

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61131-3

Première édition
First edition
1993-03

Automates programmables –

**Partie 3:
Langages de programmation**

Programmable controllers –

**Part 3:
Programming languages**

© CEI 1993 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 Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	12
 Articles	
1 Généralités	14
1.1 Domaine d'application	14
1.2 Références normatives	14
1.3 Définitions	16
1.4 Résumé et prescriptions générales	26
1.4.1 Modèle logiciel	26
1.4.2 Modèle de communication	30
1.4.3 Modèle de programmation	34
1.5 Conformité	38
1.5.1 Systèmes d'automates programmables	40
1.5.2 Programmes	42
2 Eléments communs	44
2.1 Utilisation de caractères imprimés	44
2.1.1 Jeu de caractères	44
2.1.2 Identificateurs	46
2.1.3 Mots clés	48
2.1.4 Utilisation des espaces	48
2.1.5 Commentaires	48
2.2 Représentation externe des données	48
2.2.1 Libellés numériques	48
2.2.2 Libellés de cordons de caractères	50
2.2.3 Libellés de datation	52
2.3 Types de données	56
2.3.1 Types de données élémentaires	56
2.3.2 Types de données génériques	58
2.3.3 Types de données dérivés	60
2.4 Variables	68
2.4.1 Représentation	68
2.4.2 Initialisation	72
2.4.3 Déclaration	74
2.5 Unités d'organisation de programmes	84
2.5.1 Fonctions	84
2.5.2 Blocs fonctionnels	118
2.5.3 Programmes	148

CONTENTS

	Page
FOREWORD	13
 Clause	
1 General	15
1.1 Scope	15
1.2 Normative references	15
1.3 Definitions	17
1.4 Overview and general requirements	27
1.4.1 Software model	27
1.4.2 Communication model	31
1.4.3 Programming model	35
1.5 Compliance	39
1.5.1 Programmable controller systems	41
1.5.2 Programs	43
2 Common elements	45
2.1 Use of printed characters	45
2.1.1 Character set	45
2.1.2 Identifiers	47
2.1.3 Keywords	49
2.1.4 Use of spaces	49
2.1.5 Comments	49
2.2 External representation of data	49
2.2.1 Numeric literals	49
2.2.2 Character string literals	51
2.2.3 Time literals	53
2.3 Data types	57
2.3.1 Elementary data types	57
2.3.2 Generic data types	59
2.3.3 Derived data types	61
2.4 Variables	69
2.4.1 Representation	69
2.4.2 Initialization	73
2.4.3 Declaration	75
2.5 Program organization units	85
2.5.1 Functions	85
2.5.2 Function blocks	119
2.5.3 Programs	149

Articles	Pages
2.6 Eléments du diagramme fonctionnel en séquence (SFC)	150
2.6.1 Généralités	150
2.6.2 Etapes	150
2.6.3 Transitions	154
2.6.4 Actions	162
2.6.5 Règles d'évolution	180
2.6.6 Compatibilité des éléments de diagramme fonctionnel en séquence (SFC)	198
2.6.7 Prescriptions en matière de compatibilité	198
2.7 Eléments de configuration	200
2.7.1 Configurations, ressources et chemins d'accès	202
2.7.2 Tâches	206
3 Langages littéraux	226
3.1 Eléments Communs	226
3.2 Langage IL (liste d'instructions)	226
3.2.1 Instructions	226
3.2.2 Opérateurs, modificateurs et opérandes	228
3.2.3 Fonctions et blocs fonctionnels	230
3.3 Langage ST (littéral structuré)	232
3.3.1 Expressions	232
3.3.2 Enoncés	238
4 Langages graphiques	244
4.1 Eléments communs	244
4.1.1 Représentation des lignes et des blocs	244
4.1.2 Sens du flux dans les réseaux	246
4.1.3 Evaluation de réseaux	248
4.1.4 Eléments de commande d'exécution	252
4.2 Langage à contacts (LD)	256
4.2.1 Barres d'alimentation	256
4.2.2 Eléments de liaison et états	256
4.2.3 Contacts	258
4.2.4 Bobinages	258
4.2.5 Fonctions et blocs fonctionnels	258
4.2.6 Ordre d'évaluation des réseaux	258
4.3 Langage FBD (langage en blocs fonctionnels)	264
4.3.1 Généralités	264
4.3.2 Combinaison d'éléments	264
4.3.3 Ordre d'évaluation des réseaux	264
Annexes	
A Méthode de spécification pour les langages littéraux	266
A.1 Syntaxe	266
A.2 Sémantique	270

Clause	Page
2.6 Sequential Function Chart (SFC) elements	151
2.6.1 General	151
2.6.2 Steps	151
2.6.3 Transition	155
2.6.4 Actions	163
2.6.5 Rules of evolution	181
2.6.6 Compatibility of SFC elements	199
2.6.7 Compliance requirements	199
2.7 Configuration elements	201
2.7.1 Configurations, resources, and access paths	203
2.7.2 Tasks	207
3 Textual languages	227
3.1 Common elements	227
3.2 Language IL (Instruction List)	227
3.2.1 Instructions	227
3.2.2 Operators, modifiers and operands	229
3.2.3 Functions and function blocks	231
3.3 Language ST (Structured Text)	233
3.3.1 Expressions	233
3.3.2 Statements	239
4 Graphic languages	245
4.1 Common elements	245
4.1.1 Representation of lines and blocks	245
4.1.2 Direction of flow in networks	247
4.1.3 Evaluation of networks	249
4.1.4 Execution control elements	253
4.2 Language LD (Ladder Diagram)	257
4.2.1 Power rails	257
4.2.2 Link elements and states	257
4.2.3 Contacts	259
4.2.4 Coils	259
4.2.5 Functions and function blocks	259
4.2.6 Order of network evaluation	259
4.3 Language FBD (Function Block Diagram)	265
4.3.1 General	265
4.3.2 Combination of elements	265
4.3.3 Order of network evaluation	265
Annexes	
A Specification method for textual languages	267
A.1 Syntax	267
A.2 Semantics	271

Articles	Pages
B Spécifications formelles des éléments de langage	272
B.0 Modèle de programmation	272
B.1 Eléments communs	272
B.2 Langage IL (liste d'instructions)	292
B.3 Langage ST (langage littéral structuré)	294
C Délimiteurs et mots clés	298
D Paramètres dépendant de l'implémentation	304
E Situations d'erreur	308
F Exemples	310
F.1 Fonction WEIGH	310
F.2 Bloc fonctionnel CMD_MONITOR	312
F.3 Bloc fonctionnel FWD_REV_MON	318
F.4 Bloc fonctionnel STACK_INT	328
F.5 Bloc fonctionnel MIX_2_BRIX	338
F.6 Traitement de signaux analogiques	344
F.7 Programme GRAVEL	362
F.8 Programme AGV	378
G Index	386
H Essai de conformité logicielle	410
Tableaux	
1 Caractéristiques	46
2 Caractéristiques des identificateurs	46
3 La caractéristique commentaire	48
4 Libellés numériques	50
5 Caractéristiques des libellés de cordons de caractères	52
6 Combinaisons à deux chiffres dans les cordons de caractères	52
7 Caractéristiques de libellés de temps	54
8 Libellés de date et heure du jour	54
9 Exemples de libellés de date et heure du jour	56
10 Types de données élémentaires	58
11 Hiérarchie des types de données génériques	60
12 Caractéristiques des déclarations de types de données	64
13 Valeurs initiales par défaut	64
14 Caractéristiques de déclaration d'une valeur initiale de type de donnée	66
15 Caractéristiques des préfixes d'emplacement et de taille pour des variables représentées directement	70
16 Mots clés de déclarations de variables	76
17 Caractéristiques d'affectation de types de variables	78
18 Caractéristiques d'affectation de valeurs initiales de variables	82
19 Inversion graphique de signes booléens	86
20 Utilisation d'une entrée "EN" et d'une sortie "ENO"	90
21 Fonctions saisies et surchargées	94
22 Caractéristiques des fonctions de conversion de type	100
23 Fonctions standards à une seule variable numérique	102
24 Fonctions arithmétiques standards	104
25 Fonctions standards de décalage binaire	106

Clause	Page
B Formal specifications of language elements	273
B.0 Programming model	273
B.1 Common elements	273
B.2 Language IL (Instruction List)	293
B.3 Language ST (Structured Text)	295
C Delimiters and keywords	299
D Implementation-dependent parameters	305
E Error conditions	309
F Examples	311
F.1 Function WEIGH	311
F.2 Function block CMD_MONITOR	313
F.3 Function block FWD_REV_MON	319
F.4 Function block STACK_INT	329
F.5 Function block MIX_2_BRIX	339
F.6 Analog signal processing	345
F.7 Program GRAVEL	363
F.8 Program AGV	379
G Index	387
H Software compliance testing	411
Tables	
1 Character set features	47
2 Identifier features	47
3 Comment feature	49
4 Numeric literals	51
5 Character string literal feature	53
6 Two-character combinations in character strings	53
7 Duration literal features	55
8 Date and time of day literals	55
9 Examples of date and time of day literals	57
10 Elementary data types	59
11 Hierarchy of generic data types	61
12 Data type declaration features	65
13 Default initial values	65
14 Data type initial value declaration features	67
15 Location and size prefix features for directly represented variables	71
16 Variable declaration keywords	77
17 Variable type assignment features	79
18 Variable initial value assignment features	83
19 Graphical negation of Boolean signals	87
20 Use of EN input and ENO output	91
21 Typed and overloaded functions	95
22 Type conversion function features	101
23 Standard functions of one numeric variable	103
24 Standard arithmetic functions	105
25 Standard bit shift functions	107

Articles	Pages
26 Fonctions booléennes standard au niveau du bit	108
27 Fonctions standards de sélection	110
28 Fonctions standards de comparaison	112
29 Fonctions standards de cordons de caractères	114
30 Fonctions des types de données relatifs au temps	116
31 Fonctions de types de données énumérés	116
32 Exemples d'utilisation d'un paramètre d'E/S de bloc fonctionnel	120
33 Caractéristiques des déclarations de blocs fonctionnels	126
34 Blocs fonctionnels bistables standards	138
35 Blocs fonctionnels standards de détection de fronts	140
36 Blocs fonctionnels standards de compteurs	142
37 Blocs fonctionnels standards de temporisateurs	144
38 Bloc fonctionnels standards de temporisateurs – Schémas de temporisation	146
39 Caractéristiques de déclarations de programmes	148
40 Caractéristiques d'étage	154
41 Transitions et conditions de transition	158
42 Déclaration d'actions	164
43 Association action/étape	168
44 Caractéristiques de bloc d'action	170
45 Qualificatifs d'action	172
46 Evolution de séquence	184
47 Caractéristiques SFC compatibles	198
48 Prescriptions minimales relatives à la conformité des éléments de diagramme fonctionnel de séquence	198
49 Caractéristiques de déclaration de ressource et de configuration	204
50 Caractéristiques de tâche	212
51 Exemples de champs d'instruction	226
52 Opérateurs de liste d'instruction	230
53 Caractéristiques du lancement de bloc fonctionnel en langage IL	232
54 Opérateurs d'entrée standards des blocs fonctionnels en langage IL	232
55 Opérateurs du langage ST	236
56 Enoncés du langage ST	238
57 Représentation des lignes et des blocs	248
58 Eléments de commande d'exécution graphiques	254
59 Barres d'alimentation	256
60 Eléments de liaison	258
61 Contacts	260
62 Bobinages	262

Figures

1 Modèle logiciel	30
2 Modèle de communication	32
3 Combinaison d'éléments de langages pour automates programmables	38
4 Exemples d'utilisation de fonctions	84
5 Utilisation de noms de paramètres formels	88
6 Exemples de déclarations de fonctions	92
7 Exemples de conversion de type explicite, avec des fonctions surchargées	96
8 Exemples de conversion de type explicite, avec des fonctions saisies	98
9 Exemple d'instanciation de bloc fonctionnel	120
10 Exemples de déclarations de blocs fonctionnels	124
11 Utilisation graphique d'un nom de bloc fonctionnel en tant que variable	128

Clause	Page
26 Standard bitwise Boolean functions	109
27 Standard selection functions	111
28 Standard comparison functions	113
29 Standard character string functions	115
30 Functions of time data types	117
31 Functions of enumerated data type	117
32 Examples of function block I/O parameter usage	121
33 Function block declaration features	127
34 Standard bistable function blocks	139
35 Standard edge detection function blocks	141
36 Standard counter function blocks	143
37 Standard timer function blocks	145
38 Standard timer function blocks – timing diagrams	147
39 Program declaration features	149
40 Step features	155
41 Transitions and transition conditions	159
42 Declaration of actions	165
43 Step/action association	169
44 Action block features	171
45 Action qualifiers	173
46 Sequence evolution	185
47 Compatible SFC features	199
48 SFC minimal compliance requirements	199
49 Configuration and resource declaration features	205
50 Task features	213
51 Examples of instruction fields	227
52 Instruction List (IL) operators	231
53 Function block invocation features for IL language	233
54 Standard function block input operators for IL language	233
55 Operators of the ST language	237
56 ST language statements	239
57 Representation of lines and blocks	249
58 Graphic execution control elements	255
59 Power rails	257
60 Link elements	259
61 Contacts	261
62 Coils	263

Figures

1 Software model	31
2 Communication model	33
3 Combination of programmable controller language elements	39
4 Examples of function usage	85
5 Use of formal parameter names	89
6 Examples of function declarations	93
7 Examples of explicit type conversion with overloaded functions	97
8 Examples of explicit type conversion with typed functions	99
9 Function block instantiation example	121
10 Examples of function block declarations	125
11 Graphical use of function block names as variables	129

Articles	Pages
12 Exemples d'utilisation de variables entrée/sortie	134
13 Exemple d'utilisation de sémaphore	136
14 Bloc fonctionnel ACTION_CONTROL – Interface externe	174
15 Corps de bloc fonctionnel ACTION_CONTROL	176
16 Exemple de commande d'action	178
17 Règles d'évolution de diagramme fonctionnel de séquence (SFC)	192
18 Erreurs SFC	194
19 Exemple de configuration	200
20 Exemples de configurations de déclarations CONFIGURATION et RESSOURCE	206
21 Synchronisation de blocs fonctionnels	220
22 Exemple d'énoncé EXIT	242
23 Exemple de chemin d'asservissement	252
24 Exemples de OR booléen	264

Clause	Page
12 Examples of use of input/output variables	135
13 Semaphore usage example	137
14 ACTION_CONTROL function block – External interface	175
15 ACTION_CONTROL function block body	177
16 Action control example	179
17 SFC evolution rules	193
18 SFC errors	195
19 Configuration example	201
20 Examples of CONFIGURATION and RESSOURCE declaration features	207
21 Synchronization of function blocks	221
22 EXIT statement example	243
23 Feedback path example	253
24 Boolean OR examples	265

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AUTOMATES PROGRAMMABLES –

Partie 3: Langages de programmation

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente partie de la Norme internationale CEI 1131 a été établie par le sous-comité 65B: Dispositifs, du comité d'études n° 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Le texte de cette partie est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
65B(BC)85	65B(BC)87

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

La CEI 1131 comprendra les parties suivantes, dont celle-ci est la troisième, présentées sous le titre général: Automates programmables.

Partie 1: 1992, Informations générales.

Partie 2: 1992, Spécifications et essais des équipements.

Partie 3: 1993, Langages de programmation.

Partie 4, Recommandations à l'utilisateur (à l'étude).

Partie 5, Spécification service de messagerie (à l'étude).

Les annexes A, B, C, D et E font partie intégrante de cette partie.

Les annexes F, G et H sont données uniquement à titre d'information.

Un rapporte technique (TR) de type 2 est en préparation. Ce TR constituera un guide de «pré-normalisation» pour la mise en oeuvre et l'application des langages de programmation définis dans la présente partie de la CEI 1131, y compris des développements tels que l'interaction système/programme et les prescriptions pour les conditions d'environnement du support de programmation.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PROGRAMMABLE CONTROLLERS –

Part 3: Programming languages

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This part of International Standard IEC 1131 has been prepared by sub-committee 65B: Devices, of IEC technical committee 65: Industrial process measurement and control.

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

DIS	Report on Voting
65B(CO)85	65B(CO)87

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

IEC 1131 will consist of the following parts, of which this is the third under the general title: Programmable controllers.

Part 1: 1992, General information.

Part 2: 1992, Equipment requirements and tests.

Part 3: 1993, Programming languages.

Part 4, User guidelines (*under consideration*).

Part 5, Messaging service specification (*under consideration*).

Annexes A, B, C, D and E form an integral part of this part of IEC 1131.
Annexes F, G and H are for information only.

A type 2 technical report (TR) will provide "pre-standardization" guidance for the implementation and application of the programming language defined in this part of IEC 1131, including such issues as operating system/program interaction and requirements for programming support environments.

AUTOMATES PROGRAMMABLES –

Partie 3: Langages de programmation

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application*

Cette partie de la CEI 1131 s'applique à la représentation imprimée et affichée, à l'aide des caractères du jeu de caractères ISO/IEC 646 des langages de programmation devant être utilisés pour des automates programmables tels que définis dans la partie 1 de la CEI 1131. La représentation graphique et semi-graphique des éléments de langage définis dans cette partie est admise, mais n'est pas définie dans cette partie.

Les fonctions de programme entrée, essai, contrôle, système d'exploitation, etc., sont spécifiées dans la partie 1 de la CEI 1131.

1.2 *Références normatives*

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 1131. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 1131 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*

CEI 559: 1989, *Arithmétique binaire en virgule flottante pour systèmes à microprocesseurs*

CEI 617-12: 1991, *Symboles graphiques pour schémas – Partie 12: Opérateurs logiques binaires*

CEI 617-13: 1978, *Symboles graphiques pour schémas – Partie 13: Opérateurs analogiques*

CEI 848: 1988, *Etablissement des diagrammes fonctionnels pour systèmes de commande*

ISO/AFNOR: 1989, *Dictionnaire de l'informatique, ISBN 2-12-486911-6*

ISO/CEI 646: 1991, *Technologie de l'information – Jeu ISO de caractères codés à 7 éléments pour l'échange d'informations (publié actuellement en anglais seulement)*

ISO 8601: 1988, *Eléments de données et formats d'échange – Echange d'information – Représentation de la date et de l'heure*

PROGRAMMABLE CONTROLLERS –

Part 3: Programming languages

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 1131 applies to the printed and displayed representation, using characters of the ISO/IEC 646 character set, of the programming languages to be used for Programmable Controllers as defined in Part 1 of IEC 1131. Graphic and semigraphic representation of the language elements which are defined in this part is allowed, but is not defined in this part.

The functions of program entry, testing, monitoring, operating system, etc., are specified in Part 1 of IEC 1131.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 1131. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 1131 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*

IEC 559: 1989, *Binary floating-point arithmetic for microprocessor systems*

IEC 617-12: 1991, *Graphical symbols for diagrams – Part 12: Binary logic elements*

IEC 617-13: 1978, *Graphical symbols for diagrams – Part 13: Analogue elements*

IEC 848: 1988, *Preparation of function charts for control systems*

ISO/AFNOR: 1989, *Dictionary of computer science, ISBN 2-12-486911-6*

ISO/IEC 646: 1991, *Information technology – ISO 7-bit coded character set for information processing interchange*

ISO 8601: 1988, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representations of dates and times*

**ISO 7185: 1990, *Technologies de l'information – Langages de programmation – Pascal*
(publié actuellement en anglais seulement)**

**ISO 7498: 1984, *Systèmes de traitement de l'information – Interconnexion des systèmes
ouverts – Modèle de référence de base***

ISO 7185: 1990, *Information technology – Programming languages – Pascal*

ISO 7498: 1984, *Information processing systems – Open systems interconnection – Basic reference model*