interruption		Dans certaines parties de l'application, il peut s'avérer nécessaire d'avoir une réponse rapide pour des événements importants; ce module peut réagir à certaines combinaisons de signaux; il commande une position prédéfinie, par exemple, celle d'un actionneur

4.7 Alimentations

Les types d'alimentation que nécessitent les configuration d'automates programmables sont nombreux et variés. L'alimentation du MPU, des mémoires et des modules de communication est généralement fournie par le constructeur; elle possède l'ensemble des caractéristiques requises pour le démarrage, la configuration d'un système et d'autres caractéristiques de système d'alimentation. Ces sources d'alimentation fournissent généralement la puissance d'interface système requise pour des E/S locales et déportées; elles sont alimentées sur le secteur. Ces sources d'alimentation fournies par les constructeurs étant dédiées, elles sont fortement recommandées.

NOTE – Lorsque le paragraphe ci-dessus s'applique aux machines, voir aussi la CEI 204-1.

Le tableau suivant décrit l'alimentation en entrée.

4.6 Application-specific modules

In some applications, there may be a need for an I/O module which has a processor of its own to perform some functions that are not possible or less efficient to perform with the CPU. This module is a part of the PC system and reports to the PC system on a supervisory basis.

The following table describes some of the most used modules.

Table 5 – Application – Specific modules

Criteria	Reference	Comments and considerations
PID control		When it is necessary to control a part of the application, the user should define the required performance to verify that the module has adequate characteristics
High-speed digital signal		Used when high-speed signals have to be acquired; e.g. a pulse counter
Servo-control		Used in applications where it is necessary to control movements. This module acquires positions (generally digital inputs from sensor) and controls movement (generally ON/OFF digital outputs)
Interrupt control		In some parts of the application, it may be necessary to have a fast response to important events. This module can react to some combinations of signals and controls a predefined position, of an actuator, for example

4.7 Power supplies

There are many and varied power supplies required for a programmable controller system. The power supplies which power the MPU, memories and communication modules are normally supplied by the manufacturer and have all the required features for system start-up, configuration and other power system features incorporated. These power supplies also normally furnish the required system interface power for both local and remote I/O and are powered from the mains power supply. These manufacturer-supplied power supplies are dedicated and highly recommended.

NOTE – When the above subclause applies to machinery, see also IEC 204-1.

The following table describes the incoming power supply.

Tableau 6 – Alimentation en entrée – Critères de sélection

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Tensions nominales	CEI 1131-2 3.2.1.1	24 V c.a. et 48 V c.c.; 24 V c.a., 48 V c.a., 120 V c.a., 230 V c.a., 400 V c.a.
Fréquence	CEI 1131-2 3.2.1.1 Note 3	50 Hz ou 60 Hz, $\pm 5\%$
Tolérance de tension	CEI 1131-2 3.2.1.1 Note 3	(valeurs efficaces au point d'entrée de l'équipement) +20 %/-15 % sur la tension c.c.; +10 %/-15 % sur la tension c.a.
Ondulation	CEI 1131-2 3.2.1.1 Note 3	Tension c.c. uniquement, 5 % d'erreur maximale supplémentaire
Harmonique	CEI 1131-2 3.2.1.1 Note 1 Note 3	– Jusqu'à 10 % de déformation harmonique, du deuxième au dixième harmonique – 2 % autorisé pour d'autres fréquences et harmoniques au delà du dixième La source de puissance en entrée vers l'AP peut nécessiter un conditionnement – D'autres sources d'énergie vers des configurations d'AP doivent se conformer aux prescriptions de la norme
Creux de tension	CEI 1131-2 3.2.1.2 6.3.7.3	Courtes perturbations de l'alimentation
Interruption	CEI 1131-2 3.2.1.2	Disruptions d'une durée supérieure à un creux de tension
Autres tensions en entrée	CEI 1131-2 3.2.1.1 Note 5	100 V c.a., 110 V c.a., 200 V c.a., 240 V c.a., 380 V c.a. ou 110 V c.c., 125 V c.c., les mêmes tolérances que ci-dessus s'appliquent
Surtensions non périodiques	CEI 1131-2 2.1.2.4	Des pointes de surtension non périodiques peuvent apparaître sur des lignes d'ALIMENTATION SECTEUR, en raison de la coupure de l'alimentation d'un équipement à haute énergie. Il est possible que des impulsions de courant élevées provoquent des pointes de tension atteignant deux fois la tension de pointe. L'utilisateur doit protéger l'équipement d'AP contre ce type de surcharge (par exemple, par transformateur interposé)
Protection	CEI 1131-2 3.3.2.3	Méthodes de protection et modes de défaillances

4.8 Processeur principal

Pour tout détail, se reporter à la CEI 1131-1 et 3.1 (figure 1) et 3.6 de la CEI 1131-2, ainsi qu'au tableau 7 donnant la liste des considérations de sélection.

Table 6 – Incoming power supplies – Selection criteria

Criteria	Reference	Comments and considerations
Rated voltages	IEC 1131-2 3.2.1.1	24 V d.c. and 48 V d.c.; 24 V a.c., 48 V a.c., 120 V a.c., 230 V a.c., 400 V a.c.
Frequency	IEC 1131-2 3.2.1.1 Note 3	50 Hz or 60 Hz, $\pm 5\%$
Voltage tolerance	IEC 1131-2 3.2.1.1 Note 3	(RMS values at point of equipment entry) +20 %/-15 % on d.c. voltage; +10 %/-15 % on a.c. voltage
Ripple	IEC 1131-2 3.2.1.1 Note 3	On d.c. voltages only, 5 % maximal additional error
Harmonics	IEC 1131-2 3.2.1.1 Note 1 Note 3	– Up to 10 % harmonic distortion from second through tenth harmonic – 2 % allowed for other frequencies and harmonics above tenth incoming power source to PC may require conditioning – Other power sources to PC system shall meet the requirements of this standard
Voltage dip	IEC 1131-2 3.2.1.2 6.3.7.3	Short disturbances of power supply
Interruption	IEC 1131-2 3.2.1.2	Disruptions of longer duration than voltage dip
Other input voltages	IEC 1131-2 3.2.1.1 Note 5	Such as 100 V a.c., 110 V a.c., 200 V a.c., 240 V a.c., 380 V a.c. or 110 V d.c., 125 V d.c., the same tolerances apply as above
Non-periodic over voltage	IEC 1131-2 2.1.2.4	Non-periodic over-voltage peaks may appear on MAINS POWER SUPPLY lines due to power interruptions to high-energy equipment. There may be high-current pulses causing voltage peaks up to two times peak. The user needs to protect the PC equipment from this type of overload (e.g. by the use of an interposing transformer).
Protection	IEC 1131-2 3.3.2.3	Protection methods and failure modes

4.8 Main processing unit

Refer to IEC 1131-1 and 3.1 (figure 1) and 3.6 of IEC 1131-2 for relevant details as well as table 7 for a listing of selection considerations.

Tableau 7 – Processeur principal – Critères de sélection

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Mémoire du programme utilisateur	CEI 1131-2 3.6.3	Structure et taille de la mémoire du programme d'application utilisateur
Mémoire des données	CEI 1131-2 3.6.3	Structure, taille et nombre de bits par mot
Types de mémoires	CEI 1131-2 3.6.3	Par exemple CMOS-EPROM, EEPROM
Sauvegarde de la mémoire	CEI 1131-2 3.2.2	Sauvegarde pour mémoire volatile
Configuration matérielle du système	CEI 1131-4 Tableau 1	– Baies – Câbles – Expanseur de bus – Alimentations – Nombre de modules d'E/S par type – Affectation de la mémoire par type d'E/S – etc.
Langages de programmation acceptés	CEI 1131-3 1.5	– Langages acceptés par le MPU et le RADT – Conformité à la norme de langage d'AP, CEI 1131-3 – Il convient de noter toute différence au niveau des objets, des instructions, des règles sémantiques et syntaxiques
Temps de scrutation	CEI 1131-1 2.68 Point 4	Le calcul du temps de scrutation comporte: – la scrutation – l'utilisation de la mémoire – le transfert – l'exécution du programme – le diagnostic du programme utilisateur
Traitement de la mémoire des E/S	CEI 1131-2 3.6.3	C'est-à-dire l'utilisation de mémoires d'images d'E/S avec mise à jour périodique, des instructions de type «get/put,» des programmes à moteur événementiel et d'interruption, et leurs effets sur les temps de réponse du système, y compris la reprise (à froid, à chaud ou immédiate)

4.9 Périphériques

La liste des prescriptions générales en matière de périphériques figure en 4.5 de la CEI 1131-2 et en 3.8 de la CEI 1131-2.

4.9.1 Interface homme-machine

Il convient que l'interface homme-machine (MMI) soit indiquée et sélectionnée clairement puisqu'il s'agira de la fenêtre de l'opérateur sur le système de commande de l'installation. Ce peut être également le dispositif d'accès à la programmation et au diagnostic de panne de configuration d'AP.

La liste des critères de sélection de MMI figure au tableau 8.

Table 7 – Main processing unit – Selection criteria

Criteria	Reference	Comments and considerations
User program memory	IEC 1131-2 3.6.3	The organization and size of user application program memory
Data memory	IEC 1131-2 3.6.3	Organization, size and bits per word
Memory types	IEC 1131-2 3.6.3	For example, CMOS-EPROM, EEPROM
Memory back-up	IEC 1131-2 3.2.2	Power back-up for volatile memory
System hardware configuration	IEC 1131-4 Table 1	– Racks – Cables – Bus expanders – Power supplies – Number of I/O modules per type – Memory allocation per I/O type – etc.
Programming languages supported	IEC 1131-3 1.5	– Languages supported by the MPU and PADT – Conformance to the P.C. language standard IEC 1131-3 – Any differences in objects, instructions, semantic and syntactic rules should be noted
Scan time	IEC 1131-1 2.68 Item 4	The calculation of scan time which includes: – Scan – Memory utilization – Transfer – Program execution – User's program diagnostics
I/O memory processing	IEC 1131-2 3.6.3	i.e., use of I/O image registers periodically refreshed, "get/put" type instructions, interrupt and event-driven programs, etc. and their effects on system response times, including restart (cold, warm, hot restart)

4.9 Peripherals

General requirements for peripherals are listed in 4.5 of IEC 1131-2 and 3.8 of IEC 1131-2.

4.9.1 Man-machine interface

The man-machine interface (MMI) should be carefully specified and selected because it will be the operator's window to the plant control system. It may also be the access facility for programming and fault diagnosis for the PC system.

Selection criteria for MMI are listed in table 8.

Tableau 8 – Interface homme-machine – Critères de sélection

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Types	CEI 1131-2 3.8	1) Intégré à l'AP – utilise MPU-AP et mémoire, peut limiter l'affichage et les caractéristiques de fonctionnement de l'AP 2) Intelligent – permet un affichage et des caractéristiques de fonctionnement étendus pouvant comporter le support de l'opérateur
Affichage	CEI 1131-1 4.9.3	– Luminosité – Contraste – Taille de l'écran – Définition – Résolution – Pureté de la couleur – Nombre de caractères – Libellés – Ecran tactile – Souris – Boule roulante – Temps de rafraîchissement de l'affichage – Formats – Fenêtres – Menus – Support du langage naturel
Clavier	CEI 1131-1 4.9.4	– Tactile – Ergonomique – Souris, boule roulante
Commande d'accès	CEI 1131-4 Tableau 1	– Opérateur et/ou programmeur – Verrouillage des touches ou protections logicielles
Alarmes	CEI 1131-4 3.4.3	– Affichage séparé – Fenêtres écran – Points de données actifs – Gestion des alarmes
Graphiques	CEI 1131-4 Tableau 1	– Nombre d'écrans disponibles – Extensibilité des écrans – Temps de création – Temps de rafraîchissement – Caractères et symboles – Qualité visuelle

4.9.2 Équipement d'essai (TE)

L'équipement d'essai peut avoir un but spécifique, uniquement applicable à la configuration d'AP particulière considérée. En ce qui concerne les caractéristiques de sélection, se reporter à 2.67 de la CEI 1131-1 et au tableau 9.

4.9.3 Outil de programmation et de déverminage (PADT)

Le PADT peut également être le dispositif d'accès à la programmation et au diagnostic de panne.

La liste des critères de sélection d'un PADT apparaît dans le tableau suivant.

Table 8 – Man-machine interface – Selection criteria

Criteria	Reference	Comments and considerations
Types	IEC 1131-2 3.8	1) Integrated in PC – uses PC-MPU and memory, may restrict display features and PC operating features 2) Intelligent – permits extensive displays and operating features which may include operator support
Display	IEC 1131-1 4.9.3	– Brightness – Contrast – Screen size – Definition – Resolution – Colour purity – Number of characters – Labels – Touch screen – Mouse – Rollerball – Display refresh time – Formats – Windows – Menus – Native language support
Keyboard	IEC 1131-1 4.9.4	– Tactile feel – Ergonomics – Mouse, rollerball
Access control	IEC 1131-4 Table 1	– Operator and/or programmer – Keylock or software protected levels
Alarms	IEC 1131-4 3.4.3	– Separate display – Screen windows – Active data points – Alarm management
Graphics	IEC 1131-4 Table 1	– Number of screens available – Expandability of screens – Build time – Refresh times – Characters and symbols – Visual quality

4.9.2 *Test equipment (TE)*

Test equipment may be special-purpose and only applicable to the particular PC system being considered. Refer to 2.67 of IEC 1131-1 and table 9 for selection characteristics.

4.9.3 *Programming and debugging tool (PADT)*

The PADT may also be the access facility for programming and fault diagnosis.

Selection criteria for PADT are listed in the following table 9.

Tableau 9 – Matériel d'essai et PADT – Critères de sélection

Critères	Référence	Commentaires et considérations
PADT	CEI 1131-1 2.52	Utilisé pour la programmation, la mise au point, la surveillance et la documentation d'AP
Ecran	CEI 1131-1 4.9.3 CEI 1131-4 Tableau 8	1) Intégré à l'AP – partage MPU-AP et mémoire, peut limiter l'affichage et les caractéristiques de fonctionnement 2) Autonome – permet un affichage et des caractéristiques de fonctionnement étendus
Type de TE	CEI 1131-1 et CEI 1131-3	Objectif général – utilise du matériel aux normes industrielles pour réaliser les essais ou fonctions requis Fourni/recommandé par le fabricant – peut utiliser du matériel unique, logiciel/micrologiciel pour réaliser une fonction prévue, par exemple, un contrôleur de transmission
Clavier	CEI 1131-4 Tableau 8 CEI 1131-1 4.9.4	
Niveaux d'accès	CEI 1131-4 Tableau 8	
Alarmes	CEI 1131-4 Tableau 8	
Graphiques	CEI 1131-1 Tableau 8	

4.10 Communications

Les critères de communication s'appliquent lorsqu'une configuration d'AP fait partie d'un système réparti et doit communiquer avec un équipement homologué ou en commandant une configuration subordonnée avec une autre configuration d'AP ou un autre ordinateur. Il convient également que les dispositifs de communication soient évalués, si l'utilisateur a des plans d'expansion pour l'avenir.

Les communications interviennent pour de nombreuses parties de la configuration d'AP. Les réseaux de communication série sont traités dans la CEI 1131-5. Les critères de sélection de communication figurent au tableau 10 et les prescriptions en 3.5 de la CEI 1131-2.

Table 9 – Test equipment and PADT – Selection criteria

Criteria	Reference	Comments and considerations
PADT	IEC 1131-1 2.52	Used for PC programming, debugging, monitoring and documentation
Display unit	IEC 1131-1 4.9.3 IEC 1131-4 Table 8	1) Integrated in PC – shares PC-MPU and memory, may restrict display and operating features 2) Stand alone – permits extensive displays and operating features
Type of TE	IEC 1131-1 or IEC 1131-3	General purpose – uses industry standard hardware to perform the required test or function Manufacturer provided/recommended – may use unique hardware and software/firmware to perform intended function, e.g. communication tester
Keyboard	IEC 1131-4 Table 8 IEC 1131-1 4.9.4	
Access levels	IEC 1131-4 Table 8	
Alarms	IEC 1131-4 Table 8	
Graphics	IEC 1131-1 Table 8	

4.10 Communications

Communication criteria apply where a PC system is part of a distributed system and must communicate with peer equipment or in controlling a subordinate configuration with another PC system or computer. Communication facilities should also be assessed if the user has expansion plans for the future.

Communications are used for many portions of the PC system. Serial communications networks are covered in IEC 1131-5. Communications selection criteria are found in table 10. Requirements are found in 3.5 of IEC 1131-2.

Tableau 10 – Communications – Critères de sélection

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Topologie		Multipoint, en étoile, possibilité ultérieure d'expansion (disruption de réseau susceptible de se produire pendant une expansion ou une reconfiguration)
Redondance	CEI 1131-2 3.5 CEI 1131-1 3.19	De supports, noeuds, interface de communications. La redondance est liée au caractère plus ou moins critique d'une application et au degré d'autonomie d'une configuration d'AP
Nombre de noeuds		Capacité d'extension
Longueur de support		Extension, application, configuration, répéteurs (déterminée par l'affaiblissement du signal et le rapport bruit/unité de longueur)
Chargement de support		Possibilité, variations du temps de réponse avec le chargement
Protocole		Conformité à la CEI 1131-5
Vérification des données		Conformité à 3.11 de la CEI 1131-2
Alarme de panne		Indication de panne/dysfonctionnement de communication
Caractéristiques et possibilités de fonctionnement	CEI 1131-2 3.5, 3.7, 3.8 6.3.10, 6.3.11	Devant pouvoir tester, commander et surveiller le système de communication directement ou via un processeur de communications dédié/directeur de communications pour pertes de porteuse, temporisations, erreurs détectées, caractères ou séquences illégaux, défaillance des autres noeuds, rupture de support
Type de support	CEI 1131-2 3.5, 3.7	Paire torsadée, câble coaxial, fibre optique, etc. coût des supports, installations, terminaisons
Acheminement		Acheminement des messages
Portes, ponts répéteurs		Réseaux interconnectés
Couche applications	CEI 1131-5	Service utilisateur adéquat
Performance		- Vitesse des données effective - Débit en bauds - Bits/s - Comme convenu entre utilisateur et fournisseur

4.11 Station E/S déportée (RIOS)

Les informations sur les stations d'entrées/sorties déportées figurent au tableau 11.

Table 10 – Communications – Selection criteria

Criteria	Reference	Comments and considerations
Topology		Multi-drop, star, expansion potential for future (network disruption could occur during expansion and reconfiguration)
Redundancy	IEC 1131-2 3.5 IEC 1131-1 3.19	Of media, nodes, communication interface. Redundancy is related to application criticality and degree of PC system autonomy.
Number nodes		Expansion capability
Media length		Extension, application, configuration, repeaters (determined by signal loss and noise, unit length)
Media loading		Capability, response time variations with loading
Protocol		Compliance with IEC 1131-5
Data checks		Compliance with IEC 1131-2, 3.11
Failure alarm		Indication of communication failures/malfunctions
Operating features and capabilities	IEC 1131-2 3.5, 3.7, 3.8 6.3.10, 6.3.11	Should be capable of testing, controlling and monitoring the communication system directly or through a dedicated communications processor unit/communications director for carrier losses, time-outs, detected errors, illegal characters or sequences, failure of other nodes, media breaks
Media type	IEC 1131-2 3.5, 3.7	Twisted pair, coax, optical fiber, etc., cost of media, installation, termination
Routing		Message routing
Gateways, bridges, repeaters		Networks interconnected
Applications layer	IEC 1131-5	Adequate user services
Performance		- Effective data rate - Baud rate - Bits/s - As agreed between user and supplier

4.11 Remote I/O stations (RIOS)

Remote I/O station information is found in table 11.

Tableau 11 – RIOS-Critères de sélection

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Type d'adaptateur	CEI 1131-2 3.7	- Disponibilité des différentes fonctions d'E/S - Nombre maximal de points RIOS avec des prescriptions de différents types - Prescriptions de puissance - Prescriptions de montage (type d'enceinte, espace entre dispositif ou baies), etc.
Liaison de communication de RIOS	CEI 1131-2 3.7	- Type de commande de liaison - Vitesse de mises à jour - Nombre de pertes - Pertes dans les câbles - Concordance de distance et d'impédance - Isolement
Commande d'accès	CEI 1131-4 Tableau 1	Opérateur et/ou programmeur, verrouillage des touches ou niveaux de protection logicielle
Alarmes		- Pannes de module - Pannes de baies - Perte de communication
Redondance	CEI 1131-4 Tableau 4	Il convient que la duplication de support soit liée à la criticité de l'application
Pertes de niveau et interruptions d'alimentation déportée	CEI 1131-2 3.7.1 CEI 1131-4 Tableau 4	- Etat de liaison de communication de RIOS - Initialisation du démarrage - Rapport sur les interruptions, les états de sortie prédéterminés en cas de panne - Indications de panne
Etat	CEI 1131-2 3.7.1	Rapport sur l'état du RIOS pour le programme d'application
Type de réseau	CEI 1131-2 3.7.2	Point à point, en étoile, multipoint, en anneau, etc.
Temps de réponse	CEI 1131-1 2.68 CEI 1131-2 3.7.2 CEI 1131-4 Tableau 1	- Temps de transfert - Codage/détection d'erreur - Débit des données - Tentatives de relance - Temporisation de changement d'E/S

4.12 Logiciel

Le logiciel de configuration d'AP comporte un système d'exploitation et un logiciel programme d'application (voir 4.2.1, 4.2.3, 4.6.1 et 4.6.2.5 de la CEI 1131-1). Le système d'exploitation d'AP peut être une exclusivité du constructeur, et il convient que l'utilisateur ne s'attende pas à avoir accès à cette information.

4.12.1 Logiciel du constructeur

La sélection de matériel et de logiciel sont des procédures complémentaires; il convient de les évaluer simultanément lors des procédures de sélection d'un système.

Deux des langages de programmation de la CEI 1131 sont de type littéral:

- liste d'instructions (IL) - 1131-3, 3.2
- littéral structuré (ST) - 1131-3, 3.3

Table 11 – RIOS-selection criteria

Criteria	Reference	Comments and considerations
Type of remote adapter	IEC 1131-2 3.7	– Availability of various I/O functions – Maximum number of RIOS points of various types requirements – Power requirements – Mounting requirements (enclosure type, spacing between devices or racks), etc.
RIOS communication link	IEC 1131-2 3.7	– Type of link control – Speed of updates – Number of drops – Cable drops – Distance and impedance match – Isolation
Access control	IEC 1131-4 Table 1	Operator and/or programmer, keylock or software protected levels
Alarms		– Module faults – Rack faults – Communications loss
Redundancy	IEC 1131-4 Table 4	Media duplication should be related to application criticality
Remote power supply drop-outs and interruption	IEC 1131-2 3.7.1 IEC 1131-4 Table 4	– State of RIOS communication link – Initialization of start-up – Reporting of interruptions, predetermined output states under fault – Fault indications
Status	IEC 1131-2 3.7.1	Report RIOS status to application program
Network type	IEC 1131-2 3.7.2	Point-to-point, star, multidrop, ring, etc.
Response time	IEC 1131-1 2.68 IEC 1131-2 3.7.2 IEC 1131-4 Table 1	– Transfer time – Error coding/detection – Data rates – Retries – I/O change delay time

4.12 ~~Software~~

Software for PC systems includes operating system and application program software (see 4.2.1, 4.2.3, 4.6.1 and 4.6.2.5 of IEC 1131-1). The PC operating system may be of a proprietary nature and the user should not expect access to this information.

4.12.1 *Manufacturer's software*

The selection of software and hardware are complementary procedures and should be concurrently evaluated during system selection procedures.

Two of the programming languages of the IEC 1131 are textual:

- instruction list (IL) - 1131-3, 3.2
- structured text (ST) - 1131-3, 3.3

Les trois autres langages de programmation sont de type graphique:

- à contacts (LD) – 1131-3, 4.2
- en blocs fonctionnels (FBD) – 1131-3, 4.3.1
- fonctionnel séquentiel (SFC) – 1131-3, 2.6

Les principaux sujets traités dans la CEI 1131-3 sont les suivants:

- langage de programmation;
- fonctions requises;
- utilisation d'aides à la programmation disponibles;
- structure de programme;
- prescriptions particulières;
- contraintes de formation;
- surveillance et alarmes;
- interaction de procédés;
- code sous forme modulaire;
- critères de commande d'accès;
- considérations sur la sécurité/protection;
- documentation logicielle;
- archivage des versions de logiciels;
- cycle de vie d'un projet;
- sauvegardes des logiciels.

La liste de critères de sélection figure au tableau 12.

Tableau 12 – Logiciel du constructeur – Critères de sélection

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Développement du logiciel	CEI 1131-1 4.2	– Temps de production – Version et date de diffusion d'un logiciel constructeur – Documentation d'enregistrement des mises à jour constructeur – Aptitude du fournisseur à résoudre des problèmes de logiciels
Fonctions disponibles	CEI 1131-1 4.2.1 4.6.1	– Synchronisation – Séquençage – Commandes – Surveillance – Alarmes – Affichages – Fonctions mathématiques particulières, PID, etc. – S'assurer que le logiciel suit les prescriptions des fonctions – Support de logique interne
Documentation	CEI 1131-2 5.3.2	– Achèvement et clarté du manuel de programmation et des informations syntaxiques – Disponibilité des exemples de programmation d'applications
Diagnostic	CEI 1131-2	– Orienté programme utilisateur – Orienté opérateur – Orienté maintenance
Commande	CEI 1131-2 3.8.1 CEI 1131-4 Tableau 1	– Modification en ligne des options de paramètres (données de logique interne) liées aux prescriptions et aux niveaux d'autorisation – Aspects sécurité – Qualification des niveaux d'accès

The other three programming languages are graphical languages:

- ladder diagram (LD) - 1131-3, 4.2
- function block diagram (FBD) - 1131-3, 4.3.1
- sequential function charts (SFC) - 1131-3, 2.6

Major topics covered in IEC 1131-3 are:

- programming language;
- functions required;
- utilizing available programming aids;
- program structure;
- special requirements;
- training constraints;
- monitoring and alarming;
- process interaction;
- code in modular form;
- criteria for access control;
- safety/protection considerations;
- software documentation;
- archiving software versions;
- project life cycle;
- software back-ups.

Selection criteria are listed in table 12.

Table 12 – Manufacturer's software – Selection criteria

Criteria	Reference	Comments and considerations
Software development	IEC 1131-1 4.2	- Time in production - Version and release date of manufacturer software - Manufacturer's update recording documentation - Supplier's ability to respond to software issues
Functions available	IEC 1131-1 4.2.1 4.6.1	- Timing - Sequence - Controls - Monitoring - Alarms - Display - Special functions mathematics, PID, etc. - Ensure software meets requirements of functions - Recipe support
Documentation	IEC 1131-2 5.3.2	- Completeness and clarity of the programming manual and syntax information - Availability of application programming examples
Diagnostics	IEC 1131-2	- User program oriented - Operator oriented - Maintenance oriented
Access control	IEC 1131-2 3.8.1 IEC 1131-4 Table 1	- On-line modifications to parameter (recipe data) facilities as related to requirements and authorization levels - Security aspects - Qualification for access levels

4.12.2 Logiciel d'application utilisateur

L'utilisateur (figure 1B) est chargé de définir les prescriptions du logiciel d'application et d'établir la responsabilité pour la vérification. Il convient que l'utilisateur délègue du personnel pour être formé et assure la responsabilité de la programmation d'application et de la maintenance de la configuration d'AP. Il convient que ces activités commencent le plus tôt possible.

4.13 Sélection au niveau de l'environnement

Afin de limiter les problèmes liés aux conditions d'environnement, il convient que les configuration d'AP soient, dans la mesure du possible, sélectionnées (figées) pour correspondre aux limites indiquées dans la CEI 1131-2.

4.13.1 Considérations liées à l'environnement

Les limites d'environnement sont indiquées dans la CEI 1131-2, aux articles 2 et 3; les essais de type associées se trouvent à l'article 6. Le tableau 13 dresse la liste des zones devant être prises en considération, lors de la sélection d'une configuration d'AP, pour satisfaire aux conditions d'environnement.

Tableau 13 – Considérations liées à l'environnement

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Champs électro-magnétiques rayonnés	CEI 1131-4 Annexe A CEI 1131-2 3.9.1	– Blindage/enceinte – Mise à la terre correcte – Dispositifs antiparasites et filtres
Décharges électrostatiques	CEI 1131-4 Annexe B CEI 1131-2 3.9.1	– Dispositifs antiparasites et filtres – Séparation des lignes secteur et signal – Dispositions prises pour la réalisation de l'enceinte et la mise à la terre
Bruit véhiculé	CEI 1131-2 3.9.1	– Utiliser la taille de fil correcte – Séparation des lignes secteur et signal
Vibrations	CEI 1131-2 2.1.3.1	– Support antivibratoire pour absorber les vibrations et les chocs
Plage de température	CEI 1131-2 2.3.1	– Contrôle des températures pour qu'elles correspondent à celles recommandées par le constructeur
Humidité	CEI 1131-2 2.3.2	– Protection contre l'humidité
Atmosphère	CEI 1131-2 2.1.1.4, 2.2	– Contrôle de la pollution de l'air à un certain degré de pollution
Chocs	CEI 1131-2 2.1.3.2	– Support antivibratoire pour absorber les vibrations et les chocs
Déclassement du fait de l'altitude	CEI 1131-2 2.1.1.6	– Déclassement d'une configuration d'AP
Foudre		– Offrir une bonne protection en fonction des recommandations du constructeur

4.12.2 User's application software

The user (figure 1b) is responsible for defining the application software requirements and establishing the responsibility for verification. The user should delegate personnel to be trained and to undertake responsibility for the PC system application programming and maintenance. These activities should commence as early as is practical.

4.13 Selection for the environment

To minimize performance problems due to environmental conditions, PC systems should, whenever possible, be selected (hardened) to meet the limits listed in IEC 1131-2.

4.13.1 Environmental considerations

The environmental limits are listed in clauses 2 and 3 of IEC 1131-2 and associated type tests are in clause 6. Table 13 lists the areas which need to be considered when selecting the PC system to meet the environmental conditions.

Table 13 – Environmental considerations

Criteria	Reference	Comments and considerations
Radiated electro-magnetic fields	IEC 1131-4 Annex A IEC 1131-2 3.9.1	– Shielding/enclosures – Proper earthing – Suppressors and filters
Electrostatic discharge	IEC 1131-4 Annex B IEC 1131-2 3.9.1	– Suppressors and filters – Separation of power and signal lines – Housing/earthing practice
Conducted noise	IEC 1131-2 3.9.1	– Use proper wire size – Separation of power and signal lines
Vibration	IEC 1131-2 2.1.3.1	– Shock mount to absorb vibration/shocks
Temperature range	IEC 1131-2 2.3.1	– Temperature control to meet manufacturer's temperature range
Humidity	IEC 1131-2 2.3.2	– Guard against humidity/moisture
Atmospheres	IEC 1131-2 2.1.1.4, 2.2	– Air pollution control to pollution degree
Shock	IEC 1131-2 2.1.3.2	– Shock mount to absorb vibration/shock
Altitude derating	IEC 1131-2 2.1.1.6	– Derating PC system
Lightning		– Provide proper protection as recommended by the manufacturer

4.13.2 Types de conditionnement de l'environnement de la configuration d'AP

Le constructeur d'AP publie des spécifications sur les considérations d'installations, comprenant traditionnellement des considérations sur l'environnement telles que la température, les vibrations, la susceptibilité au bruit électrique, l'humidité, etc. Afin de garantir un niveau de performance adéquat, il convient de ne pas dépasser les paramètres recommandés par les constructeurs.

Dans les cas où l'environnement de l'utilisateur et les limites de configuration d'AP indiquées ne correspondent pas, il doit être de la responsabilité de l'utilisateur de garantir un environnement permettant à l'équipement de fonctionner de façon satisfaisante ou de sélectionner un équipement adapté à l'environnement.

La majorité des unités d'AP peut être classée en tant qu'équipement ouvert, comme défini au 1.4.20 de la CEI 1131-2. Elles sont conçues pour être installées dans une enceinte adaptée, sur le sol de l'usine. Le tableau 14 et l'annexe C sont destinés à aider à créer l'environnement requis.

Tableau 14 – Conditionnement de l'environnement

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Limiter les effets de l'environnement		– Eliminer ces effets par changement d'emplacement, remplacement, retrait, filtrage, mise à la terre, blindage, etc. – Localiser la configuration d'AP dans des zones conditionnées
Mise à la terre de la configuration d'AP	CEI 1131-4 7.2.1, 7.2.2	Suivre les procédures de mise à la terre conseillées par le constructeur ainsi que la méthode de connexion et de câblage conseillée. Il convient de limiter le bruit électrique
Installation	CEI 1131-2 Article 2 CEI 1131-4 Article 7 Annexe C	Suivre les recommandations du constructeur pour l'installation

4.14 Echanges économiques

Lors de la spécification d'une configuration d'AP, les dispositions en matière de coûts tiennent compte de différents problèmes, parmi lesquels on peut citer:

- mise en oeuvre du matériel et de logiciel: lorsque le facteur dominant est celui du coût, il vaut mieux effectuer le plus grand nombre de fonctions possibles dans le logiciel afin de limiter la quantité de matériel requise, c'est-à-dire de PID dans le MPU via des E/S analogiques multivoie;
- temps de réponse: lorsque le facteur dominant est la vitesse, il peut y avoir des modules spécifiques pour effectuer la fonction dans un minimum de temps;
- une disponibilité accrue peut entraîner un accroissement des coûts;
- topologie: un système réparti peut généralement accroître la disponibilité et la maintenabilité, mais il peut s'avérer plus coûteux qu'une installation locale;
- conditionnement de l'environnement: se reporter à 4.13 sur la conception pour l'environnement;
- facilité de mise à jour.

4.13.2 Ways of conditioning the environment of the PC system

The PC manufacturer publishes specifications covering installation considerations which typically include environmental considerations such as temperature, vibration, electrical noise susceptibility, humidity, etc. In order to help assure adequate performance, these manufacturer's recommended parameters should not be exceeded.

In situations where the user's environment and the specified limits of the PC system do not agree, it shall be the responsibility of the user to provide an environment in which the equipment can operate satisfactorily, or to select equipment which is suitable for the environment.

The majority of PC units are what is classified as an open equipment, as defined in 1.4.20 of IEC 1131-2. They are designed to be installed in a suitable enclosure on the plant floor. Table 14 and annex C help to create the environment needed.

Table 14 – Conditioning the environment

Criteria	Reference	Comments and considerations
Minimize effect of environment		– Eliminate by relocating, replacing, removing, filtering, grounding, shielding, etc. – Locate PC system in conditioned area
Earthing the PC system	IEC 1131-4 7.2.1, 7.2.2	Follow the manufacturer's suggested earthing procedures and also the suggested method of connections and cabling. Electrical noise should be minimized
Installation	IEC 1131-2 Clause 2 IEC 1131-4 Clause 7 Annex C	Follow the manufacturer's installation recommendations

4.14 Economic trade-offs

In specifying a PC system, cost trade-offs are made in respect to several issues. Some of these include:

- hardware and software implementation: when cost is the driving factor, it is better to perform as many functions as possible in software to minimize the amount of hardware required, i.e., PID in MPU through multi-channel analog I/O;
- response time: when speed is the most important factor, special purpose modules may be available to perform the function in the minimum amount of time;
- increased availability may increase cost;
- topology: usually distributed system can increase availability and maintainability but may be more costly than a local implementation;
- conditioning the environment: refer to 4.13, selection for the environment;
- ease of upgrade.

4.15 Dispositifs de sortie externes non traités dans la norme sur les AP

Il convient de vérifier la compatibilité entre les entrées et les sorties d'AP et les dispositifs externes. Il convient que l'utilisateur prenne en compte la variation entre les caractéristiques des circuits à l'état ON ou à l'état OFF (par exemple adjonction d'une résistance en parallèle pour augmenter le courant en sortie à l'état ON).

A l'état OFF, il peut se produire un courant de fuite au niveau des dispositifs de sortie. Il convient que l'utilisateur s'assure de l'impossibilité pour ce courant de déclencher des circuits externes à l'impédance élevée. L'inverse peut être vrai avec des capteurs connectés à des entrées d'AP.

Si le conducteur de protection est connecté aussi bien à l'AP qu'à d'autres équipements, des perturbations peuvent survenir. Pour éliminer les perturbations, il convient de procéder à un isolement galvanique des entrées et des sorties de l'AP afin qu'elles soient isolées:

- les unes des autres;
- d'autres réseaux;
- d'autres parties à la terre non connectées à l'AP via un conducteur à liaison équipotentielle.

4.16 Plan d'essai de réception à la première mise en service

En conclusion de l'ingénierie d'application de la configuration d'AP, il convient de dresser un plan d'essai de réception à la première mise en service. Cet essai a pour but de vérifier que l'objectif de commande et les prescriptions de l'utilisateur sont atteints par la configuration d'AP, telle qu'elle est installée (pour plus de détails, se reporter à l'article 8 de cette partie)

4.17 Documentation

Le volume et le type de documentation nécessaire à un système automatisé dépendent du type et de l'importance de l'installation. Les différents types de documentation sont décrits dans la liste suivante. Il convient d'effectuer la sélection requise individuellement pour chaque application.

Schémas/tableaux des emplacements	– schémas d'équipement de procédé important; – affectation de composants électriques (par exemple capteurs, AP, périphériques).
Schémas fonctionnels/d'ensemble	– système électrique; – configuration d'AP; – système de commande; – système commandé.
Diagrammes fonctionnels de système	– schémas fonctionnels; – interaction des schémas fonctionnels.
Schémas de circuits	– présentation fonctionnelle de circuits, de modules de logiciel; – trajets des signaux; – connexions des signaux.

4.15 External output devices not covered in the PC standard

Compatibility between the PC's inputs and outputs and the external devices should be verified. The user should take into account the variation of the characteristics of the circuits in the ON and OFF states (e.g. addition of a shunt resistor to increase the output current in the ON-state).

Output devices may have a leakage current in the OFF-state. The user should make sure that there is no possibility for this current to trigger high-impedance external circuits, and the converse may be true with sensors connected to PC inputs.

If the protective conductor is connected to other equipment as well as to the PC, then interference may occur. To eliminate interference, inputs and outputs of the PC should be galvanically isolated from:

- one another;
- other networks;
- other earthed parts which are not connected via an equipotential bonding conductor with the PC.

4.16 Commissioning test plan

At the conclusion of the PC system application engineering, a commissioning test plan should be made. The purpose of this commissioning test is to verify that the user's control objective and requirements are met by the PC system as it is installed (refer to clause 8 of this part for more details).

4.17 Documentation

The volume and type of documentation which is needed for an automated system depends on the type and extent of the plant. The following list describes types of documentation. The required selection should be made individually for each application.

- | | |
|----------------------------|--|
| Location diagrams/tables | – diagrams of important process equipment; |
| | – allocation of electrical components (e.g. sensors, PC, peripherals). |
| Block/survey diagrams | – electrical system; |
| | – PC system; |
| | – control system; |
| | – controlled system. |
| System function charts | – function block diagrams; |
| | – interaction of function blocks. |
| Schematic circuit diagrams | – functional presentation of circuits, software modules; |
| | – signal paths; |
| | – signal connections. |

Documentation de programmation	– impressions; – listes d'états; – liste de références croisées; – liste de référence des entrées/sorties/indicateurs.
Schémas des circuits d'alimentation	– alimentations en entrée; – circuits d'alimentation des actionneurs; – circuits de sortie protégés par fusible.
Liste d'équipement opérationnel	– liste des matériels à commander; – codes à faire figurer sur la commande; – liste de fournisseurs; – liste de pièces détachées; – liste de fiches techniques, de manuels d'ingénierie et d'entretien.
Tableaux de désignation des articles	– critères de désignation d'articles appliqués; – tableaux/listes de désignation d'articles.
Tables d'interface	– connexion à des systèmes de surveillance; – connexion à des systèmes subordonnés; – connexion à d'autres systèmes.
Dessins physiques	– dimensions et modèles de montage.
Description de systèmes	– système de commande/commandé/automatisé; – méthodes de fonctionnement; – manuel de la configuration installée; – manuel d'opérateurs.
Liste de vérification des fonctions	– listes/tableaux de vérifications fonctionnelles; – schémas de signalisation; – liste de vérification de sécurité/protection.
Divers	– données sur la fiabilité; – certificats; – programme de maintenance; – liste du personnel qualifié; – plan d'urgence; – identification par rapport à l'équipement ou la documentation; – rapport de panne du logiciel d'application et notifications de changements.

5 Considérations liées à la sécurité/protection

5.1 Introduction

Cet article a pour objet de donner à l'utilisateur des indications générales sur les techniques de sécurité/protection lors de l'utilisation d'AP. Il n'est pas sensé fournir des indications exhaustives sur l'utilisation des AP en tant qu'éléments d'un système désigné lié à la sécurité (SRS).

Programming documentation	- print-outs; - statement lists; - cross-reference list; - input/output/flag reference list.
Power circuitry diagrams	- incoming power supplies; - power circuitry of actuators; - fused outgoing circuits.
List of operational equipment	- bill of material; - ordering codes; - list of suppliers; - spare part list; - list of data sheets, engineering manuals, service manuals.
Item designation tables	- criteria of applied item designation; - item designation tables/lists.
Interface tables	- connection to supervisory systems; - connection to subordinated systems; - connection to other equipment.
Physical drawings	- dimensions and mounting templates.
System descriptions	- control/controlled/automated system; - methods of operation; - manual of installed system; - operators' manual.
Function checklist	- list/tables for functional checks; - signalling diagrams; - safety/protection verification list.
Miscellaneous	- reliability data; - certificates; - maintenance schedule; - qualified personnel list; - emergency plan; - equipment and documentation traceability; - application software fault report and change notices.

5 Safety/protection related considerations

5.1 Introduction

The purpose of this clause is to provide the user with general guidelines on safety/protection practices in the use of PCs. This clause is not intended to provide comprehensive guidance on the use of PCs as part of a designated safety related system (SRS).

L'utilisation d'AP dans les SRS impose des mesures particulières. La liste suivante correspond à des exemples de facteurs types qu'il convient de considérer lorsqu'un AP est utilisé dans un SRS. La liste ne prétend pas être exhaustive; elle a pour but d'indiquer les types de problèmes techniques qu'il convient d'examiner. Lorsqu'un AP est utilisé dans un SRS, il convient que l'utilisateur s'adresse au constructeur de l'AP pour tout conseil, en plus des normes ou des guides d'installation pouvant être disponibles et concernant la sécurité.

5.1.1 *Considérations sur la sécurité/protection*

Les considérations sur la sécurité/protection concernent:

- le personnel;
- l'équipement commandé et les procédés associés;
- les équipements de commande, c'est-à-dire les AP et équipements associés;
- le câblage (inflammabilité, température d'isolement, taille, etc.);
- l'environnement;
- d'autres éléments, en fonction du type d'installation.

5.1.2 *Recommandations d'ordre général*

Afin de pouvoir conserver des techniques de sécurité/protection généralement acceptées, il convient de prendre en considération les recommandations suivantes:

- codes, normes et guides d'installation applicables à la sécurité/protection;
- compréhension des risques potentiels associés à des pannes de l'équipement;
- pleine utilisation des normes disponibles et des techniques recommandées dans la présente norme;
- instructions d'installation du constructeur d'AP.

AVERTISSEMENT:

- Comme dans tout système de commande à composants statiques, une panne de certains composants peut provoquer un fonctionnement incontrôlé et/ou imprévisible. Il convient de prendre en considération les modes d'échec au niveau système et les sauvegardes associées. Il convient de consulter le constructeur de l'AP, le cas échéant;
- expérience préalable avec des systèmes de commande n'étant pas de type AP;
- analyse de systèmes, y compris des problèmes liés à l'opérateur et à la maintenance;
- redondance, sauvegarde et vérification réussie d'une action de commande d'AP indépendante, dans les cas où une défaillance pourrait présenter des risques de blessures, de mort et/ou des dégâts matériels.

5.1.3 *Systèmes liés à la sécurité*

Toute référence à des normes internationales sur les SRS peut être considérée, le cas échéant.

The use of PCs in SRS requires special measures. The following are examples of typical factors that should be considered when a PC is used in an SRS. The list is not exhaustive but is intended to indicate the types of technical issues that should be addressed. If a PC is to be used in an SRS, the user should refer to the PC manufacturer for detailed advice, in addition to any safety related installation standards or guidelines which may be available.

5.1.1 *Safety/protection considerations*

Safety/protection considerations include:

- personnel;
- controlled equipment and related processes;
- controlling equipments, i.e. PCs and associated equipment;
- wiring (flammability, insulation temperature, size, etc.);
- environment;
- others, depending on installation.

5.1.2 *General recommendations*

In order to help maintain generally accepted safety/protection practices, the following recommendations should be considered:

- applicable safety/protection installation codes, standards and guidelines;
- understanding the potential risks associated with equipment failures;
- full use of the available standards and recommended practices of this document;
- PC manufacturer's installation instructions.

WARNING:

- As in any solid-state control system, failure of certain components can result in uncontrolled and/or unpredictable operation. System level failure modes and associated back-ups should be considered. The manufacturer of the PC should be consulted as necessary;
- prior experience with non-PC types of control systems;
- systems analysis, including operator and maintenance related issues;
- redundancy, back-up and successful verification of independent PC control action where failure may cause potential death and/or personal injury, property damage.

5.1.3 *Safety related systems*

Reference to international standards on SRS may be considered, as appropriate.

5.2 *Caractéristiques de sécurité/protection*

Lors de la conception du matériel et logiciel d'une configuration d'AP et des périphériques associés, il convient de prendre en compte la sécurité/protection à l'étape de l'analyse de la configuration. Il convient que les caractéristiques de sécurité/protection fassent partie intégrante du procédé de sélection d'une configuration d'AP.

5.2.1 *Mode de panne*

Concevoir une configuration d'AP nécessite une optimisation au niveau des performances, de la sécurité/protection et sur le plan économique. Dans ce contexte, les modes de panne peuvent comporter les catégories suivantes:

- risque de danger pour le personnel, l'environnement, le procédé ou les machines;
- dégradation de l'efficacité du système commandé;
- le manque de reconnaissance d'une anomalie de procédé et/ou d'une alarme;
- le manque de reconnaissance d'éventuels dysfonctionnements en entrée ou en sortie.

5.2.2 *Niveaux de réponse pour atteindre les caractéristiques de sécurité/protection*

Les options qu'il convient de déterminer au cours de l'étape d'analyse de la configuration peuvent comporter les éléments suivants:

- alarmes indiquant des anomalies ou dysfonctionnements;
- arrêt du système et déconnexion de la source d'énergie pour le procédé commandé;
- forçage du procédé dans un mode d'attente déterminé;
- arrêt de l'AP de façon sûre et prévisible avec système de sauvegarde acceptable.

NOTE – Il convient d'analyser avec soin la probabilité d'exactitude de la réponse du système.

5.2.3 *Exemples de caractéristiques de commande de sécurité/protection*

- Prévention du démarrage automatique non contrôlé d'un système.
- Détection du positionnement des protections mobiles.
- Commande du mouvement des vérins hydrauliques/pneumatiques.
- Commande de machines avec modes de fonctionnement manuel et automatique.
- Détection de barrières lumineuses.
- Freinage de moteurs à commande électronique.
- Fonction acceptable de circuits redondants.
- Circuits comparateurs.
- Mécanismes de décharge de l'énergie accumulée.
- Simulation d'un niveau système et/ou essai à vide en autonome pour une efficacité globale des caractéristiques de sécurité/protection.
- Au niveau des fonctions d'E/S, une redondance mécanique ou indépendante de l'AP peut être conseillée.
- Circuits STOP qui coupent l'alimentation, indépendamment de l'AP, pour aider à garantir que des fils coupés ou des contacts corrodés ne compromettent ni la protection, ni la sécurité.

5.2 *Safety/protection features*

When designing the PC system hardware, software, and associated peripherals, safety/protection should be taken into account at the system analysis stage. Safety/protection features should be an integral part of the PC system selection process.

5.2.1 *Failure modes*

A PC system design requires optimization of performance, safety/protection and economy. Within that understanding, failure modes may include the following categories:

- potential danger to personnel, environment, process or machinery;
- degrading the efficiency of the controlled system;
- missing recognition of process anomaly and/or alarm;
- missing recognition of possible malfunctions of input or output.

5.2.2 *Levels of response to achieve safety/protection features*

Response options which should be determined at the system analysis stage may include:

- alarms of anomalies or malfunctions;
- shutting down the system and disconnection of energy source to the controlled process;
- forcing the process to a defined standby mode;
- shutting down the PC in a safe and predictable manner and providing an acceptable back-up.

NOTE - The probability of correctness in the system response should be carefully analyzed.

5.2.3 *Examples of safety/protection control features*

- Prevention of uncontrolled automatic system start-up.
- Detection of movable guard positioning.
- Control of hydraulic/pneumatic cylinder movement.
- Control for machines with automatic and manual operation modes.
- Detection for light-barriers.
- Braking of electronically controlled motors.
- Acceptable functionality of redundant circuits.
- Comparator circuits.
- Energy storage relief mechanism.
- System level simulation and/or off-line dry run for overall effectiveness of safety/protection features.
- For I/O functions, mechanical or PC-independent hardwired redundancy may be advisable.
- De-energizing STOP circuits, independently of the PC, to help assure that broken wires or corroded contacts do not compromise safety/protection.

5.2.4 *Diagnostics de sécurité/protection*

Parmi les techniques et les précautions utilisées pour aider à la détection des pannes, se trouvent (voir 3.4.3 de cette partie):

- vérifications du système d'exploitation;
- vérifications mémoire en lecture/écriture;
- vérifications de synchronisation;
- redondance d'AP, alimentation, châssis, E/S, etc.;
- temporisateur(s) chien de garde.

5.2.5 *Mise à la terre de protection*

La mise à la terre de protection aide à limiter les risques potentiels liés à des chocs électriques. Il convient que l'utilisateur suive les recommandations du constructeur et les codes d'installation locaux et nationaux, en cas d'application de techniques de mise à la terre de protection (voir article 7).

5.3 *Aspects logiciels de la sécurité/protection*

Potentiellement, les défaillances ou les erreurs d'un logiciel d'application utilisateur sont susceptibles de compromettre la sécurité/protection. Ces occurrences peuvent ne pas être apparentes ou ne se produire que dans des situations particulières. Il est recommandé de tenir compte des considérations des paragraphes suivants (5.3.1 à 5.3.4).

5.3.1 *Programme d'assurance de sécurité/protection du logiciel utilisateur*

Un plan de contrôle de la qualité destiné au logiciel utilisateur est nécessaire pour aider à assurer un examen minutieux, du point de vue de la sécurité/protection. Les essais du logiciel doivent être réalisés à la fois par son ou ses auteurs et par l'utilisateur du système de commande de l'AP. Des essais et une évaluation indépendants du logiciel d'application utilisateur sont également recommandés.

5.3.2 *Aspects de conversion d'une commande de relais en une configuration d'AP*

La conversion d'une commande de relais électromécanique en programme d'AP nécessite la prise en compte de toute différence intervenant au niveau de la sécurité/protection, pour les deux types d'automates et d'applications. La conversion d'un schéma électromécanique à contacts en programme d'AP risque d'affecter la sécurité/protection.

5.3.3 *Modification d'un logiciel*

Toute modification d'un logiciel d'application utilisateur nécessite de procéder à un essai de réévaluation afin de s'assurer que la sécurité/protection n'est ni compromise, ni mise en échec, ni contournée. Il convient que l'utilisateur conserve un enregistrement de toute modification.

Un logiciel de programme d'application critique peut être rendu inaltérable au niveau de l'installation en enregistrant cette partie du programme sur la mémoire morte ou en la rendant inaltérable par l'utilisation des systèmes de verrouillage prévus par le fabricant d'AP, le cas échéant.

5.2.4 *Diagnostics for safety/protection*

Techniques and precautions used to help detect faults may include (see 3.4.3 of this part):

- operating system checks;
- read/write checks on memories;
- timing checks;
- redundancy of PC, power supplies, chassis, I/O, etc.;
- watch dog timer(s).

5.2.5 *Protective earthing*

Protective earthing serves to help minimize the potential risk for electric shock hazards. The user should follow manufacturer's recommendations and national/local installation codes when applying protective earthing techniques (refer to clause 7).

5.3 *Software aspects of safety protection*

Faults, or errors, in the user's application software may potentially compromise safety/protection. Such possible occurrences may not be apparent or occur only in special situations. The following considerations in 5.3.1 to 5.3.4 are recommended.

5.3.1 *User software assurance safety/protection program*

A quality control plan for user software is needed to help assure thorough examination from a safety/protection point of view. Software testing needs to be performed both by the software author(s) and by the PC control system user. Independent testing and evaluation of user's application software is also recommended.

5.3.2 *Aspects of converting relay control to a PC system*

The conversion of electromechanical relay control to a PC program needs to take into account any safety/protection differences in the two types of controllers and applications. One-to-one conversion of an electromechanical ladder diagram to a PC program may adversely affect safety/protection.

5.3.3 *Modification of software*

Every modification of user's application software needs a suitable re-evaluation test to help ensure that safety/protection is not compromised, defeated, or by-passed. The user should keep change records of each modification.

Critical application program software may be made unalterable on the plant floor by storing that portion of the program on read only memory or by making the portion unalterable by utilizing the PC manufacturer's lockout abilities, if provided.

5.3.4 *Documentation*

Le fonctionnement de la sécurité/protection peut être compromis lorsque la documentation disponible est incomplète ou non à jour.

5.4 *Entrées et sorties (E/S)*

Afin de garantir l'intégrité d'un signal d'entrée/sortie, il convient de prendre en compte les aspects suivants de 5.4.1 et 5.4.2.

5.4.1 *Considérations sur les E/S de sécurité/protection*

Afin de réduire les effets de signaux qui fonctionnent mal, il convient de prendre en compte les éléments suivants:

- perte de signaux d'E/S (conditions de circuit ouvert ou court circuit);
- dégradation opérationnelle des dispositifs d'entrée et sortie;
- courant de fuite à l'état bloqué de dispositifs semi-conducteurs utilisés en sortie, cause potentielle de choc électrique, dans certains cas;
- polarité des dispositifs d'E/S;
- charges inductives et/ou capacitives pour un dispositif semi-conducteur de sortie peuvent présenter une tension dangereuse et/ou une pointe de courant, lors d'une interruption, ce qui peut, par exemple, rendre inefficaces les diodes incorporées de protection contre les surtensions;
- sorties de semi-conducteurs utilisées comme source de signal véhiculant une charge d'impédance élevée peuvent nécessiter un courant de charge minimal afin d'être mises en service et de rester à l'état ON;
- perturbations de signaux d'E/S par des lignes secteurs ou d'autres sources d'EMI proches;
- bruit sur des lignes sensibles de signaux analogiques.

5.4.2 *Forçage des entrées et des sorties*

De nombreux AP permettent de forcer les entrées et sorties indépendamment d'une logique programmée, afin de contrôler le logiciel du système. Il faut pouvoir garantir que:

- les opérations de forçage n'altèrent pas la sécurité/protection, qui doit être assurée de manière adéquate par l'utilisation de systèmes de verrouillage de sécurité/protection indépendants de l'AP;
- les entrées et sorties forcées doivent être rendues à l'état normal une fois les essais achevés.

5.5 *Sécurité/protection du personnel*

La sécurité/protection du personnel repose sur une planification soignée. Outre les techniques industrielles normalisées en matière de sécurité/protection, il convient de respecter les points suivants:

- les équipements de commande et les équipements commandés doivent être actionnés et protégés suivant les informations du constructeur et les codifications locales;
- il faut faire attention de favoriser l'action des grilles de protection contre tout mouvement imprévu d'une machine ou contact non intentionnel avec des parties électriquement actives.

5.3.4 Documentation

Safety/protection operation may be compromised when available documentation is incomplete or not up to date.

5.4 Inputs and outputs (I/O)

To help assure input and output signal integrity, the following aspects in 5.4.1 and 5.4.2 should be considered.

5.4.1 Safety/protection I/O considerations

To minimize the effects of malfunctioning signals, the following should be considered:

- loss of I/O signals (open- or short-circuit conditions);
- operational degradation of input or output devices;
- off-state leakage current of semiconductor devices used as outputs, which may cause a potential electric shock hazard under certain situations;
- polarity of I/O devices;
- inductive and/or capacitive loads to an output semiconductor device may present a damaging voltage and/or current spike upon interruption; e.g., built-in anti-surge diodes may become ineffective;
- semi-conductor outputs used as a source of signal driving a high-impedance load may require a minimum load current in order to turn on and remain in the ON state;
- interference with I/O signals by nearby power lines and other sources of EMI;
- noise on sensitive analog signal lines.

5.4.2 Forcing of inputs and outputs

Many PCs allow forcing of inputs and outputs independent of programmed logic in order to test software or the system. Care must be taken to insure that:

- forcing operations do not impair safety/protection, which must be adequately guarded by use of PC-independent safety/protective interlocks;
- forced inputs and outputs are to be returned to normal status upon completion of testing.

5.5 Personnel safety/protection

Safety/protection of personnel is based on careful planning. In addition to standard industrial safety/protection practices, the following should be carefully exercised:

- the controlling and controlled equipments are to be operated and protected as per manufacturer's information and local codes;
- care needs to be taken to help guard against unintended movement of machine parts or unintentional contact with electrically live parts.

5.6 Connaissance de la sécurité/protection

La connaissance de la sécurité/protection est acquise lorsque l'on maîtrise le système et son fonctionnement global, y compris les défaillances et les dysfonctionnements. La formation permettant d'arriver à ce résultat passe par une planification rigoureuse et l'engagement de l'utilisateur. Une révision régulière ainsi que des cours de remise à niveau, pour les opérateurs système, sont également recommandés.

5.6.1 Recommandations du constructeur

Il convient de toujours suivre toutes les recommandations liées à la sécurité/protection d'un niveau de système requis, émanant du constructeur de l'AP. Il convient que tous les points liés à la sécurité/protection et qui sont propres à un AP soient toujours soumis au constructeur.

5.6.2 Sécurité/protection en cours de maintenance

Dans la mesure du possible, il convient que la maintenance soit effectuée lorsque l'équipement ne fonctionne pas et qu'il est déconnecté de toute source d'alimentation. Si la maintenance doit s'effectuer alors que l'AP et les systèmes commandés sont en service, les techniques et codes de sécurité doivent être suivis.

6 Essais de préinstallation du système

Il convient que les procédures de préinstallation vérifient le logiciel et le matériel de l'AP avant leur installation sur site. Des outils de vérification ou de simulation sont nécessaires.

6.1 Définition de la configuration d'essai

La configuration d'essai peut être soit le système complet, soit une partie séparée (ou au moins un système bien représentatif) en fonction des conditions pratiques d'essai. Parmi les unités types à connecter se trouvent le processeur principal, les barrettes d'E/S, les pupitres opérateurs et l'équipement de communications. Il convient d'y inclure les unités périphériques telles que les PADT (outil de programmation et de déverminage) et les équipements d'essai (TE). Il convient de connecter le dispositif d'essai à l'aide des câbles spécifiés par le constructeur.

Dans la mesure du possible, il convient de procéder aux essais dans les locaux du vendeur de la configuration. Il convient de corriger toute anomalie ou omission détectée au niveau matériel et logiciel, et de procéder à de nouveaux essais avant acceptation. Il convient de surveiller les opérations d'initialisation, de mise au point et d'arrêt du système.

6.2 Essais liés à une application utilisateur

6.2.1 Simulation

La simulation d'une préinstallation s'effectue sans connecter l'AP au système automatisé. Dans le cas d'un système complexe, un simulateur de procédé peut être requis.

Il convient que la simulation comprenne, au minimum:

- plage de fréquences d'E/S (largeur de bande) et temps de réponse;
- la commutation ON/OFF de l'alimentation de l'AP;
- les pannes externes (arrêt d'urgence, changement de mode de fonctionnement, etc.).

5.6 *Safety/protection awareness*

Safety/protection awareness is achieved through knowledge of the system and its overall operation, including failures and malfunctions. Training to achieve this may be enhanced by careful planning and commitment on the part of the user. Regular review and refresh courses for system operators are also recommended.

5.6.1 *Manufacturer's recommendations*

All required system level safety/protection related recommendations made by the PC manufacturer should always be followed. Any safety/protection related questions specific to the PC should always be directed to the manufacturer.

5.6.2 *Safety/protection during maintenance*

Whenever possible, maintenance should be performed with the equipment not in operation and disconnected from all sources of power. If maintenance must be performed while the PC and controlled systems are in service, safety related practices and codes must be followed.

6 **Pre-installation system testing**

Pre-installation procedures should check the PC's software and hardware before their installation on site. Tools for checking or simulation are necessary.

6.1 *Defining the test configuration*

The test configuration could be the complete system or any separate part of it (or at least a good representative system), depending on the practical test situation. Typical units to be connected include main processing unit, I/O racks, operator panels and communications equipment. Peripheral units such as PADTs (programming and debugging tools) and TEs (test equipment) should be included. The test set-up should be connected using manufacturer-specified cables.

Where possible and appropriate, system testing should be performed at the system vendor's premises. All known hardware and software faults and omissions should be corrected and retested before acceptance. The system should be monitored for initialization, start-up, and shut-down operation.

6.2 *User application-related testing*

6.2.1 *Simulation*

Pre-installation simulation is done without connecting the PC to the automated system. In the case of a complex system, a process simulator may be required.

Simulation should include the following as a minimum:

- I/O frequency range (bandwidth) and response time;
- PC power supply ON/OFF switching;
- external faults (emergency stop, run mode change, etc.).

6.2.2 *Essais du logiciel*

Il convient que les essais du logiciel d'application utilisateur comprennent:

- procédure de chargement, de rechargement, de copie de sauvegarde et d'archivage du logiciel;
- vérification des modules d'application (par exemple mathématiques) et interaction des modules séparés à l'aide de PADT et de TE;
- initialisation du système et des routines de redémarrage (à froid, à chaud, immédiat);
- simulation de conditions d'erreur envisageables (lignes de communication, erreurs provenant des opérateurs, etc.);
- conditions limites (par exemple plage d'adresses d'E/S +1, -1);
- essai par rapport aux critères du tableau 7.

6.3 *Vérification des caractéristiques de support système*

Il convient que les outils de diagnostic comprennent:

- état en ligne et déconnecté de la ligne;
- détection automatique d'erreur;
- présentation sur écran et/ou sur imprimante.

Il convient que la documentation utilisateur comprenne:

- manuels système du constructeur;
- documents propres à une application;
- liste des pièces détachées.

7 **Installation**

Il convient que la procédure d'installation suive les prescriptions des documents qui ont été élaborés au cours des phases de sélection/ingénierie/application du système. Lors de la phase de sélection, les conditions d'installation peuvent ne pas être toutes reconnues. Au cours de l'installation, il est important de mettre à jour tous les documents d'ingénierie et d'application, en fonction du mode d'assemblage de l'équipement ou des modifications sur site.

7.1 *Conditions d'environnement*

Il convient que l'utilisateur garantisse que la température, les contaminants, les chocs, les vibrations et l'influence électromagnétique ont été considérés attentivement. En ce qui concerne les prescriptions d'environnement spécifiques, voir la CEI 1131-2. Le tableau 15 décrit les conditions d'environnement devant être vérifiées en cours d'installation.

6.2.2 *Software testing*

Testing of user application software should include:

- procedure for software loading, reloading, making back-up copies and archiving;
- checking application modules (e.g. mathematics) and interaction of the separate modules using PADTs and TEs;
- system initialization and restart routines (cold, warm, hot);
- simulation of expected error conditions (communication lines, operator mistakes, etc.);
- boundary conditions (e.g., I/O address range +1, -1);
- test to criteria on table 7.

6.3 *Verification of system-supporting features*

Diagnostic tools should include the following:

- on-line and off-line;
- automatic error detection;
- presentation on displays and/or printers.

User documentation should include:

- manufacturer's system manuals;
- application-specific documents;
- spare parts list.

7 **Installation**

The installation procedure should fulfil the requirements given by documents which are prepared during the system selection/engineering/application phase. Not all site conditions may be recognized as the selection phase. During installation, it is important to update all engineering and application documents according to how equipment is assembled or modified on site.

7.1 *Environmental conditions*

The user should ensure care is taken concerning temperature, contaminants, shock, vibration and electromagnetic influence. Refer to IEC 1131-2 for specific environmental requirements. Table 15 describes environmental conditions to be verified during installation.

Tableau 15 – Conditions d'environnement

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Température	CEI 1131-2 2.3.1 6.3.4	Vérifier la possibilité de l'influence de sources de chaleur continues ou temporaires: – radiateur soufflant – chaleur solaire – transit d'éléments chauds
Contaminants	CEI 1131-2 2.1.1.4, 2.1.1.5 CEI 68 CEI 664	Humidité, gaz corrosifs, liquides et poussière conductrice peuvent affecter la fonction d'une configuration d'AP. Vérifier ainsi: – l'utilisation d'enceintes adéquates en conformité avec les codes nationaux/internationaux – la conformité avec les notices d'installation du constructeur – la dégradation de l'efficacité thermique due à la poussière
Chocs et vibrations	CEI 1131-2 2.1.3 6.3.5	Vérification des effets possibles sur site: – moteurs – compresseurs – convoyeurs – presses, marteaux – véhicules
Perturbation électromagnétique	CEI 1131-2 2.1.2 6.3.6.2	Vérifier les perturbations électromagnétiques provenant de sources diverses, sur site: – moteurs – appareillages, thyristors – équipement radiocommandé – équipement de soudage – arcs électriques – alimentations commutées – convertisseurs/inverseurs de puissance
Sensibilité à une source lumineuse		En principe, les composants sensibles à la lumière sont protégés. Au cours de l'installation, leur protection peut être enlevée. Les problèmes pouvant se produire sont dus à: – des rayons UV – des lampes-flash – la lumière directe du soleil – la lumière à arc

7.2 Câblage sur site

Il est extrêmement important de procéder à un câblage sur site correct, pour l'application d'AP. Il convient que l'installateur suive les instructions de câblage du constructeur ainsi que toute réglementation locale applicable.

7.2.1 Techniques de mise à la terre/à la masse

Les deux prescriptions suivantes doivent être respectées au cours de l'installation:

- terre de protection (de sécurité);
- terre fonctionnelle (terre servant de référence pour les signaux).

La mise à la terre de protection nécessite la connexion solide (par exemple une connexion à faible impédance, y compris les rondelles genre «grover», le soudage, le brasage, etc.) de parties métalliques inactives à une grille métallique équipotentielle (bâti, châssis, armoires). La grille doit être connectée à la terre de protection conformément aux codes nationaux ou locaux.

Table 15 – Environmental conditions

Criteria	Reference	Comments and considerations
Temperature	IEC 1131-2 2.3.1 6.3.4	Check for possible influence of steady or temporary heat sources: – space heater – solar heat – hot goods passing by
Contaminants	IEC 1131-2 2.1.1.4, 2.1.1.5 IEC 68 IEC 664	Moisture, corrosive gases, liquids and conductive dust can affect the function of a PC system. Therefore, check: – use of adequate enclosures in compliance with international/national codes – compliance with manufacturer's installation instructions – degradation of thermal efficiency caused by dust
Shock and vibration	IEC 1131-2 2.1.3 6.3.5	Check for possible effects on site: – engines – compressors – transfer lines – presses, hammers – vehicles
Electromagnetic interference	IEC 1131-2 2.1.2 6.3.6.2	Check electromagnetic interference from various sources on site: – motors – switch gears, thyristors – radio-controlled equipment – welding equipment – electrical arcs – switched power supplies – power converters/inverters
Sensitivity to light sources		Normally, light sensitive components are protected. During installation, covering may be removed. Problems may occur due to: – UV-rays – photo flashes – direct sunlight – arc light

7.2 Field wiring

Proper field wiring practices are of prime importance to the application of PCs. The installer should follow manufacturer's wiring instructions and any applicable local regulations.

7.2.1 Earthing/grounding techniques

Two different requirements shall be fulfilled during installation:

- protective earth (safety grounding);
- functional earth (signal ground reference).

Protective earthing requires the solid connection (e.g., low impedance connection, including star washers, welding, soldering, etc.) of inactive metal parts to an equipotential metallic grid (frames, chassis, cabinets). The grid shall be connected to protective earth in accordance with local and national codes.

La mise à la terre fonctionnelle doit être effectuée sur le réseau à faible impédance des lignes servant de terre de référence pour les signaux. Il convient que ce soit un réseau séparé de celui de la terre de protection.

Les réseaux de terre de protection et de terre fonctionnelle peuvent être interconnectés au moyen de fils ou autres voies à faible impédance. De telles interconnexions, ou leur absence, peuvent être requises par les codes nationaux/locaux applicables, ou en raison de prescriptions de réduction de bruit, en fonction du type de procédé/équipement commandé.

Le tableau 16 décrit les règles d'installation concernant les mesures à prendre pour la mise à la terre.

Tableau 16 – Règles d'installation: mesures de mise à la terre

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Mise à la terre de protection	CEI 1131-2 4.7	– Prévoir une section du conducteur suffisante pour les connexions à la terre – Les portes doivent avoir des connexions électriques conformes aux codes nationaux et locaux – Vérifier la solidité des connexions et leur résistance aux vibrations et à la corrosion
Mise à la terre fonctionnelle	CEI 1131-2 4.8	– La référence de terre fonctionnelle est habituellement connectée en un seul point à la terre. Lorsqu'il y a plusieurs connexions à la terre, il convient de faire attention d'éviter les boucles de terre parasites. De telles connexions multipoint à la terre s'effectueront par l'intermédiaire d'une grille équipotentielle – Les conducteurs de terre de protection peuvent convenir pour une mise à la terre fonctionnelle. Cette pratique peut être déterminée sur site par des mesurages à 50 Hz/60 Hz, à des fréquences supérieures à celles du signal. La qualité peut être améliorée par des prises de terre spécialement installées ou, éventuellement, l'utilisation de structures de bâtiment conductrices – S'il est impossible d'établir une connexion directe entre le conducteur correspondant à la référence pour les signaux de l'AP et la terre, la connexion peut se faire au moyen d'un condensateur adapté. Le condensateur doit correspondre à la tension d'isolement nominale du circuit d'AP et avoir de bonnes propriétés à fréquence élevée. La charge statique peut être évitée en utilisant, pour la décharge, une résistance d'une valeur en ohms élevée – Aucune discontinuité, introduite, par exemple, par des bornes et des prises, ne doit se produire sur les circuits de masse
Précaution – La mise à la terre de protection est destinée à limiter les risques de chocs électriques. Il convient de ne jamais déconnecter une mise à la terre de protection de l'AP, quelles que soient les circonstances. Les connexions de terre fonctionnelles peuvent être temporairement déconnectées, en fonction des nécessités de service et/ou de maintenance.		

7.2.2 Suppression du bruit et des transitoires

Le secteur et les raccordements en entrée et sortie à la configuration d'AP peuvent être conducteurs de bruit. Aussi convient-il de considérer les mesures suivantes en fonction de l'immunité de l'AP et des conditions d'environnement électrique.

Functional earthing shall be installed as the low impedance network of signal ground reference lines. It should be a network separate from protective earthing.

Protective and functional earth networks may be interconnected via wires or other low impedance paths. Such interconnections or lack thereof may be required by applicable local/national codes, or due to noise reduction requirements, depending on the type of controlled process/equipment.

Table 16 describes installation rules of earthing measures.

Table 16 – Installation rules: earthing measures

Criteria	Reference	Comments and considerations
Protective earthing	IEC 1131-2 4.7	– Provide sufficient conductor cross-section for connections to earth – Doors shall have electrical connections according to local and national codes – Verify connections are tight and resistant to vibration and corrosion
Functional earthing	IEC 1131-2 4.8	– Usually functional ground reference is connected only at a single point to earth. When more than one connection to earth is made, care should be taken to avoid ground loop interference. Such multipoint earth connections must be made to an equipotential grid – Protective earth conductors may be suitable for functional grounding. Such practice can be determined on site by measurement at 50 Hz/60 Hz and at frequencies above signal frequency. Such quality may be improved by specially installed electrodes or, possibly, earthed conductive building structures – If a direct connection of the signal ground reference conductor of the PC to earth is not possible, the connection may be made via a suitable capacitor. The capacitor shall correspond to the rated insulation voltage of the PC circuit, and shall have good high-frequency properties. Static charging can be prevented by the use of a high ohm value resistor for discharge – There shall be no discontinuities on ground circuits, such as could be introduced by terminals and sockets
Caution – Protective earthing is intended to reduce the risk of electric shock hazard. Under no circumstances should the protective earth be disconnected from the PC. Functional earth connections may be temporarily disconnected for servicing and/or maintenance as required.		

7.2.2 Noise and transient suppression

Mains, input and output connections to the PC system may conduct noise. Therefore, the following measures should be considered according to PC immunity and the conditions of the electrical environment.

Tableau 17 – Règles d'installation: suppression du bruit

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Secteur	CEI 1131-2 4.9	- Il convient que les conducteurs d'alimentation sous tension soient installés séparément des autres câblages d'AP, c'est-à-dire espacés d'au moins 10 cm des câbles de signaux - Il convient que les croisements inévitables s'effectuent à angle droit - L'usage de filtres sur les alimentations d'armoires peut être requis - Un limiteur de surtension transitoire à l'entrée du secteur peut être requis
E/S	CEI 1131-2 3.10 4.3	- Séparation entre le câblage sur site et le câblage interne d'E/S et les lignes omnibus - Il faut faire attention de ne pas compromettre l'isolement des circuits (par exemple, par séparation optique) entre le câblage d'E/S sur site et la configuration d'AP interne - Le filtrage de câbles d'E/S sensibles peut être exigé - Paires de câbles torsadés - Utilisation de câbles blindés avec des protections de câbles à faible inductance (niveau de signal faibles) - Mise à la terre du blindage de câble de signal - Les mesures à prendre pour la mise à la terre dans chaque cas individuel doivent être déterminées sur site - Le blindage peut être connecté à la terre fonctionnelle ou de protection - Les contacts électriques en série avec des charges inductives exigent une attention particulière
Fonction d'AP correcte	CEI 1131-2 4.7, 4.8	Il est essentiel que les techniques de mise à la terre fonctionnelle soient correctes
Sources de bruit	CEI 1131-2 3.9	L'amortissement du bruit par des supprimeurs, au niveau des sources d'émission, se fait par: - des circuits RC - des diodes Zéner - des diodes - des varistances - autres
Couplage du bruit	CEI 1131-4 Tableau 13 Tableau 14	- Câbles séparés pour les entrées, les sorties et les circuits d'alimentation - Limiter la longueur totale de câblage - Utiliser les câbles et les fils recommandés par le constructeur
Circuits analogiques et autres circuits sensibles au bruit	CEI 1131-2 3.4.1, 3.4.2 Tableau 13	Utilisation de câbles blindés Utilisation de paires torsadées
Acheminement	CEI 1131-2 4.9	Un bruit correspondant à une tension ou un courant parasites peut s'introduire dans les AP au niveau où s'effectuent les connexions ainsi qu'au niveau des connexions d'alimentation. Il convient d'acheminer convenablement le câblage qui s'étend entre l'AP et ces dispositifs de commande, afin de limiter les bruits induits sur ces câbles

7.2.3 Compatibilité électromagnétique

La compatibilité électromagnétique (EMC) concerne l'immunité et l'émission électromagnétiques. Les normes se rapportant à l'EMC sont à l'étude.

Le présent guide de l'utilisateur sera enrichi des recommandations spécifiques à la EMC qui concernent la configuration d'AP.

7.3 Marquages des systèmes utilisateur

Il convient d'effectuer le marquage des composants des systèmes utilisateur (capteurs, actionneurs, câbles, cartes de répartition, enceintes, modules, etc.) conformément aux schémas d'installations et aux codes applicables.

Table 17 – Installation rules: noise suppression

Criteria	Reference	Comments and considerations
Mains	IEC 1131-2 4.9	– Mains' live conductors should be separately installed from other PC-wiring, i.e., cable spacings of 10 cm or more from signal cables – Unavoidable crossing should be at right angles – Use of mains' filters on the cabinet feed-ins may be required – Transient suppressor at mains' entrance may be required
I/Os	IEC 1131-2 3.10 4.3	– Separation of the field wiring from internal I/O cabling and from bus lines – Care must be taken not to compromise isolation of circuits (e.g., by optical separation) between I/O field wiring and internal PC system – Filtering of susceptible I/O cables may be required – Twisted wire pairs – Use of shielded cables with low inductance cable shields (low-level signals) – Earthing of signal cable shield – Earthing measurement in each individual case must be determined on site – Shield may be connected to functional ground or protective earth – Electrical contacts in series with inductive loads require special attention
Proper PC-function	IEC 1131-2 4.7, 4.8	Correct functional earthing technique are essential
Noise sources	IEC 1131-2 3.9	Noise damping at emission sources with noise suppressers such as: – RC circuits – zeners – diodes – varistors – others
Noise coupling	IEC 1131-4 Table 13 Table 14	– Separate cables for input, outputs, and power circuits – Minimize the total length of wiring – Use of manufacturer recommended cables and leads
Analog and other noise-sensitive circuits	IEC 1131-2 3.4.1, 3.4.2 Table 13	Use of shielded wires Use of twisted-pair wiring
Routing	IEC 1131-2 4.9	Interference voltage or current noise can enter PCs where connections are made, as well as the power supply connections. The wiring which extends between the PC and these control devices should be properly routed to minimize induced noise on these wires

7.2.3 Electromagnetic compatibility

The subject of electromagnetic compatibility (EMC) refers to electromagnetic immunity and emission. The standards relating to EMC are under consideration.

This user guideline will be updated with specific recommendations for EMC regarding the PC system.

7.3 User system markings

User system markings of components (sensors, actuators, cables, distribution-boards, enclosures, modules, etc.) should be done in accordance with the installation drawings and applicable codes.

Il convient d'accorder une attention particulière au marquage des fils. Il convient d'identifier chaque câble sur site par un marquage correspondant à un schéma. Il convient qu'une modification par rapport au schéma soit immédiatement mentionnée sur le schéma.

Il convient d'être attentif aux éléments suivants:

- taille des lettres et des signes;
- le marquage doit être indélébile;
- les fusibles emplacement, type, vitesse, doivent être clairement indiqués;
- accessibilité des marquages;
- agrément du site du projet et des schémas d'installation, mises à jour des documents finaux.

8 Réception à la première mise en service

La procédure de réception à la première mise en service fait intervenir l'interaction de la configuration de l'AP, d'autre équipement de commande et du procédé. Elle doit être effectuée uniquement par du personnel qualifié ayant une connaissance suffisante des procédés et des équipements automatisés, et bien formé sur les AP. Il convient de décider de la procédure et du programme de réception à la première mise en service avant que celle-ci ne commence (voir également l'article 5 sur les considérations en matière de sécurité/protection).

8.1 Essais d'installation

Les essais d'installation peuvent être effectués en utilisant un rapport d'installation, comme suit:

- de façon étendue, en révisant tous les postes d'installation, ou
- par vérification au hasard.

Il faut au moins procéder à la vérification systématique et complète des éléments suivants:

- mise à la terre de protection;
- mise à la terre fonctionnelle;
- fusibles et interrupteurs de secteur;
- conformité aux conditions de service réelles;
- conformité aux codes locaux et nationaux.

8.2 Procédures de mise en oeuvre d'une configuration d'AP

8.2.1 Mise en oeuvre et vérifications d'ensemble

Il convient de procéder à la mise en oeuvre de la configuration d'AP en respectant les étapes suivantes:

- CEI 1131-2, 3.1, configuration d'AP;
- CEI 1131-4, figure 1a.

Special care should be taken on markings of wiring. Each and every field wire should be identified with a marking corresponding to a drawing. Alteration from the drawing should be noted on drawing immediately.

Care should be taken to ensure the following:

- magnitude of letters and signs;
- markings shall be indelible;
- fuses, location, type, rating shall be clearly marked;
- accessibility of markings;
- agreement of project site and installation drawings, revision of final documents.

8 Commissioning

The commissioning procedure brings into interaction the PC system, other control equipment and the process. It shall be performed only by qualified persons who have sufficient knowledge of automated processes and equipment, and who are well trained on PCs. The procedure and schedule should be decided before start of commissioning (refer also to clause 5, safety/protection considerations).

8.1 Installation testing

Installation testing may be done using an installation report as follows:

- extensively, by reviewing all installation tasks, or
- by a spot check.

As a minimum, the following shall be checked systematically and totally:

- protective earthing;
- functional earthing;
- mains' line fuses and switches;
- compliance with actual service conditions;
- compliance with local and national code.

8.2 PC system set-up procedures

8.2.1 General set-up and checks

The set-up of the PC system should be carried out in the following steps:

- IEC 1131-2, 3.1, PC system;
- IEC 1131-4, figure 1a.

Si les modules comportent des options/caractéristiques sélectionnables par l'utilisateur (commutateurs DIP, cavaliers), il convient de les placer conformément à la documentation et/ou à l'emplacement du module.

Il convient que la séquence de réception à la première mise en service soit la suivante: emplacement, mise en route et vérification des groupes de configurations d'AP conformément aux instructions de fonctionnement. L'ordre doit être:

Etape

- 1 Alimentation
- 2 Processeurs, modules de communication
- 3 Connexion aux PADT et aux MMI
- 4 Chargement, initialisation et démarrage du programme
- 5 Communication avec d'autres dispositifs sans modules d'E/S
- 6 Communication avec des modules d'E/S et des stations d'E/S déportées

8.2.2 Vérifications des E/S

L'étape suivante consiste à vérifier l'interaction existant entre une configuration d'AP et un procédé. Il est impératif d'être attentif et il convient de procéder aux étapes avec attention, afin de prévenir tout risque pour le personnel ou les machines. Il est recommandé que le câblage sur site soit vérifié préalablement à sa connexion à la configuration d'AP.

Vérification des E/S

Critères	Commentaires et considérations
Entrées binaires	Vérifier les signaux d'entrée binaires et numériques pour s'assurer que l'état physique des capteurs est conforme aux dispositifs de verrouillage des signaux dans l'AP
Entrées analogiques	Vérifier les signaux d'entrée analogiques pour s'assurer de l'agrément des valeurs physiques et des données reçues par l'AP
Sorties binaires	Forcer les sorties binaires et numériques afin de vérifier le bon fonctionnement en sortie
Sorties analogiques	Fonctionnalité

8.2.3 Vérification du programme d'application

Activer les entrées et sorties par le programme d'application. Dans la mesure du possible, il convient d'activer le programme d'application par sections. (En général, la mise en route par étapes des programmes d'application dépend des conditions indiquées à l'article 4 pour la sélection d'une configuration d'AP la technique d'application.)

8.3 Essais de fonction d'un système automatisé et simulation de panne

8.3.1 Essai de fonction d'un système automatisé

Il convient que les vérifications de fonctionnalité lors de la réception à la première mise en service de l'AP, du procédé et d'autre équipement de commande soient effectuées conformément au plan d'essai de réception à la première mise en service (voir 4.16). Ces essais sont généralement effectués après un déverminage; il convient qu'ils couvrent les prescriptions de fonctionnement d'une configuration d'AP indiquées aux articles 3 et 4 du présent rapport.

If the modules have user-selectable options/features (dip-switches, jumpers), they should be set in accordance with the documentation and/or module location.

The commissioning sequence should be: locate, start-up and check PC-system groups in accordance with operating instructions in the following sequence:

Step

- 1 Power supply
- 2 Processing units, communication modules
- 3 Connection to PADTs and MMIs
- 4 Program loading, initialization and start
- 5 Communication to third party devices without I/O modules
- 6 Communication with I/O modules and remote I/O stations

8.2.2 Checks of I/O

The next step is to check the interaction between PC system and process. Caution is imperative and steps should be performed very carefully to prevent hazards to personnel and machinery. It is recommended that field wiring be verified prior to being connected to the PC system.

Checks of I/O

Criteria	Comments and considerations
Binary inputs	Check binary and digital input signals to ensure that physical states of sensors comply with signal latches in PC
Analog inputs	Check analog input signals to ensure agreement of physical values and data received by PC
Binary outputs	Force binary and digital outputs to check for correct output operation
Analog outputs	Functionality

8.2.3 Check application program

Activate inputs and outputs by the application program. Where possible, the application program should be activated in sections. (In general, step-by-step start-up of application programs depends on conditions stated in clause 4.)

8.3 Automated system function tests and fault simulation

8.3.1 Automated system function tests

Commissioning functionality checks of the PC, process and other control equipment should be performed according to commissioning test plan (see 4.16). These tests are normally done after debugging and should cover the PC system operational requirements as set out in clauses 3 and 4 of this report.

S'assurer que tout est mis en oeuvre pour empêcher un fonctionnement local non autorisé et que les changements non autorisés du niveau d'une configuration d'AP sont impossibles.

8.3.2 *Simulation de panne*

La simulation de panne permet de vérifier que les prescriptions relatives au système utilisateur sont bien respectées au niveau du dysfonctionnement de ses composants. Il convient d'effectuer la simulation de panne après les essais fonctionnels d'un système. L'expérience montre que la plupart des pannes se produisent au niveau des E/S et des autres interfaces avec l'AP. Les zones susceptibles d'être affectées par des pannes sont, notamment, les suivantes:

- capteurs, contacts et actionneurs;
- entrées et sorties
- câblage sur site;
- fusibles ou disjoncteurs;
- interruptions de secteur;
- protections et systèmes de détection de mouvement associés (défaut ou panne d'alarme);
- verrouillages.

De nombreuses pannes d'un système automatisé peuvent être détectées par la vérification interne à la configuration d'AP ou le programme utilisateur; il convient de les corriger. Il convient de traiter toute simulation de panne non détectée par la configuration d'AP.

8.4 *Rapport de réception à la première mise en service*

Il convient que les résultats d'essai de réception à la première mise en service soient soumis à l'utilisateur et au vendeur dans un rapport écrit (voir 4.16 et annexe D). Il convient que ce rapport comporte des descriptions des principaux travaux de mise en service qui ont été effectués et réussis. Il convient que toutes les tâches faisant partie de la mise en service qui n'ont pas été effectuées, de même que celles n'ayant pas donné de résultats satisfaisants, soient notées dans ce rapport et qu'une action de suivi soit recommandée.

Il convient que toutes les parties concernées décident des exceptions aux essais de réception à la première mise en service et les indiquent dans le rapport. Il convient de ne pas considérer le système comme étant complètement mis en service tant que le rapport de réception à la première mise en service n'a pas été accepté en tant que certification de qualité de fonctionnement d'une configuration d'AP.

9 **Maintenance d'une configuration d'AP**

9.1 *Introduction*

Il convient que le personnel chargé de la maintenance maîtrise les concepts de conception des configurations d'AP.

Les critères de maintenance sont présentés au tableau 18.

Verify that unauthorized local operation is adequately guarded against and that unauthorized PC system level changes are not possible.

8.3.2 *Fault simulation*

Fault simulation helps to verify that user system requirements with regard to malfunctioning components are met. Fault simulation should be performed after system functional tests. Experience shows that most of the faults occur at the I/O and other interfaces to the PC. Some of the probable areas where faults may occur are:

- sensors, contacts, and actuators;
- inputs and outputs;
- field wiring;
- fuses or circuit breakers;
- interruption of mains;
- guards and related motion detection (false alarm or failed alarm);
- interlocks.

Many faults in the automated system can be detected by the PC system internal check or user program, and should be corrected. Any simulated fault that is not detected by the PC system should be addressed.

8.4 *Commissioning report*

Results of the commissioning test should be submitted to the user and the vendor in a written commissioning report (see 4.16 and annex D). This report should contain descriptions of the main commissioning tasks completed and passed. Commissioning tasks which have not been performed, as well as the ones which failed to pass, should be noted in this report and follow-up action recommended.

Exceptions to commissioning tests should be agreed to by all parties concerned and noted in this report. The automated system should not be considered fully commissioned until the commissioning report is accepted as a certification of PC system performance.

9 **PC system maintenance**

9.1 *Introduction*

Maintenance personnel should understand the design concepts of their PC systems.

The maintenance criteria are presented in table 18.

Tableau 18 – Maintenance d'une configuration (d'AP)

Critères	Référence	Commentaires et considérations
Concept de maintenance		Maintenabilité – les concepts comprennent la maintenance préventive et les facilités d'accès à la configuration d'AP pour les réparations
	CEI 1131-1 2.4, 4.8	Disponibilité – il convient de maintenir la disponibilité du système au niveau le plus élevé possible compte tenu des coûts, sans pour cela sacrifier la sécurité/protection du système
	CEI 1131-1 2.34, 3.21, 4.8	La fiabilité se traduit par le MTBF (temps moyen entre défaillances); il convient que sa valeur soit supérieure à celle des prescriptions utilisateurs. En général, plus le niveau de fiabilité est élevé, plus la disponibilité est grande
		Action d'éviter les défaillances – concept comprenant les conditions d'environnement, la protection contre toute fausse manoeuvre ou intervention intempestive, et un déverminage adapté du logiciel
	CEI 1131-1 2.23, 3.19	Tolérance aux pannes – concept qui comprend la redondance et la vérification d'erreurs
Méthodes de maintenance préventive		– Contrôle périodique – Estimation de la durée de vie de l'équipement – Remplacements programmés – Réapprovisionnement en pièces détachées
MTTR (temps moyen de réparation)		Le principal objectif du système est de limiter le MTTR par l'une des méthodes suivantes: – diagnostic – vérification d'erreur – alarmes – disponibilité des pièces détachées – facilités de réparation

9.2 Programmes de maintenance

Il est impossible d'établir un programme de maintenance unique pour toutes les catégories d'équipement dans le cadre du présent rapport. Il convient d'établir des programmes de maintenance en tenant compte des conditions de fonctionnement et de service, et des applications de l'équipement d'AP, ainsi que des instructions de maintenance et des recommandations du constructeur de l'équipement.

Quand on prépare un programme de maintenance, il convient de considérer les facteurs suivants:

- la maintenance doit être effectuée par du personnel qualifié connaissant bien le concept, le fonctionnement et les risques du système utilisateur;
- lors de l'entretien d'un équipement sensible aux décharges électrostatiques, il faut être très attentif. Il convient de suivre attentivement les recommandations du constructeur pour les composants sensibles;
- la sécurité/protection en cours de maintenance est décrite en 5.6.2;
- il convient de conserver un registre de maintenance, pour garder une trace de l'ensemble des activités de maintenance.

9.3 Mesures préventives

Le tableau suivant décrit les mesures préventives qu'il convient à l'utilisateur de prendre.

Table 18 – PC system maintenance

Criteria	Reference	Comments and considerations
Maintenance concepts		Maintainability – concepts including preventive maintenance and the ease of repair of the PC system
	IEC 1131-1 2.4, 4.8	Availability – system availability should be kept high as far as cost permits without sacrificing the safety/protection of the system
	IEC 1131-1 2.34, 3.21, 4.8	Reliability is expressed as the MTBF (mean time between failure) and its value should be greater than that of user requirements. Generally, the higher the reliability, the greater the availability
		Fault avoidance – concepts including the environmental condition, fool-proof operation guide and adequate debugging of the software.
	IEC 1131-1 2.23, 3.19	Fault tolerance – concepts including redundancy and error checking
Preventive maintenance methods		– Periodic inspection – Life estimation of the equipment – Schedule replacement – Restocking of the spare parts
MTTR (mean time to repair)		A major system objective is to minimize MTTR. Methods include: – diagnostics – error checking – alarms – availability of spare parts – ease of repair

9.2 Maintenance programs

It is not possible to establish a single maintenance program to serve all classes of equipment within the scope of this report. Maintenance programs should be established giving consideration to the operation and the service conditions, and the applications of the PC equipment, as well as to the maintenance instructions and recommendations of the equipment manufacturer.

The following factors should be considered when formulating a maintenance program:

- maintenance must be performed by qualified personnel familiar with the design, operation, and hazards involved with the user system;
- care shall be taken in servicing electrostatic-sensitive equipment. The manufacturer's recommendations for these components should be carefully followed;
- safety/protection during maintenance is described in 5.6.2;
- maintenance records should be kept to allow traceability of maintenance activities.

9.3 Preventive action

Table 19 describes preventive action which should be taken by the user.