

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Industrial communication networks – Profiles –
Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on
ISO/IEC 8802-3**

**Réseaux de communication industriels – Profils –
Partie 2: Profils supplémentaires des bus de terrain pour les réseaux temps
réel basés sur l'ISO/CEI 8802-3**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XH

ICS 35.100.20; 35.240.50

ISBN 978-2-8322-1917-1

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	11
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	14
2 Normative references	14
3 Terms, definitions, abbreviated terms, acronyms, and conventions.....	17
3.1 Terms and definitions	17
3.2 Abbreviated terms and acronyms	20
3.3 Symbols	22
3.3.1 CPF 2 symbols	22
3.3.2 CPF 3 symbols	23
3.3.3 CPF 4 symbols	24
3.3.4 CPF 6 symbols	24
3.3.5 CPF 10 symbols	25
3.3.6 CPF 11 symbols	26
3.3.7 CPF 12 symbols	27
3.3.8 CPF 13 symbols	27
3.3.9 CPF 14 symbols	28
3.3.10 CPF 15 symbols	29
3.3.11 CPF 16 symbols	29
3.4 Conventions	30
3.4.1 Conventions common to all layers	30
3.4.2 Physical Layer	31
3.4.3 Data Link Layer	31
3.4.4 Application Layer.....	32
4 Conformance to communication profiles	32
5 RTE performance indicators	33
5.1 Basic principles of performance indicators.....	33
5.2 Application requirements	34
5.3 Performance indicators.....	34
5.3.1 Delivery time	34
5.3.2 Number of RTE end-stations.....	35
5.3.3 Basic network topology.....	35
5.3.4 Number of switches between RTE end-stations	35
5.3.5 Throughput RTE	35
5.3.6 Non-RTE bandwidth	35
5.3.7 Time synchronization accuracy.....	35
5.3.8 Non-time-based synchronization accuracy.....	36
5.3.9 Redundancy recovery time	36
6 Conformance tests	36
6.1 Concept	36
6.2 Methodology.....	37
6.3 Test conditions and test cases	37
6.4 Test procedure and measuring	38
6.5 Test report	38
7 Communication Profile Family 2 (CIP™) – RTE communication profiles.....	39

7.1	General overview	39
7.2	Profile 2/2	39
7.2.1	Physical Layer	39
7.2.2	Data Link Layer	39
7.2.3	Application Layer	39
7.2.4	Performance indicator selection	39
7.3	Profile 2/2.1	43
7.3.1	Physical Layer	43
7.3.2	Data Link Layer	44
7.3.3	Application Layer	45
7.3.4	Performance indicator selection	46
8	Communication Profile Family 3 (PROFIBUS & PROFINET) – RTE communication profiles	49
8.1	General overview	49
8.1.1	CPF 3 overview	49
8.1.2	Node Classes	49
8.1.3	Application classes	51
8.1.4	Communication classes	51
8.1.5	Redundancy classes	51
8.1.6	Media classes	52
8.1.7	Conformance class behaviors	52
8.2	Profile 3/4	55
8.2.1	Physical layer	55
8.2.2	Data link layer	55
8.2.3	Application layer	56
8.2.4	Performance indicator selection	61
8.3	Profile 3/5	68
8.3.1	Physical layer	68
8.3.2	Data link layer	68
8.3.3	Application layer	69
8.3.4	Performance indicator selection	73
8.4	Profile 3/6	75
8.4.1	Physical layer	75
8.4.2	Data link layer	75
8.4.3	Application layer	76
8.4.4	Performance indicator selection	81
9	Communication Profile Family 4 (P-NET) – RTE communication profiles	83
9.1	General overview	83
9.2	Profile 4/3, P-NET on IP	83
9.2.1	Physical Layer	83
9.2.2	Data Link Layer	83
9.2.3	Application Layer	84
9.2.4	Performance indicator selection	85
10	Communication Profile Family 6 (INTERBUS®) – RTE communication profiles	89
10.1	General overview	89
10.2	Profile 6/4	90
10.2.1	Mapping	90
10.2.2	Type 10 service and protocol selection	91
10.2.3	Type 8 service and protocol selection	92

10.2.4	Performance indicator selection.....	92
10.3	Profile 6/5	93
10.3.1	Mapping	93
10.3.2	Type 10 service and protocol selection	93
10.3.3	Type 8 service and protocol selection.....	93
10.3.4	Performance indicator selection.....	94
10.4	Profile 6/6	94
10.4.1	Mapping	94
10.4.2	Type 10 service and protocol selection	94
10.4.3	Type 8 service and protocol selection.....	95
10.4.4	Performance indicator selection.....	95
11	Communication Profile Family 10 (Vnet/IP) – RTE communication profiles.....	96
11.1	General overview	96
11.2	Profile 10/1.....	97
11.2.1	Physical Layer.....	97
11.2.2	Data Link Layer	97
11.2.3	Application Layer.....	99
11.2.4	Performance indicator selection.....	100
12	Communication Profile Family 11 (TCnet) – RTE communication profiles	106
12.1	General overview	106
12.2	Profile 11/1.....	106
12.2.1	Physical Layer.....	106
12.2.2	Data Link Layer	106
12.2.3	Application Layer.....	107
12.2.4	Performance indicator selection.....	108
13	Communication Profile Family 12 (EtherCAT) – RTE communication profiles.....	114
13.1	General overview	114
13.2	Profile CP 12/1.....	114
13.2.1	Physical Layer.....	114
13.2.2	Data Link Layer	115
13.2.3	Application Layer.....	119
13.2.4	Performance indicator selection.....	121
13.3	Profile CP 12/2.....	124
13.3.1	Physical Layer.....	124
13.3.2	Data Link Layer	124
13.3.3	Application Layer.....	128
13.3.4	Performance indicator selection.....	130
14	Communication Profile Family 13 (ETHERNET Powerlink) – RTE communication profiles	133
14.1	General overview	133
14.2	Profile 13/1.....	133
14.2.1	Physical Layer.....	133
14.2.2	Data Link Layer	133
14.2.3	Application Layer.....	134
14.2.4	Performance indicator selection.....	134
15	Communication Profile Family 14 (EPA)- RTE communication profiles.....	140
15.1	General overview	140
15.2	CPF 14 (EPA) communication concept	140

15.2.1	General	140
15.2.2	Network Topology	140
15.2.3	EPA devices	141
15.3	Profile 14/1	142
15.3.1	Physical Layer	142
15.3.2	Data Link Layer	142
15.3.3	Network Layer	142
15.3.4	Transport Layer	142
15.3.5	Application Layer	142
15.3.6	Performance indicator selection	144
15.4	Profile 14/2	147
15.4.1	Physical Layer	147
15.4.2	Data Link Layer	147
15.4.3	Network Layer	147
15.4.4	Transport Layer	148
15.4.5	Application Layer	148
15.4.6	Performance indicator selection	149
16	Communication Profile Family 15 (MODBUS-RTPS)- RTE communication profiles	153
16.1	General overview	153
16.2	Profile 15/1	153
16.2.1	Physical layer	153
16.2.2	Data link layer	153
16.2.3	Application layer	153
16.2.4	Performance indicator selection	154
16.3	Profile 15/2	158
16.3.1	Physical layer	158
16.3.2	Data link layer	158
16.3.3	Application layer	158
16.3.4	Performance indicator selection	159
17	Communication Profile Family 16 (SERCOS)- RTE communication profiles	164
17.1	General overview	164
17.2	Profile 16/3 (SERCOS III)	164
17.2.1	Physical Layer	164
17.2.2	Data Link Layer	164
17.2.3	Application Layer	165
17.2.4	Performance indicator selection	165
Annex A	(informative) Performance Indicator calculation	172
A.1	CPF 2 (CIP) – Performance indicator calculation	172
A.1.1	Profile 2/2 EtherNet/IP	172
A.1.2	Profile 2/2.1 EtherNet/IP with Time Synchronization	173
A.2	Communication Profile Family 3 – Performance indicator calculation	174
A.2.1	Application Scenario	174
A.2.2	Structural examples used for calculation	174
A.2.3	Principles used for calculation	179
A.3	CPF 4/3 P-NET on IP – Performance indicator calculation	182
A.3.1	Application scenario	182
A.3.2	Delivery time calculation	182
A.3.3	Non-RTE throughput calculation	183

A.3.4	Non time-base synchronization accuracy	185
A.3.5	RTE throughput calculation.....	186
A.3.6	CPF 4/3, Derivation of delivery time formula	186
A.3.7	CPF 4/3, Ethernet characteristics	188
Bibliography.....		189
Figure 1	– Example of graphical representation of consistent indicators	34
Figure 2	– Conformance test overview	36
Figure 3	– Example of network topology using CP 3/4, CP 3/5, and CP 3/6 components	55
Figure 4	– Example of network topology with wireless segment	58
Figure 5	– Calculation basis for delivery time and throughput RTE.....	64
Figure 6	– Linking-device communication profiles RTE-network context.....	89
Figure 7	– Linking-device mapping principle	90
Figure 8	– Data Mapping.....	91
Figure 9	– Throughput RTE and non-RTE bandwidth	111
Figure 10	– EPA system network topology example.....	141
Figure A.1	– CP 3/4: Example of line structure.....	174
Figure A.2	– CP 3/4: Example of ring structure	174
Figure A.3	– CP 3/4: Example of a wireless segment.....	175
Figure A.4	– CP 3/4: Example of an integrated wireless client.....	175
Figure A.5	– CP 3/5: Example of line structure.....	176
Figure A.6	– CP 3/5: Example of ring structure	176
Figure A.7	– CP 3/6: Example of line structure.....	177
Figure A.8	– CP 3/6: Example of ring structure	178
Figure A.9	– CP 3/6: Example of tree structure	179
Figure A.10	– Definition of bridge delay	180
Figure A.11	– Example of a switch structure	181
Figure A.12	– Application Configuration	182
Figure A.13	– Non-RTE throughput calculation	184
Figure A.14	– Non time-base synchronization accuracy	185
Table 1	– Layout of profile (sub)clause selection tables	30
Table 2	– Contents of (sub)clause selection tables	30
Table 3	– Layout of service selection tables.....	30
Table 4	– Contents of service selection tables	31
Table 5	– Layout of parameter selection tables	31
Table 6	– Contents of parameter selection tables	31
Table 7	– Layout of class attribute selection tables	32
Table 8	– Contents of class attribute selection tables.....	32
Table 9	– Basic network topology types	35
Table 10	– CP 2/2: performance indicator overview	40
Table 11	– CP 2/2: Performance indicator dependency matrix	40
Table 12	– CP 2/2: consistent set of performance indicators for factory automation	43

Table 13 – CP 2/2.1: DLL protocol selection	44
Table 14 – CP 2/2.1: DLL protocol selection of management objects	44
Table 15 – CP 2/2.1: AL service selection.....	45
Table 16 – CP 2/2.1: AL protocol selection	46
Table 17 – CP 2/2.1: performance indicator overview	47
Table 18 – CP 2/2.1: performance indicator dependency matrix	47
Table 19 – CP 2/2.1: Consistent set of performance indicators for motion control	48
Table 20 – Timeout values for name resolution	50
Table 21 – Reaction time for an IO device	50
Table 22 – Redundancy class applicable in conformance classes	52
Table 23 – Conformance class behaviors.....	52
Table 24 – Conformance class behaviors for network components.....	54
Table 25 – CP 3/4: AL service selection for an IO device	56
Table 26 – CP 3/4: AL protocol selection for an IO device and Network component	59
Table 27 – CP 3/4: AL protocol selection for an IO controller	60
Table 28 – CP 3/4, CP 3/5 and CP 3/6: performance indicator overview	61
Table 29 – CP 3/4, CP 3/5 and CP 3/6: performance indicator dependency matrix	62
Table 30 – Manager parameters	65
Table 31 – Client parameters	66
Table 32 – Client parameters	66
Table 33 – CP 3/4: Consistent set of PI for MinDeviceInterval=128ms	67
Table 34 – CP 3/4: Assumed values for consistent set of PI calculation	68
Table 35 – CP 3/5: AL service selection for an IO device	69
Table 36 – CP 3/5: AL protocol selection for an IO device and Network component	71
Table 37 – CP 3/5: AL protocol selection for an IO controller	72
Table 38 – CP 3/5: Consistent set of PI for MinDeviceInterval=128ms	74
Table 39 – CP 3/5: Assumed values for consistent set of PI calculation	75
Table 40 – CP 3/6: AL service selection for an IO device	76
Table 41 – Buffering capacity.....	77
Table 42 – CP 3/6: AL protocol selection for an IO device and network component.....	78
Table 43 – CP 3/6: AL protocol selection for an IO controller	80
Table 44 – CP 3/6: Consistent set of PI for MinDeviceInterval=1ms	81
Table 45 – CP 3/6: Assumed values for consistent set of PI calculation	82
Table 46 – CP 4/3: DLL service selection.....	84
Table 47 – CP 4/3: DLL protocol selection	84
Table 48 – CP 4/3: AL service selection.....	84
Table 49 – CP 4/3: AL protocol selection	85
Table 50 – CP 4/3: Performance indicator overview	85
Table 51 – CP 4/3: Performance indicator dependency matrix	85
Table 52 – CP 4/3: Consistent set of performance indicators	88
Table 53 – Parameters for Calculation of Consistent set of performance indicators.....	88
Table 54 – CPF 6: device CP identifier assignment.....	90
Table 55 – Linking-device Type 10 network performance indicator overview	92

Table 56 – OSI layers and CPF 10 layers	96
Table 57 – Overview of CPF 10 profile	97
Table 58 – CP 10/1: DLL service selection	98
Table 59 – CP 10/1: DLL protocol selection	98
Table 60 – Transport Layer Parameter selection	99
Table 61 – CP 10/1: AL service selection	100
Table 62 – CP 10/1: AL protocol selection	100
Table 63 – CP 10/1: Performance indicator overview	100
Table 64 – CP 10/1: Performance indicator dependency matrix	101
Table 65 – CP 10/1: Consistent set of performance indicators for the communication between two end-stations belonging to the same domain	104
Table 66 – CP 10/1: Consistent set of performance indicators for the communication between two end-stations belonging to different domains	104
Table 67 – CP 10/1: Consistent set of performance indicators for the communication between two end-stations belonging to the same domain with one lost frame	105
Table 68 – CP 10/1: Consistent set of performance indicators for the communication between two end-stations belonging to different domains with one lost frame	105
Table 69 – CPF 11: Overview of profile sets	106
Table 70 – CP 11/1: DLL service selection	107
Table 71 – CP 11/1: DLL protocol selection	107
Table 72 – CP 11/1: AL service selection	108
Table 73 – CP 11/1: AL protocol selection	108
Table 74 – CP 11/1: Performance indicator overview	108
Table 75 – CP 11/1: Performance indicator dependency matrix	109
Table 76 – CP 11/1: TCC data service selection	110
Table 77 – CP 11/1: Consistent set of PIs preferential for RTE communications	113
Table 78 – CP 11/1: Consistent set of PIs both for RTE and non-RTE communications	113
Table 79 – CP 12/1: PHL selection of preferred physical layer	115
Table 80 – CP 12/1: PHL selection of an optimized physical layer	115
Table 81 – CP 12/1: DLL service selection	116
Table 82 – CP 12/1: DLL protocol selection	117
Table 83 – CP 12/1: DLL service selection	118
Table 84 – CP 12/1: DLL protocol selection	119
Table 85 – CP 12/1: AL service selection	120
Table 86 – CP 12/1: AL protocol selection	120
Table 87 – CP 12/1: AL service selection	121
Table 88 – CP 12/1: AL protocol selection	121
Table 89 – CP 12/1: Performance indicator overview	122
Table 90 – CP 12/1: Performance indicator dependency matrix	122
Table 91 – CP 12/1: Performance indicator ranges	123
Table 92 – CP 12/1: Consistent set of performance indicators for mid size automation systems	124
Table 93 – CP 12/2: DLL service selection	125
Table 94 – CP 12/2: DLL protocol selection	126
Table 95 – CP 12/2: DLL service selection	127

Table 96 – CP 12/2: DLL protocol selection	128
Table 97 – CP 12/2: AL service selection	129
Table 98 – CP 12/2: AL protocol selection	129
Table 99 – CP 12/2: AL service selection	130
Table 100 – CP 12/2: AL protocol selection	130
Table 101 – CP 12/2: Performance indicator overview	131
Table 102 – CP 12/2: Performance indicator dependency matrix	131
Table 103 – CP 12/2: Consistent set of performance indicators	132
Table 104 – CPF 13: Overview of profile sets	133
Table 105 – CP 13/1: DLL service selection	133
Table 106 – CP 13/1: DLL protocol selection	134
Table 107 – CP 13/1: AL service selection	134
Table 108 – CP 13/1: AL protocol selection	134
Table 109 – CP 13/1: Performance indicator overview	135
Table 110 – CP 13/1: Performance indicator dependency matrix	135
Table 111 – CP 13/1: Consistent set of PIs small size automation system	138
Table 112 – CP 13/1: Consistent set of PIs medium size automation system	138
Table 113 – CP 13/1: Consistent set of PIs large size automation system	139
Table 114 – CP 14/1: AL service selection	143
Table 115 – CP 14/1: AL protocol selection	143
Table 116 – CP 14/1: Performance indicator overview	144
Table 117 – CP 14/1: Performance indicator dependency matrix	144
Table 118 – CP 14/1: Consistent set of performance indicators	146
Table 119 – CP 14/2: DLL service selection	147
Table 120 – CP 14/2: DLL protocol selection	147
Table 121 – CP 14/2: AL service selection	148
Table 122 – CP 14/2: AL protocol selection	149
Table 123 – CP 14/2: Performance indicator overview	149
Table 124 – CP 14/2: Performance indicator dependency matrix	150
Table 125 – CP 14/2: Consistent set of performance indicators	152
Table 126 – CP 15/1: AL service selection	153
Table 127 – CP 15/1: AL protocol selection	154
Table 128 – CP 15/1: Performance indicator overview	154
Table 129 – CP 15/1: Performance indicator dependency matrix	155
Table 130 – CP 15/2: AL service selection	159
Table 131 – CP 15/2: AL protocol selection	159
Table 132 – CP 15/2: Performance indicator overview	159
Table 133 – CP 15/2: Performance indicator dependency matrix	160
Table 134 – CP 16/3: DLL service selection	164
Table 135 – CP 16/3: DLL protocol selection	165
Table 136 – CP 16/3: AL service selection	165
Table 137 – CP 16/3: AL protocol selection	165
Table 138 – CP 16/3: Performance indicator overview	166

Table 139 – CP 16/3: Performance indicator dependency matrix.....	166
Table 140 – CP 16/3: scenario with a minimum cycle time of 31,25 μ s.....	170
Table 141 – CP 16/3: scenario with a cycle time of 500 μ s (real-time only)	170
Table 142 – CP 16/3: Scenario with a cycle time of 500 μ s (real-time and non-real-time)....	171
Table 143 – CP 16/3: scenario with non symmetrical data throughput and a cycle time of 500 μ s (real-time and non-real-time)	171

Withdrawn

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – PROFILES –

**Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks
based on ISO/IEC 8802-3**

FOREWORD

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

NOTE Use of some of the associated protocol Types in the IEC 61158 family are restricted by their intellectual-property-right holders. In all cases, the commitment to limited release of intellectual property rights made by the holders of those rights permits a particular data-link layer protocol Type to be used with physical layer and application layer protocols in Type combinations as specified explicitly in the IEC 61784 series. Use of the various protocol Types in other combinations may require permission from their respective intellectual property right holders.

IEC draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this standard may involve the use of patents. IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of these patent rights.

International Standard IEC 61784-2 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This bilingual version (2014-11) corresponds to the English version, published in 2007-12.

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

FDIS	Report on voting
65C/469/FDIS	65C/480/RVD

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

The French version of this standard has not been voted upon.

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

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

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

The list of all the parts of the IEC 61784 series, under the general title *Industrial communication networks – Profiles* –, can be found on the IEC web site.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

This part of IEC 61784 provides additional communication profiles (CP) to the existing Communication Profile Families (CPF) of IEC 61784-1 and additional CPFs with one or more CPs. These profiles meet the industrial automation market objective of identifying Real-Time Ethernet (RTE) communication networks coexisting with ISO/IEC 8802-3 – commonly known as Ethernet. These RTE communication networks use provision from ISO/IEC 8802-3 for the lower communication stack layers and additionally provide more predictable and reliable real-time data transfer and means for support of precise synchronization of automation equipment.

More specifically, these profiles help to correctly state the compliance of RTE communication networks with ISO/IEC 8802-3, and to avoid the spreading of divergent implementations.

Adoption of Ethernet technology for industrial communication between controllers and even for communication with field devices promotes use of Internet technologies in the field area. This availability would be unacceptable if it causes the loss of features required in the field area for industrial communication automation networks, such as:

- real-time,
- synchronized actions between field devices like drives,
- efficient, frequent exchange of very small data records.

These new RTE profiles may take advantage of the improvements of Ethernet networks in terms of transmission bandwidth and network span.

Another implicit but essential requirement is that the typical Ethernet communication capabilities, as used in the office world, are fully retained, so that the software involved remains applicable.

The market is in need of several network solutions, each with different performance characteristics and functional capabilities, matching the diverse application requirements. RTE performance indicators (see Clause 5), which values will be provided with RTE devices based on communication profiles specified in this part of IEC 61784, enable the user to match network devices with application dependant performance requirements of an RTE network.

Subclause 5.1 specifies basic principles of performance indicators required to express RTE performance of a CP. Subclause 5.2 describes the view of application requirements. An application-dependant class could be used to find out a suitable CP. Clause 4 specifies how conformance of a device to the CPF or CP should be stated.

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – PROFILES –

Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3

1 Scope

This part of IEC 61784 specifies

- performance indicators supporting classification schemes for Real-Time Ethernet (RTE) requirements;
- profiles and related network components based on ISO/IEC 8802-3, IEC 61158 series, and IEC 61784-1;
- RTE solutions that are able to run in parallel with ISO/IEC 8802-3-based applications.

These communication profiles are called Real-Time Ethernet communication profiles.

NOTE The RTE communication profiles use ISO/IEC 8802-3 communication networks and its related network components or IEC 61588 and may in some cases amend those standards to obtain RTE features.

2 Normative references

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

IEC 61158 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*

IEC 61588:2004, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems*

NOTE Compliance with future editions of this standard will need checking.

IEC 61784-1, *Industrial communication networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*

IEC 61784-5-2, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-2: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 2*

IEC 61784-5-3, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-3: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 3*

IEC 61784-5-6, *Industrial communication networks – Profiles – Part 5-6: Installation of fieldbuses – Installation profiles for CPF 6*

IEC 61918, *Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises*

ISO/IEC 8802-2, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 2: Logical link control*

ISO/IEC 8802-2/Cor. 1

ISO/IEC 8802-3:2000, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements –*

Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications

ISO/IEC 8802-11, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications*

ISO 15745-3, *Industrial automation systems and integration – Open systems application integration framework – Part 3: Reference description for IEC 61158 based control systems*

ISO 15745-4:2003, *Industrial automation systems and integration – Open systems application integration framework – Part 4: Reference description for Ethernet-based control systems Amendment 1 (2006): PROFINET profiles*

IEEE 802.1AB, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Station and Media Access Control Connectivity Discovery*

IEEE 802.1D, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – IEEE standard for local and metropolitan area networks – Common specifications – Media access control (MAC) Bridges*

IEEE 802.1Q *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – IEEE standard for Local and metropolitan area networks – Virtual bridged local area networks*

IEEE 802.3-2002: *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications*

NOTE 1 Compliance with future editions of this standard will need checking.

NOTE 2 IEEE 802.3-2002 includes extensions to ISO/IEC 8802-3:2000. When a next edition of ISO/IEC 8802-3 is available the references to IEEE 802.3-2002 will be replaced if appropriate.

IEEE Std 802.3ab, *Information technology – telecommunications and information exchange between systems – local and metropolitan area networks – Specific requirements. Supplement to Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications – Physical layer parameters and specifications for 1000 Mb/s operation over 4-pair of category 5 balanced copper cabling, type 1000BASE-T*

IEEE Std 802.11g, *IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange between systems— Local and metropolitan area networks— Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications – Amendment 4: Further higher data rate extension in the 2,4 GHz band*

IEEE Std 802.11h, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications – Amendment 5: Spectrum and transmit power management extensions in the 5 GHz band in Europe*

IEEE Std 802.11e, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications – Amendment 8: Medium Access Control (MAC) quality of service enhancements*

IEEE Std 802.11i, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks— Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications – Amendment 6: Medium Access Control (MAC) security enhancements*

IEEE Std 802.15.1, *IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 15: Wireless medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications for wireless personal area networks (WPANs)*

Internet Engineering Task Force (IETF), Request for Comments (RFC):

RFC 768, *User Datagram Protocol*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0768.txt>>)

RFC 791, *Internet Protocol*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0791.txt>>)

RFC 792, *Internet Control Message Protocol*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0792.txt>>)

RFC 793, *Transmission Control Protocol*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0793.txt>>)

RFC 826, *Ethernet Address Resolution Protocol*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0826.txt>>)

RFC 894, *A standard for the Transmission of IP Datagrams over Ethernet Networks*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0894.txt>>)

RFC 1112, *Host Extensions for IP Multicasting*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1112.txt>>)

RFC 1122, *Requirements for Internet Hosts – Communication Layers*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1122.txt>>)

RFC 1123, *Requirements for Internet Hosts – Application and Support*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1123.txt>>)

RFC 1127, *A Perspective on the Host Requirements RFCs*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1127.txt>>)

RFC 1213, *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1213.txt>>)

RFC 1305, *Network Time Protocol (Version 3)*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1305.txt>>)

RFC 2131, *Dynamic Host Configuration Protocol*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2131.txt>>)

RFC 2236, *Internet Group Management Protocol, Version 2*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2236.txt>>)

RFC 2328, *OSPF Version 2*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2328.txt>>)

RFC 2544, *Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2544.txt>>)

RFC 2988, *Computing TCP's Retransmission Timer*

(available at <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2988.txt>>)

Open Software Foundation (OSF): C706, *CAE Specification DCE1.1: Remote Procedure Call*

(available at <<http://www.opengroup.org/onlinepubs/9629399/toc.htm>>)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	201
INTRODUCTION.....	203
1 Domaine d'application	204
2 Références normatives.....	204
3 Termes, définitions, abréviations, acronymes et conventions.....	207
3.1 Termes et définitions.....	207
3.2 Abréviations et acronymes	210
3.3 Symboles	213
3.3.1 Symboles CPF 2.....	213
3.3.2 Symboles CPF 3.....	214
3.3.3 Symboles CPF 4.....	215
3.3.4 Symboles CPF 6.....	215
3.3.5 Symboles CPF 10.....	216
3.3.6 Symboles CPF 11.....	217
3.3.7 Symboles CPF 12.....	218
3.3.8 Symboles CPF 13.....	218
3.3.9 Symboles CPF 14.....	219
3.3.10 Symboles CPF 15.....	220
3.3.11 Symboles CPF 16.....	220
3.4 Conventions	221
3.4.1 Conventions communes à toutes les couches.....	221
3.4.2 Couche physique.....	222
3.4.3 Couche de liaison de données.....	222
3.4.4 Couche d'application.....	223
4 Conformité aux profils de communication	223
5 Indicateurs de performance RTE	224
5.1 Principes de base des indicateurs de performance	224
5.2 Exigences d'application.....	225
5.3 Indicateurs de performance	226
5.3.1 Temps de remise.....	226
5.3.2 Nombre de stations d'extrémité RTE	226
5.3.3 Topologie de réseau de base.....	226
5.3.4 Nombre de commutateurs entre les stations d'extrémité RTE	226
5.3.5 Débit RTE.....	227
5.3.6 Largeur de bande non-RTE	227
5.3.7 Exactitude de la synchronisation temporelle	227
5.3.8 Exactitude de synchronisation non périodique	227
5.3.9 Temps de reprise de redondance	227
6 Essais de conformité	227
6.1 Concept	227
6.2 Méthodologie.....	228
6.3 Conditions d'essai et cas d'essai.....	229
6.4 Procédure d'essai et mesures	229
6.5 Rapport d'essai	230
7 Famille de profils de communication 2 (CIP™) – Profils de communication RTE.....	230

7.1	Présentation générale	230
7.2	Profil 2/2	231
7.2.1	Couche physique	231
7.2.2	Couche de liaison de données	231
7.2.3	Couche d'application	231
7.2.4	Sélection d'indicateur de performance	231
7.3	Profil 2/2.1	235
7.3.1	Couche physique	235
7.3.2	Couche de liaison de données	235
7.3.3	Couche d'application	236
7.3.4	Sélection d'indicateur de performance	238
8	Famille de profils de communication 3 (PROFIBUS & PROFINET) – Profils de communication RTE	240
8.1	Présentation générale	240
8.1.1	Présentation de CPF 3	240
8.1.2	Classes de nœud	241
8.1.3	Classes d'application	243
8.1.4	Classes de communication	243
8.1.5	Classes de redondance de support	243
8.1.6	Classes de support	244
8.1.7	Comportements de la classe de conformité	244
8.2	Profil 3/4	247
8.2.1	Couche physique	247
8.2.2	Couche de liaison de données	247
8.2.3	Couche d'application	248
8.2.4	Sélection d'indicateur de performance	254
8.3	Profil 3/5	261
8.3.1	Couche physique	261
8.3.2	Couche de liaison de données	261
8.3.3	Couche d'application	261
8.3.4	Sélection d'indicateur de performance	266
8.4	Profil 3/6	268
8.4.1	Couche physique	268
8.4.2	Couche de liaison de données	268
8.4.3	Couche d'application	269
8.4.4	Sélection d'indicateur de performance	273
9	Famille de profils de communication 4 (P-NET) – Profils de communication RTE	275
9.1	Présentation générale	275
9.2	Profil 4/3, P-NET on IP	275
9.2.1	Couche physique	275
9.2.2	Couche de liaison de données	276
9.2.3	Couche d'application	276
9.2.4	Sélection d'indicateur de performance	277
10	Famille de profils de communication 6 (INTERBUS®) – Profils de communication RTE	281
10.1	Présentation générale	281
10.2	Profil 6/4	283
10.2.1	Mapping	283
10.2.2	Sélection du service de Type 10 et du protocole	284

10.2.3	Sélection du service de Type 8 et du protocole.....	285
10.2.4	Sélection d'indicateur de performance	285
10.3	Profil 6/5	287
10.3.1	Mapping	287
10.3.2	Sélection du service de Type 10 et du protocole.....	287
10.3.3	Sélection du service de Type 8 et du protocole.....	287
10.3.4	Sélection d'indicateur de performance	288
10.4	Profil 6/6	288
10.4.1	Mapping	288
10.4.2	Sélection du service de Type 10 et du protocole.....	288
10.4.3	Sélection du service de Type 8 et du protocole.....	288
10.4.4	Sélection d'indicateur de performance	289
11	Famille de profils de communication 10 (Vnet/IP) – Profils de communication RTE.....	289
11.1	Présentation générale	289
11.2	Profil 10/1	290
11.2.1	Couche physique.....	290
11.2.2	Couche de liaison de données.....	290
11.2.3	Couche d'application	293
11.2.4	Sélection d'indicateur de performance.....	293
12	Famille de profils de communication 11 (TCnet) – Profils de communication RTE.....	299
12.1	Présentation générale	299
12.2	Profil 11/1	299
12.2.1	Couche physique.....	299
12.2.2	Couche de liaison de données.....	299
12.2.3	Couche d'application	300
12.2.4	Sélection d'indicateur de performance	301
13	Famille de profils de communication 12 (EtherCAT) – Profils de communication RTE.....	306
13.1	Présentation générale	306
13.2	Profil CP 12/1.....	307
13.2.1	Couche physique.....	307
13.2.2	Couche de liaison de données.....	308
13.2.3	Couche d'application	311
13.2.4	Sélection d'indicateur de performance	313
13.3	Profil CP 12/2.....	316
13.3.1	Couche physique.....	316
13.3.2	Couche de liaison de données.....	316
13.3.3	Couche d'application	319
13.3.4	Sélection d'indicateur de performance	321
14	Famille de profils de communication 13 (Ethernet POWERLINK) – Profils de communication RTE	323
14.1	Présentation générale	323
14.2	Profil 13/1	323
14.2.1	Couche physique.....	323
14.2.2	Couche de liaison de données.....	324
14.2.3	Couche d'application	324
14.2.4	Sélection d'indicateur de performance	324
15	Famille de profils de communication 14 (EPA)- Profils de communication RTE.....	329
15.1	Présentation générale	329

15.2	Concept de communication CPF 14 (EPA).....	330
15.2.1	Généralités.....	330
15.2.2	Topologie de réseau.....	330
15.2.3	Appareils EPA.....	331
15.3	Profil 14/1.....	332
15.3.1	Couche physique.....	332
15.3.2	Couche de liaison de données.....	332
15.3.3	Couche de réseau.....	332
15.3.4	Couche de transport.....	332
15.3.5	Couche d'application.....	333
15.3.6	Sélection d'indicateur de performance.....	334
15.4	Profil 14/2.....	337
15.4.1	Couche physique.....	337
15.4.2	Couche de liaison de données.....	337
15.4.3	Couche de réseau.....	338
15.4.4	Couche de transport.....	338
15.4.5	Couche d'application.....	338
15.4.6	Sélection d'indicateur de performance.....	340
16	Famille de profils de communication 15 (MODBUS-RTS) – Profils de communication RTE.....	343
16.1	Présentation générale.....	343
16.2	Profil 15/1.....	343
16.2.1	Couche physique.....	343
16.2.2	Couche de liaison de données.....	343
16.2.3	Couche d'application.....	344
16.2.4	Sélection d'indicateur de performance.....	344
16.3	Profil 15/2.....	348
16.3.1	Couche physique.....	348
16.3.2	Couche de liaison de données.....	348
16.3.3	Couche d'application.....	348
16.3.4	Sélection d'indicateur de performance.....	349
17	Famille de profils de communication 16 (SERCOS)- Profils de communication RTE.....	353
17.1	Présentation générale.....	353
17.2	Profil 16/3 (SERCOS III).....	354
17.2.1	Couche physique.....	354
17.2.2	Couche de liaison de données.....	354
17.2.3	Couche d'application.....	354
17.2.4	Sélection d'indicateur de performance.....	355
Annexe A	(informative) Calcul de l'indicateur de performance.....	363
A.1	CPF 2 (CIP) – Calcul de l'indicateur de performance.....	363
A.1.1	Profil 2/2 EtherNet/IP.....	363
A.1.2	Profil 2/2.1 EtherNet/IP avec synchronisation temporelle.....	364
A.2	Famille de profils de communication 3 – Calcul de l'indicateur de performance.....	365
A.2.1	Scénario d'application.....	365
A.2.2	Exemples structuraux utilisés pour le calcul.....	365
A.2.3	Principes de calcul.....	372
A.3	CPF 4/3 P-NET on IP – Calcul de l'indicateur de performance.....	376
A.3.1	Scénario d'application.....	376

A.3.2	Calcul du temps de remise	376
A.3.3	Calcul du débit non-RTE.....	377
A.3.4	Exactitude de synchronisation non périodique	379
A.3.5	Calcul du débit RTE.....	380
A.3.6	CPF 4/3, Dérivation de la formule de temps de remise	380
A.3.7	CPF 4/3, Caractéristiques Ethernet	382
Bibliographie.....		383
Figure 1	– Exemple de représentation graphique des indicateurs cohérents	225
Figure 2	– Présentation de l'essai de conformité.....	228
Figure 3	– Exemple de topologie de réseau utilisant les composants CP 3/4, CP 3/5 et CP 3/6	247
Figure 4	– Exemple de topologie de réseau avec segment sans fil.....	250
Figure 5	– Base de calcul du temps de remise et du débit RTE.....	257
Figure 6	– Contexte de réseau RTE des profils de communication d'appareil de liaison.....	282
Figure 7	– Principe de mapping de l'appareil de liaison.....	283
Figure 8	– Mapping des données	284
Figure 9	– CP 11/1: Débit RTE et largeur de bande non-RTE.....	304
Figure 10	– Exemple de topologie de réseau d'un système EPA.....	331
Figure A.1	– CP 3/4: Exemple de structure linéaire	365
Figure A.2	– CP 3/4: Exemple de structure en anneau.....	366
Figure A.3	– CP 3/4: Exemple de segment sans fil.....	367
Figure A.4	– CP 3/4: Exemple de client sans fil intégré.....	368
Figure A.5	– CP 3/5: Exemple de structure linéaire	368
Figure A.6	– CP 3/5: Exemple de structure en anneau	369
Figure A.7	– CP 3/6: Exemple de structure linéaire	370
Figure A.8	– CP 3/6: Exemple de structure en anneau	371
Figure A.9	– CP 3/6: Exemple de structure en arborescence	372
Figure A.10	– Définition du délai de pontage.....	373
Figure A.11	– Exemple de structure de commutation	375
Figure A.12	– Configuration de l'application.....	376
Figure A.13	– Calcul du débit non-RTE	378
Figure A.14	– Exactitude de synchronisation non périodique.....	379
Tableau 1	– Présentation des tableaux de sélection des articles/paragraphes de profil.....	221
Tableau 2	– Contenu des tableaux de sélection des articles/paragraphes	221
Tableau 3	– Présentation des tableaux de sélection de service.....	221
Tableau 4	– Contenu des tableaux de sélection de service	222
Tableau 5	– Présentation des tableaux de sélection de paramètre	222
Tableau 6	– Contenu des tableaux de sélection de paramètre	222
Tableau 7	– Présentation des tableaux de sélection d'attribut de classe	223
Tableau 8	– Contenu des tableaux de sélection d'attribut de classe.....	223
Tableau 9	– Types de topologie de réseau de base	226

Tableau 10 – CP 2/2: Présentation des indicateurs de performance (PI)	231
Tableau 11 – CP 2/2: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance	232
Tableau 12 – CP 2/2: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour l'automatisation des usines	235
Tableau 13 – CP 2/2.1: Sélection de protocole DLL	236
Tableau 14 – CP 2/2.1: Sélection de protocole DLL des objets de gestion	236
Tableau 15 – CP 2/2.1: Sélection de service AL	236
Tableau 16 – CP 2/2.1: Sélection de protocole AL	238
Tableau 17 – CP 2/2.1: Présentation des indicateurs de performance	239
Tableau 18 – CP 2/2.1: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance	239
Tableau 19 – CP 2/2.1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour la commande de mouvement	240
Tableau 20 – Valeurs de temporisation pour la résolution de nom	241
Tableau 21 – Temps de réaction pour un appareil d'entrée-sortie	242
Tableau 22 – Classe de redondance applicable dans les classes de conformité	243
Tableau 23 – Comportements de la classe de conformité	244
Tableau 24 – Comportements de la classe de conformité pour les composants de réseau	245
Tableau 25 – CP 3/4: Sélection de service AL pour un appareil d'entrée-sortie	248
Tableau 26 – CP 3/4: Sélection de protocole AL pour un appareil d'entrée-sortie et un composant de réseau	251
Tableau 27 – CP 3/4: Sélection de protocole AL pour un contrôleur d'entrée-sortie	252
Tableau 28 – CP 3/4, CP 3/5 et CP 3/6: Présentation des indicateurs de performance	254
Tableau 29 – CP 3/4, CP 3/5 et CP 3/6: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance	254
Tableau 30 – Paramètres du gestionnaire	258
Tableau 31 – Paramètres du client	258
Tableau 32 – Paramètres du client	258
Tableau 33 – CP 3/4: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance (PI) pour MinDeviceInterval=128 ms	259
Tableau 34 – CP 3/4: Calcul des valeurs supposées de l'ensemble cohérent d'indicateurs de performance	260
Tableau 35 – CP 3/5: Sélection de service AL pour un appareil d'entrée-sortie	261
Tableau 36 – CP 3/5: Sélection de protocole AL pour un appareil d'entrée-sortie et un composant de réseau	264
Tableau 37 – CP 3/5: Sélection de protocole AL pour un contrôleur d'entrée-sortie	265
Tableau 38 – CP 3/5: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance (PI) pour MinDeviceInterval=128 ms	267
Tableau 39 – CP 3/5: Calcul des valeurs supposées de l'ensemble cohérent d'indicateurs de performance	267
Tableau 40 – CP 3/6: Sélection de service AL pour un appareil d'entrée-sortie	269
Tableau 41 – Capacité de mise en mémoire tampon	270
Tableau 42 – CP 3/6: Sélection de protocole AL pour un appareil d'entrée-sortie et un composant de réseau	271
Tableau 43 – CP 3/6: Sélection de protocole AL pour un contrôleur d'entrée-sortie	272
Tableau 44 – CP 3/6: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance (PI) pour MinDeviceInterval=1 ms	273

Tableau 45 – CP 3/6: Calcul des valeurs supposées de l'ensemble cohérent d'indicateurs de performance	274
Tableau 46 – CP 4/3: Sélection de service DLL	276
Tableau 47 – CP 4/3: Sélection de protocole DLL	276
Tableau 48 – CP 4/3: Sélection de service AL	276
Tableau 49 – CP 4/3: Sélection de protocole AL	277
Tableau 50 – CP 4/3: Présentation des indicateurs de performance	277
Tableau 51 – CP 4/3: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance	278
Tableau 52 – CP 4/3: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance	280
Tableau 53 – Paramètres de calcul de l'ensemble cohérent d'indicateurs de performance	281
Tableau 54 – CPF 6: Attribution d'un identifiant CP à l'appareil	282
Tableau 55 – Présentation des indicateurs de performance de réseau de Type 10 de l'appareil de liaison	286
Tableau 56 – Couches OSI et CPF 10	289
Tableau 57 – Présentation du profil CPF 10	290
Tableau 58 – CP 10/1: Sélection de service DLL	291
Tableau 59 – CP 10/1: Sélection de protocole DLL	292
Tableau 60 – Sélection de paramètre de couche transport	292
Tableau 61 – CP 10/1: Sélection de service AL	293
Tableau 62 – CP 10/1: Sélection de protocole AL	293
Tableau 63 – CP 10/1: Présentation des indicateurs de performance	294
Tableau 64 – CP 10/1: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance	294
Tableau 65 – CP 10/1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour la communication entre deux stations d'extrémité appartenant au même domaine	297
Tableau 66 – CP 10/1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour la communication entre deux stations d'extrémité appartenant à des domaines différents	297
Tableau 67 – CP 10/1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour la communication entre deux stations d'extrémité appartenant au même domaine avec une trame perdue	298
Tableau 68 – CP 10/1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour la communication entre deux stations d'extrémité appartenant à des domaines différents avec une trame perdue	298
Tableau 69 – CPF 11: Présentation d'ensembles de profils	299
Tableau 70 – CP 11/1: Sélection de service DLL	299
Tableau 71 – CP 11/1: Sélection de protocole DLL	300
Tableau 72 – CP 11/1: Sélection de service AL	300
Tableau 73 – CP 11/1: Sélection de protocole AL	300
Tableau 74 – CP 11/1: Présentation des indicateurs de performance	301
Tableau 75 – CP 11/1: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance	302
Tableau 76 – CP 11/1: Sélection de service de données TCC	302
Tableau 77 – CP 11/1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour les communications RTE	306
Tableau 78 – CP 11/1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour les communications RTE et non-RTE	306
Tableau 79 – CP 12/1: Sélection PhL de la couche physique préférentielle	307

Tableau 80 – CP 12/1: Sélection PhL d'une couche physique optimisée	308
Tableau 81 – CP 12/1: Sélection de service DLL	308
Tableau 82 – CP 12/1: Sélection de protocole DLL	309
Tableau 83 – CP 12/1: Sélection de service DLL	310
Tableau 84 – CP 12/1: Sélection de protocole DLL	310
Tableau 85 – CP 12/1: Sélection de service AL.....	311
Tableau 86 – CP 12/1: Sélection de protocole AL	311
Tableau 87 – CP 12/1: Sélection de service AL.....	312
Tableau 88 – CP 12/1: Sélection de protocole AL	312
Tableau 89 – CP 12/1: Présentation des indicateurs de performance.....	313
Tableau 90 – CP 12/1: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance.....	314
Tableau 91 – CP 12/1: Plages d'indicateurs de performance	314
Tableau 92 – CP 12/1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance pour les systèmes d'automatisation de taille moyenne	316
Tableau 93 – CP 12/2: Sélection de service DLL	316
Tableau 94 – CP 12/2: Sélection de protocole DLL	316
Tableau 95 – CP 12/2: Sélection de service DLL	318
Tableau 96 – CP 12/2: Sélection de protocole DLL	318
Tableau 97 – CP 12/2: Sélection de service AL.....	319
Tableau 98 – CP 12/2: Sélection de protocole AL	320
Tableau 99 – CP 12/2: Sélection de service AL.....	320
Tableau 100 – CP 12/2: Sélection de protocole AL	321
Tableau 101 – CP 12/2: Présentation des indicateurs de performance.....	321
Tableau 102 – CP 12/2: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance.....	322
Tableau 103 – CP 12/2: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance	323
Tableau 104 – CPF 13: Présentation des ensembles de profils.....	323
Tableau 105 – CP 13/1: Sélection de service DLL.....	324
Tableau 106 – CP 13/1: Sélection de protocole DLL	324
Tableau 107 – CP 13/1: Sélection de service AL.....	324
Tableau 108 – CP 13/1: Sélection de protocole AL	324
Tableau 109 – CP 13/1: Présentation des indicateurs de performance.....	325
Tableau 110 – CP 13/1: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance.....	325
Tableau 111 – CP 13/1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance d'un système d'automatisation de petite taille.....	328
Tableau 112 – CP 13/1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance d'un système d'automatisation de taille moyenne	329
Tableau 113 – CP 13/1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance d'un système d'automatisation de grande taille.....	329
Tableau 114 – CP 14/1: Sélection de service AL.....	333
Tableau 115 – CP 14/1: Sélection de protocole AL	334
Tableau 116 – CP 14/1: Présentation des indicateurs de performance.....	334
Tableau 117 – CP 14/1: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance.....	335
Tableau 118 – CP 14/1: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance	337
Tableau 119 – CP 14/2: Sélection de service DLL.....	338

Tableau 120 – CP 14/2: Sélection de protocole DLL	338
Tableau 121 – CP 14/2: Sélection de service AL.....	339
Tableau 122 – CP 14/2: Sélection de protocole AL	340
Tableau 123 – CP 14/2: Présentation des indicateurs de performance.....	340
Tableau 124 – CP 14/2: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance	341
Tableau 125 – CP 14/2: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance	343
Tableau 126 – CP 15/1: Sélection de service AL.....	344
Tableau 127 – CP 15/1: Sélection de protocole AL	344
Tableau 128 – CP 15/1: Présentation des indicateurs de performance.....	344
Tableau 129 – CP 15/1: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance.....	345
Tableau 130 – CP 15/2: Sélection de service AL.....	349
Tableau 131 – CP 15/2: Sélection de protocole AL	349
Tableau 132 – CP 15/2: Présentation des indicateurs de performance.....	349
Tableau 133 – CP 15/2: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance.....	350
Tableau 134 – CP 16/3: Sélection de service DLL.....	354
Tableau 135 – CP 16/3: Sélection de protocole DLL	354
Tableau 136 – CP 16/3: Sélection de service AL.....	355
Tableau 137 – CP 16/3: Sélection de protocole AL	355
Tableau 138 – CP 16/3: Présentation des indicateurs de performance.....	355
Tableau 139 – CP 16/3: Matrice de dépendance de l'indicateur de performance	356
Tableau 140 – CP 16/3: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance avec une durée minimale du cycle de 31,25 μ s	360
Tableau 141 – CP 16/3: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance avec une durée de cycle de 500 μ s (temps réel uniquement)	360
Tableau 142 – CP 16/3: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance avec une durée de cycle de 500 μ s (temps réel et non réel).....	361
Tableau 143 – CP 16/3: Ensemble cohérent d'indicateurs de performance avec un débit de données asymétriques et une durée de cycle de 500 μ s (temps réel et non réel).....	362

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS –
PROFILS –****Partie 2: Profils supplémentaires des bus de terrain
pour les réseaux temps réel basés sur l'ISO/CEI 8802-3****AVANT-PROPOS**

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

NOTE L'utilisation de certains des types de protocoles associés dans la CEI 61158 est restreinte par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle correspondants. Quoi qu'il en soit, l'engagement pris par les détenteurs, quant à une diffusion limitée desdits droits de propriété intellectuelle, permet d'utiliser un type particulier de protocole de Couche Liaison de données avec des protocoles de Couche Physique et de Couche Application dans les combinaisons de types explicitement spécifiées dans la série de normes CEI 61784. L'utilisation des divers types de protocoles dans d'autres combinaisons peut nécessiter l'autorisation des détenteurs de droits de propriété intellectuelle respectifs.

La CEI attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions de la présente norme peut impliquer l'utilisation de brevets. La CEI ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

La Norme Internationale CEI 61784-2 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

La présente version bilingue (2014-11) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2007-12.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 65C/469/FDIS et 65C/480/RVD.

Le rapport de vote 65C/480/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

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

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

La liste de toutes les parties de la série CEI 61784, publiées sous le titre général *Réseaux de communication industriels – Profils*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61784 fournit des profils de communication (CP) supplémentaires aux familles de profils de communication (CPF) de la CEI 61784-1 et des CPF supplémentaires à un ou plusieurs profils de communication. Ces profils répondent aux objectifs du marché d'automatisation industrielle visant à identifier les réseaux de communication RTE (Real-Time Ethernet – Ethernet en temps réel) coexistant avec l'ISO/CEI 8802-3 – communément appelé Ethernet. Ces réseaux de communication RTE s'appuient sur les dispositions de l'ISO/CEI 8802-3 relatives aux couches inférieures de pile de communication et, de plus, assurent un transfert de données en temps réel plus prévisible et fiable, et une prise en charge d'une synchronisation précise de l'équipement d'automatisation.

De manière plus spécifique, ces profils permettent d'assurer la conformité des réseaux de communication RTE à l'ISO/CEI 8802-3 et d'éviter la propagation de mises en œuvre divergentes.

L'adoption de la technologie Ethernet pour la communication industrielle entre les contrôleurs, et même pour la communication avec les appareils de terrain, favorise l'utilisation des technologies Internet dans la zone de terrain. Cette disponibilité pourrait s'avérer inacceptable si elle était à l'origine de la perte de certaines fonctions requises dans la zone de terrain des réseaux d'automatisation des communications industrielles, comme par exemple:

- le temps réel,
- les actions synchronisées entre les appareils de terrain (les unités, par exemple),
- l'échange efficace et fréquent d'enregistrements de données peu volumineuses.

Ces nouveaux profils RTE peuvent présenter l'avantage d'améliorer les réseaux Ethernet en termes de largeur de bande de transmission et de portée de réseau.

Une autre exigence implicite, mais néanmoins essentielle, porte sur le fait que la totalité des fonctions de communication Ethernet classiques (telles qu'elles sont utilisées dans le monde professionnel) est conservée, ce qui permet de continuer à utiliser le logiciel concerné.

Le marché a besoin de plusieurs solutions réseau, présentant chacune des caractéristiques de performance et des capacités fonctionnelles différentes correspondant aux diverses exigences d'application. Les indicateurs de performance RTE (voir l'Article 5), dont les valeurs sont fournies avec les appareils RTE en fonction des profils de communication spécifiés dans la présente partie de la CEI 61784, permettent à l'utilisateur de mettre en correspondance les éléments du réseau avec les exigences de performance d'application d'un réseau RTE.

Le paragraphe 5.1 précise les principes de base des indicateurs de performance requis pour exprimer les performances RTE d'un profil de communication. Le paragraphe 5.2 présente les exigences d'application. Une classe dépendante de l'application peut être utilisée pour rechercher un profil de communication adapté. L'Article 4 précise comment il convient d'établir la conformité d'un appareil à la famille de profils de communication ou au profil de communication.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – PROFILS –

Partie 2: Profils supplémentaires des bus de terrain pour les réseaux temps réel basés sur l'ISO/CEI 8802-3

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61784 spécifie:

- les indicateurs de performance prenant en charge les schémas de classement pour les exigences RTE (Real-Time Ethernet);
- les profils et les composants de réseau connexes reposant sur l'ISO/CEI 8802-3, la série CEI 61158 et la CEI 61784-1;
- les solutions RTE capables de fonctionner en parallèle avec les applications ISO/CEI 8802-3.

Ces profils de communication sont appelés Ethernet en temps réel (RTE).

NOTE Les profils de communication RTE utilisent les réseaux de communication ISO/CEI 8802-3 et ses composants de réseau connexes ou la CEI 61588 et peuvent, dans certains cas, amender ces normes pour obtenir les fonctions RTE.

2 Références normatives

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

CEI 61158 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain*

IEC 61588:2004, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems* (disponible en anglais seulement)

NOTE La conformité aux futures éditions de la présente norme devra être vérifiée.

CEI 61784-1, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 1 : Profils de bus de terrain*

CEI 61784-5-2, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 5-2: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 2*

CEI 61784-5-3, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 5-3: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 3*

CEI 61784-5-6, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 5-6: Installation des bus de terrain – Profils d'installation pour CPF 6*

IEC 61918, *Industrial communication networks – Installation of communication networks in industrial premises* (disponible en anglais seulement)

ISO/CEI 8802-2, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 2: Logical link control* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 8802-2/Cor. 1

ISO/IEC 8802-3:2000, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 8802-11, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Sans fil LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications* (disponible en anglais seulement)

ISO 15745-3, *Industrial automation systems and integration – Open systems application integration framework – Part 3: Reference description for IEC 61158-based control systems* (disponible en anglais seulement)

ISO 15745-4:2003, *Industrial automation systems and integration – Open systems application integration framework – Part 4: Reference description for Ethernet-based control systems* (disponible en anglais seulement)

Amendement 1:2006, profils PROFINET

IEEE 802.1AB, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Station and Media Access Control Connectivity Discovery*

IEEE 802.1D, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – IEEE standard for local and metropolitan area networks – Common specifications – Media access control (MAC) Bridges*

IEEE 802.1Q *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – IEEE standard for Local and metropolitan area networks – Virtual bridged local area networks*

IEEE 802.3-2002: *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications*

NOTE 1 La conformité aux futures éditions de la présente norme devra être vérifiée.

NOTE 2 L'IEEE 802.3-2002 comprend des extensions vers l'ISO/CEI 8802-3:2000. Lorsque l'édition suivante de l'ISO/CEI 8802-3 sera disponible, les références à l'IEEE 802.3-2002 seront remplacées, le cas échéant.

IEEE Std 802.3ab, *Information technology – telecommunications and information exchange between systems – local and metropolitan area networks – Specific requirements. Supplement to Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications – Physical layer parameters and specifications for 1000 Mb/s operation over 4-pair of category 5 balanced copper cabling, type 1000BASE-T*

IEEE Std 802.11g, *IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange between systems— Local and metropolitan area networks— Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications – Amendment 4: Further higher data rate extension in the 2,4 GHz band*

IEEE Std 802.11h, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications – Amendment 5: Spectrum and transmit power management extensions in the 5 GHz band in Europe*

IEEE Std 802.11e, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications – Amendment 8: Medium Access Control (MAC) quality of service enhancements*

IEEE Std 802.11i, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications – Amendment 6: Medium Access Control (MAC) security enhancements*

IEEE Std 802.15.1, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 15: Sans fil medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications for wireless personal area networks (WPANs)*

Internet Engineering Task Force (IETF), Request for Comments (RFC):

RFC 768, *Protocole de datagramme d'utilisateur*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0768.txt>>)

RFC 791, *Protocole Internet*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0791.txt>>)

RFC 792, *Internet Control Message Protocol*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0792.txt>>)

RFC 793, *Transmission Control Protocol*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0793.txt>>)

RFC 826, *Ethernet Address Resolution Protocol*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0826.txt>>)

RFC 894, *A standard for the Transmission of IP Datagrams over Ethernet Networks*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc0894.txt>>)

RFC 1112, *Host Extensions for IP Multicasting*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1112.txt>>)

RFC 1122, *Requirements for Internet Hosts – Communication Layers*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1122.txt>>)

RFC 1123, *Requirements for Internet Hosts – Application and Support*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1123.txt>>)

RFC 1127, *A Perspective on the Host Requirements RFCs*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1127.txt>>)

RFC 1213, *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1213.txt>>)

RFC 1305, *Network Time Protocol (Version 3)*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1305.txt>>)

RFC 2131, *Dynamic Host Configuration Protocol*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2131.txt>>)

RFC 2236, *Internet Group Management Protocol, Version 2*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2236.txt>>)

RFC 2328, *OSPF Version 2*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2328.txt>>)

RFC 2544, *Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2544.txt>>)

RFC 2988, *Computing TCP's Retransmission Timer*
(disponible à l'adresse <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2988.txt>>)

Open Software Foundation (OSF): C706, *CAE Specification DCE1.1: Remote Procedure Call*,
(disponible à l'adresse <http://www.opengroup.org/onlinepubs/9629399/toc.htm>>)

Withdrawn