IEC 61158-6-4

Edition 2.0 2014-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-4: Application layer protocol specification – Type 4 elements

Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-4: Spécification du protocole de la couche application – Eléments de type 4

IEC 61158-6-4:2014-08(en-fr)

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC
The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications
The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue
The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub
The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org
The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary
More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc
If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC
La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC
Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue
Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub
La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org
Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary
Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

IEC 61158-6-4

Edition 2.0 2014-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-4: Application layer protocol specification – Type 4 elements

Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6-4: Spécification du protocole de la couche application – Eléments de type 4

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 25.040.40; 35.100.70; 35.110

ISBN 978-2-8322-1758-0

CONTENTS

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 6-4: Application layer protocol specification – Type 4 elements

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
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.

Attention is drawn to the fact that the use of the associated protocol type is restricted by its 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 layer protocol type to be used with other layer protocols of the same type, or in other type combinations explicitly authorized by its intellectual-property-right holders.

NOTE Combinations of protocol types are specified in IEC 61784-1 and IEC 61784-2.

International Standard IEC 61158-6-4 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2007. This edition constitutes an technical revision.

This edition includes the following significant changes with respect to the previous edition:

a) editorial improvements;

b) editorial corrections.

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

FDIS	Report on voting
65C/764/FDIS	65C/774/RVD

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

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

A list of all the parts of the IEC 61158 series, under the general title *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*, can be found on the IEC web site.

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

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

INTRODUCTION

This part of IEC 61158 is one of a series produced to facilitate the interconnection of automation system components. It is related to other standards in the set as defined by the “three-layer” fieldbus reference model described in IEC 61158-1.

The application protocol provides the application service by making use of the services available from the data-link or other immediately lower layer. The primary aim of this standard is to provide a set of rules for communication expressed in terms of the procedures to be carried out by peer application entities (AEs) at the time of communication. These rules for communication are intended to provide a sound basis for development in order to serve a variety of purposes:

- as a guide for implementors and designers;
- for use in the testing and procurement of equipment;
- as part of an agreement for the admittance of systems into the open systems environment;
- as a refinement to the understanding of time-critical communications within OSI.

This standard is concerned, in particular, with the communication and interworking of sensors, effectors and other automation devices. By using this standard together with other standards positioned within the OSI or fieldbus reference models, otherwise incompatible systems may work together in any combination.

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 6-4: Application layer protocol specification – Type 4 elements

1 Scope

1.1 General

The fieldbus application layer (FAL) provides user programs with a means to access the fieldbus communication environment. In this respect, the FAL can be viewed as a “window between corresponding application programs.”

This standard provides common elements for basic time-critical and non-time-critical messaging communications between application programs in an automation environment and material specific to Type 4 fieldbus. The term “time-critical” is used to represent the presence of a time-window, within which one or more specified actions are required to be completed with some defined level of certainty. Failure to complete specified actions within the time window risks failure of the applications requesting the actions, with attendant risk to equipment, plant and possibly human life.

This standard specifies interactions between remote applications and defines the externally visible behavior provided by the Type 4 fieldbus application layer in terms of

a) the formal abstract syntax defining the application layer protocol data units conveyed between communicating application entities;
b) the transfer syntax defining encoding rules that are applied to the application layer protocol data units;
c) the application context state machine defining the application service behavior visible between communicating application entities;
d) the application relationship state machines defining the communication behavior visible between communicating application entities.

The purpose of this standard is to define the protocol provided to

1) define the wire-representation of the service primitives defined in IEC 61158-5-4, and
2) define the externally visible behavior associated with their transfer.

This standard specifies the protocol of the Type 4 fieldbus application layer, in conformance with the OSI Basic Reference Model (ISO/IEC 7498-1) and the OSI application layer structure (ISO/IEC 9545).

1.2 Specifications

The principal objective of this standard is to specify the syntax and behavior of the application layer protocol that conveys the application layer services defined in IEC 61158-5-4.

A secondary objective is to provide migration paths from previously-existing industrial communications protocols. It is this latter objective which gives rise to the diversity of protocols standardized in IEC 61158-6 series.

1.3 Conformance

This standard do not specify individual implementations or products, nor do they constrain the implementations of application layer entities within industrial automation systems. Conformance is achieved through implementation of this application layer protocol specification.

2 Normative references

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

NOTE All parts of the IEC 61158 series, as well as IEC 61784-1 and IEC 61784-2 are maintained simultaneously. Cross-references to these documents within the text therefore refer to the editions as dated in this list of normative references.

IEC 61158-3-4, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-4: Data-link layer service definition – Type 4 elements*

IEC 61158-5-4, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-4: Application layer service definition – Type 4 elements*

IEC 61158-6:2003, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 6: Application layer protocol specification* [1]

IEC 61158-6 (all subparts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6: Application layer protocol specification*

ISO/IEC 7498-1, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part1: The Basic Model*

ISO/IEC 8822, *Information technology – Open Systems Interconnection – Presentation service definition*

ISO/IEC 8824-1, *Information technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1): Specification of basic notation*

ISO/IEC 9545, *Information technology – Open Systems Interconnection – Application Layer structure*

ISO/IEC 10731, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Conventions for the definition of OSI services*

3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions

For the purposes of this document, the following terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions apply.

3.1 Referenced terms and definitions

3.1.1 ISO/IEC 7498-1 terms

For the purposes of this document, the following terms as defined in ISO/IEC 7498-1 apply:

[1] This standard has been superseded by the IEC 61158-6 series

a) application entity
b) application process
c) application protocol data unit
d) application service element
e) application entity invocation
f) application process invocation
g) application transaction
h) real open system
i) transfer syntax

3.1.2 ISO/IEC 8822 terms

For the purposes of this document, the following terms as defined in ISO/IEC 8822 apply:

a) abstract syntax
b) presentation context

3.1.3 ISO/IEC 9545 terms

For the purposes of this document, the following terms as defined in ISO/IEC 9545 apply:

a) application-association
b) application-context
c) application context name
d) application-entity-invocation
e) application-entity-type
f) application-process-invocation
g) application-process-type
h) application-service-element
i) application control service element

3.1.4 ISO/IEC 8824-1 terms

For the purposes of this document, the following terms as defined in ISO/IEC 8824-1 apply:

a) object identifier
b) type

3.1.5 Fieldbus data-link layer terms

For the purposes of this document, the following terms as defined in IEC 61158-3-4 and IEC 61158-4-4 apply.

a) DL-Time
b) DL-Scheduling-policy
c) DLCEP
d) DLC
e) DL-connection-oriented mode
f) DLPDU
g) DLSDU
h) DLSAP
i) network address

j) node address

k) node

3.2 Abbreviations and symbols

AE	Application Entity
AL	Application Layer
ALE	Application Layer Entity
APDU	Application Protocol Data Unit
AR	Application Relationship
AREP	Application Relationship End Point
ASE	Application Service Element
Cnf	Confirmation
DL-	(as a prefix) Data-link-
DLCEP	Data-link Connection End Point
DLL	Data-link Layer
DLE	Data-link Entity
DLM	Data-link-management
DLS	Data-link Service
DLSAP	Data-link Service Access Point
DLSDU	DL-service-data-unit
FME	FAL Management Entity
Ind	Indication
IP	Internet Protocol
PDU	Protocol Data Unit
Req	Request
Rsp	Response
SME	System Management Entity
.cnf	Confirm Primitive
.ind	Indication Primitive
.req	Request Primitive
.rsp	Response Primitive

3.3 Conventions

3.3.1 General concept

The FAL is defined as a set of object-oriented ASEs. Each ASE is specified in a separate subclause. Each ASE specification is composed of three parts: its class definitions, its services, and its protocol specification. The first two are contained in IEC 61158-5-4. The protocol specification for each of the ASEs is defined in this standard.

The class definitions define the attributes of the classes supported by each ASE. The attributes are accessible from instances of the class using the Management ASE services specified in IEC 61158-5-4 standard. The service specification defines the services that are provided by the ASE.

This standard uses the descriptive conventions given in ISO/IEC 10731.

3.3.2 Conventions for state machines for Type 4

A state machine describes the state sequence of an entity and can be represented by a state transition diagram and/or a state table.

In a state transition diagram (Figure 1), the transition between two states represented by circles is illustrated by an arrow beside which the transition events or conditions are presented.

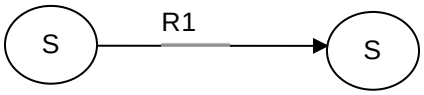


Figure 1 – State transition diagram

Table 1 – State machine description elements

#	**Current state**	**Events or conditions that trigger this state transaction => action**	**Next state**
Name of this transition	The current state to which this state transition applies	Events or conditions that trigger this state transaction. => The actions that are taken when the above events or conditions are met. The actions are always indented below events or conditions	The next state after the actions in this transition is taken

The conventions used in the state transition table (Table 1) are as follows.

:= Value of an item on the left is replaced by value of an item on the right. If an item on the right is a parameter, it comes from the primitive shown as an input event.

xxx A parameter name.

Example:

Identifier := reason
means value of a 'reason' parameter is assigned to a parameter called 'Identifier.'
"xxx" Indicates fixed value.

Example:

Identifier := "abc"
means value "abc" is assigned to a parameter named 'Identifier.'

= A logical condition to indicate an item on the left is equal to an item on the right.
< A logical condition to indicate an item on the left is less than the item on the right.
> A logical condition to indicate an item on the left is greater than the item on the right.
<> A logical condition to indicate an item on the left is not equal to an item on the right.
&& Logical "AND"
|| Logical "OR"

Service.req represents a Request Primitive; Service.req{} indicates that a request primitive is sent;

Service.ind represents an Indication Primitive; Service.ind{} indicates that an Indication Primitive is received;

Service.rsp represents a Response Primitive; Service.rsp{} indicates that a Response Primitive is sent;

Service.cnf represents a Confirm Primitive; Service.cnf{} indicates that a Confirm Primitive is received.

4 FAL syntax description

4.1 FAL-AR PDU abstract syntax

4.1.1 General

The information stored in an APDU depends on whether the APDU holds a request or a response. The role of the state machine that encodes the APDU (the FSPM) determines how the APDU is encoded.

APDUs always consist of an APDU header and an APDU body. In response APDUs the APDU body may be empty.

4.1.2 Abstract syntax of APDU header

Table 2 defines the contents of the APDU header.

Table 2 – APDU header

Field name	Subfield name	Possible values	Constraint (present if)	Comment
ControlStatus	Instruction	Errorcode Write Read And Or Test-And-Set Segmented Read Segmented Write		
ControlStatus	Errorcode	Described in Figure 3 to Figure 5	ControlStatus.Instruction = Errorcode	
ControlStatus	Addressing method	Variable Object Flat	ControlStatus.Instruction <> Errorcode	
ControlStatus	ActualDataError	NoActualError ActualError	ControlStatus.Instruction <> Errorcode	Used by the responding user application to indicate, that an actual error may affect the accessed Variable Object
ControlStatus	HistoricalDataError	NoHistoricalError HistoricalError	ControlStatus.Instruction <> Errorcode	Used by the responding user application to indicate, that an error may have affected the accessed Variable Object
DataFieldFormat	Offset/Attribute	No Offset/Attribute Offset/Attribute		Indicates, whether the APDU Body holds an Offset/Attribute field
DataFieldFormat	Variable Identifier Format	Simple Complex	APDU is a request APDU	Indicates the format of the Variable Identifier in a request APDU

Field name	Subfield name	Possible values	Constraint (present if)	Comment
DataFieldFormat	Offset/Attribute size	Integer16 Integer32	APDU is a response APDU AND DataFieldFormat.Offset/Attribute = Offset/Attribute	Indicates the size of the Offset/Attribute field of the APDU Body
DataLength		min. 2		Indicates the total length of the APDU Body. MaxDataSize indicates the max length of the data part of the APDU Body.

4.1.3 Abstract syntax of APDU body

The APDU header indicates the interpretation of the contents of the APDU body.

Table 3 defines the contents of the APDU body.

Table 3 – APDU body

Field name	Subfield name	Possible values	Constraint (present if)	Comment
VariableIdentifier	Code.Bitaddressing	No BitAddressing BitAddressing	APDU is a request APDU AND APDU Header indicates Complex VariableIdentifier	If this field indicates BitAddressing, the VariableIdentifier also holds a Bit-no
VariableIdentifier	Code.Bit-no	0 to 7	APDU is a request APDU AND APDU Header indicates Complex VariableIdentifier AND VariableIdentifier indicates BitAddressing	Bit-no selects a bit within one octet. Bit-no = 0 selects bit 1 etc. The octet is selected by Offset/Attribute.
VariableIdentifier	Code.Offset/Attribute size	Integer16 Integer32	APDU is a request APDU AND DataFieldFormat.Variable Identifier Format = Complex AND DataFieldFormat.Offset/Attribute = Offset/Attribute	
VariableIdentifier	ID	-32 768 to +32 767	APDU is a request APDU AND DataFieldFormat.Variable Identifier Format = Simple	
VariableIdentifier	ID	-8 388 608 to +8 388 607	APDU is a request APDU AND DataFieldFormat.Variable Identifier Format = Complex	
Offset/Attribute		-32 768 +32 767	APDU is a request APDU AND DataFieldFormat.Offset/Attribute = Offset/Attribute AND VariableIdentifier.Code.Offset/Attribute size = Integer16	Negative values select attribute, positive values select part of constructed variable

Field name	Subfield name	Possible values	Constraint (present if)	Comment
Offset/Attribute		-2 147 483 648 to +2 147 483 647	APDU is a request APDU AND DataFieldFormat.Offset/ Attribute = Offset/Attribute AND VariableIdentifier.Code. Offset/Attribute size = Integer32	Negative values select attribute, positive values select part of constructed variable
Offset/Attribute		-32 768 to +32 767	APDU is a response APDU AND DataFieldFormat.Offset/ Attribute = Offset/Attribute AND DataFieldFormat.Offset/ Attribute size= Integer16	Negative values select attribute, positive values select part of constructed variable
Offset/Attribute		-2 147 483 648 to +2 147 483 647	APDU is a response APDU AND DataFieldFormat.Offset/ Attribute = Offset/Attribute AND DataFieldFormat.Offset/ Attribute size= Integer32	Negative values select attribute, positive values select part of constructed variable
Data		Any		
RequestedLength		0 to 65 535	APDU is a request APDU AND ControlStatus.Instruction indicates Read OR Segmented Read	Indicates the length of data to Read, as the number of octets
Sequence		0 to 2	APDU is a request APDU AND ControlStatus.Instruction indicates Segmented Read OR Segmented Write	Indicates whether this request is the first, one in the middle, or the last of a segmented transfer.

4.2 Data types

The notation for data types is the same as IEC 61158-6:2003, Type 1, for the following types:

- Integer, Integer8, Integer16, Integer32
- Unsigned, Unsigned8, Unsigned16
- Floating32, Floating64

5 Transfer syntaxes

5.1 APDU encoding

5.1.1 APDU Header encoding

5.1.1.1 APDU header structure

The abstract syntax of the APDU header is defined in 4.1.2. Subclause 5.1 describes the encoding of the header. The APDU header consists of three fields, as shown in Figure 2.

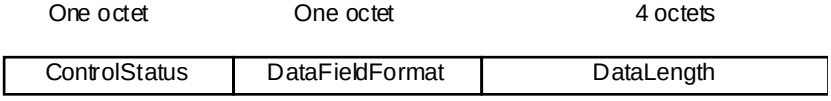


Figure 2 – APDU header structure

5.1.1.2 ControlStatus

ControlStatus is coded into one octet. The interpretation of this octet depends on the instruction subfield. The coding of the instruction subfield is shown in Figure 3.

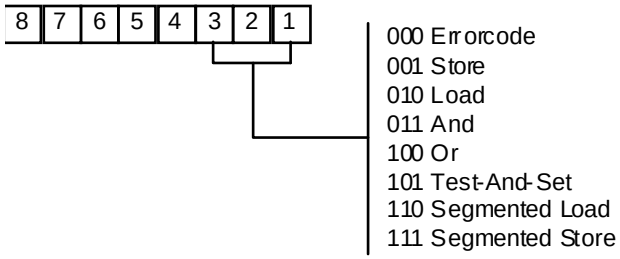


Figure 3 – Instruction subfield of ControlStatus

If the instruction is = 000 (= Errorcode), the remaining five bits of ControlStatus holds the error code. The possible values are shown in Figure 4.

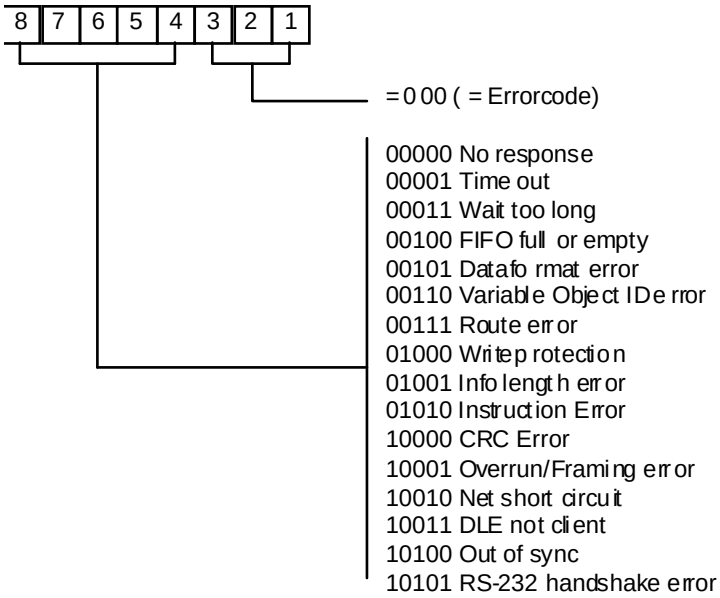


Figure 4 – Errorcode subfield of ControlStatus

If the instruction is <> 000 (<> Errorcode), the remaining five bits of ControlStatus holds the subfields addressing method, ActualDataError and HistoricalDataError. The coding of these fields is shown in Figure 5.

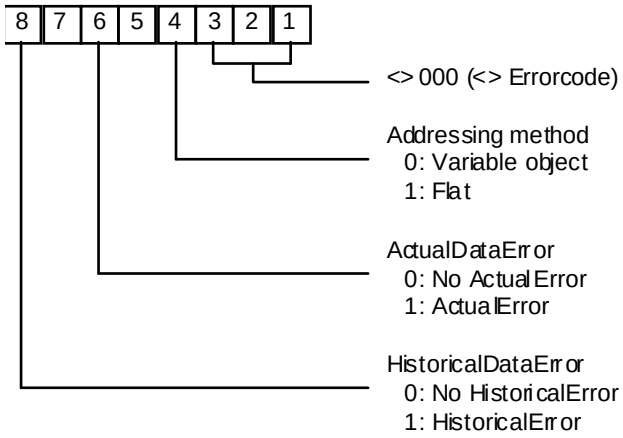


Figure 5 – Remaining subfields of ControlStatus

5.1.1.3 DataFieldFormat

DataFieldFormat is coded into one octet. The coding of this octet is shown in Figure 6.

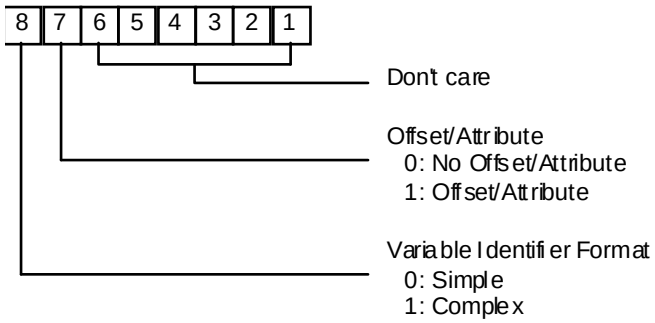


Figure 6 – DataFieldFormat encoding

5.1.1.4 DataLength

DataLength is an Integer32, indicating the total length of the APDU body.

5.1.2 APDU body encoding

5.1.2.1 APDU body structure

The abstract syntax for the APDU Body is described in 4.1.3. Subclause 5.1.2 describes the encoding. The interpretation of the APDU Body is indicated by the APDU header.

A request APDU body may consist of up to four of five possible fields, as shown in Figure 7.

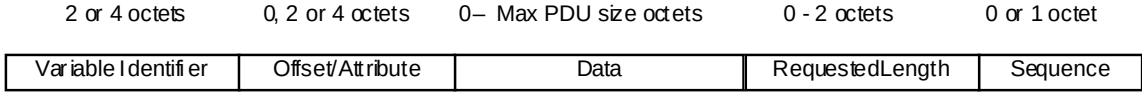


Figure 7 – Structure of request APDU body

A response APDU body may consist of up to two fields, as shown in Figure 8.

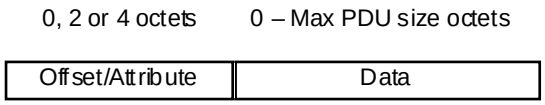


Figure 8 – Structure of response APDU body

5.1.2.2 Variable identifier

The Variable Identifier can be either simple or complex. If it is simple, it consists of only one subfield, ID, which is of type Integer16. If it is complex, it consists of two subfields, code (1 octet) and ID (3 octets) as shown in Figure 9.

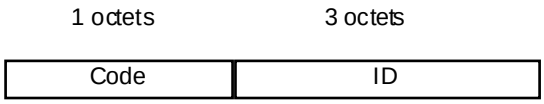


Figure 9 – Variable identifier

The coding of the Code subfield of the variable identifier is shown in Figure 10.

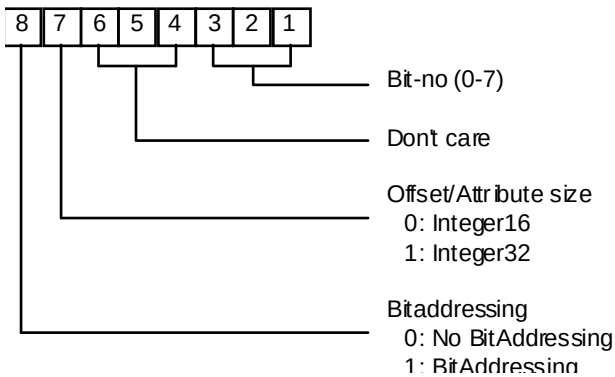


Figure 10 – Code subfield of variable identifier

5.1.2.3 Offset/attribute

The Offset/Attribute subfield of the APDU body may or may not be present. If present, Offset/Attribute is an Integer16 or an Integer32. A negative value selects an attribute of the Variable object. A positive value selects a part of the data value of the Variable object, by indicating the offset in octets to the starting octet of the data block to be transferred, relative to the first octet of the variable.

5.1.2.4 RequestedLength

The RequestedLength subfield may or may not be present.

If the APDU is a request APDU, and the ControlStatus.Instruction subfield of the APDU Header indicates Read or Segmented Read, the RequestedLength subfield is present. It indicates the octet length of the requested data or attribute.

The RequestedLength subfield is an Unsigned8 or an Unsigned16. As there is no Data subfield in the APDU if there is a RequestedLength subfield, the size of RequestedLength is implicitly given by the DataLength parameter. If the value of RequestedLength is less than 256, RequestedLength shall be of type Unsigned8.

5.1.2.5 Data

The Data subfield of the APDU body holds either:

a) Data, coded and packed as described in 5.2, or

b) an attribute of a variable object, coded and packed as described in 5.2.

As there is no RequestedLength subfield in the APDU if there is a Data subfield, the size of the data subfield is implicitly given by the DataLength parameter.

5.1.2.6 Sequence

The Sequence subfield is one octet, with the following legal values.

0: Indicating, that this is the first request of a segmented Read or Write.

1: Indicating, that this is one of the following requests of a segmented Read or Write.

2: Indicating, that this is the last request of a segmented Read or Write.

5.2 Variable object encoding and packing

5.2.1 Encoding of simple variables

5.2.1.1 Encoding of a Boolean value

a) The encoding of a boolean value shall be primitive. The ContentsOctets shall consist of a single octet.

b) If the boolean value is FALSE, bit 1 of the ContentsOctets shall be 0 (zero). If the boolean value is TRUE, bit 1 of the ContentsOctets shall be 1 (one).

5.2.1.2 Encoding of an Integer value

As defined in IEC 61158-6:2003, Type 1, Transfer syntax 1, Encoding of an Integer Value.

5.2.1.3 Encoding of an Unsigned value

As defined in IEC 61158-6:2003, Type 1, Transfer syntax 1, Encoding of an Unsigned Value, types Unsigned8 and Unsigned16.

5.2.1.4 Encoding of a Floating Point value

As defined in IEC 61158-6:2003, Type 1, Transfer syntax 1, Encoding of a Floating-Point Value.

5.2.2 Encoding of constructed variables

5.2.2.1 Encoding of a String value

a) The encoding of a variable length String value shall be primitive.

b) The Length field shall indicate as a binary number the number of elements in the String value.

c) The Length field shall be in the first octet.

5.2.2.2 Encoding of a BitString value

a) The encoding of a BitString value shall be primitive.

b) There is no Length field in the BitString.

c) The value of the BitString, commencing with the first bit and proceeding to the trailing bit, shall be placed in bits 1 to 8 of the first octet, followed by bits 1 to 8 of the second octet, followed by bits 1 to 8 of each octet up to and including the last octet of the ContentsOctets.

d) Unused bits, if any, shall be placed in bits 2-8 of the last octet.

5.2.3 Alignment

5.2.3.1 General

Subclause 5.2.3 describes how fields and elements of constructed variables are aligned and transferred.

The general alignment is two.

- Fields and elements of basic type, and with a size of 1 octet, shall be transferred immediately after the previous field or element.
- Fields and elements with a size of more that 1 octet, shall be transferred with an even offset relative to the first octet of the constructed variable.
- Fields and elements of constructed type shall be transferred with an even offset relative to the first octet of the constructed variable.

5.2.3.2 Array elements transfer syntax

Table 4 shows an example of transfer syntax for a variable "ArrayVar" of type

ARRAY[1..2] of ARRAY[1..3] of Integer8.

Table 4 – Transfer syntax for Array

1. octet	ArrayVar[1,1]
2. octet	ArrayVar[1,2]
3. octet	ArrayVar[1,3]
4. octet	ArrayVar[2,1]
5. octet	ArrayVar[2,2]
6. octet	ArrayVar[2,3]

5.2.3.3 Structure fields transfer syntax

Table 5 shows an example of transfer syntax for a variable "StructVar" of type

```
STRUCTURE
      Field1: Integer8;
      Field2: STRUCTURE
                Sub1: Integer16;
                Sub2: BitString[8];
        END;
      Field3: Integer8;
      Field4: BitString[8];
      Field5: Integer8;
 END;
```

Table 5 – Transfer syntax for Structure

1. octet	StructVar.Field1
2. octet	Dummy
3. octet	StructVar.Field2.Sub1, Most significant octet
4. octet	StructVar. Field2.Sub1, Least significant octet
5. octet	StructVar.Field2.Sub2
6. octet	StructVar.Field3
7. octet	StructVar.Field4
8. octet	StructVar.Field5

5.2.4 Variable object attributes

All variable objects may have the optional attributes defined in Table 6.

Table 6 – Common variable object attributes

Attribute name	Index	Format
Variable Type Identifier	-20	Unsigned8
Octet Length	-24	Integer32
Read enable	-28	Boolean
Write enable	-29	Boolean
Write protected	-30	Boolean

The key attribute, variable identifier, is used to identify the variable object, and is not an accessible attribute.

The attributes of a variable object may be accessed from the network. If a variable object does not support access of an attribute, it shall respond to an access attempt with the errorcode "Variable Object ID error". Only one attribute can be accessed as a result of one service invocation.

There is one set of attributes for each variable object. This means, the subfields or elements of constructed variables do not have their own attributes.

Table 7 shows the variable identifier values for the variable types.

Table 7 – Variable type identifiers

Variable type	Identifier
Boolean	43
Integer8	49
Integer16	34
Integer32	35
Unsigned8	48
Unsigned16	50
Float32	36
Float64	37
UNICODE Char	51
Complex	61
String	40
BitString	62
FIFO	63

Variable objects of type FIFO shall have the mandatory additional attributes defined in Table 8.

Table 8 – FIFO variable object attributes

Attribute name	Index	Format
Next Element In	-2	Integer16
Next Element Out	-4	Integer16
Free elements	-6	Integer16
Used elements	-8	Integer16
Reread	-9	Boolean
Rewrite	-10	Boolean

5.3 Error codes

Subclause 5.3 specifies the hexadecimal values for error codes in the error status parameter of the Variable ASE service RESPONSE. The possible values are shown in Table 9.

Table 9 – Error codes

Error description	Error code (binary)
Instruction Error	01010000
Info length error	01001000
FIFO full or empty	00100000
Write protection	01000000
Data format error	00101000
Variable Object ID error	00110000
Time Out	00001000
Actual data error	x010xaaa
Historical data error	1xxxxaaa
Route error	00111000
No response	00000000
Wait too long	00011000
Out of sync	10100000
CRC error	10000000
DLE not Client	10011000
Net shortcircuit	10010000
Overrun/Framing error	10001000
RS-232 handshake error	10101000
"x" means the bit is don't care. "aaa" means at least one of the three bits is true (1).	

6 FAL protocol state machines

Interface to FAL services and protocol machines are specified in the following paragraphs.

The behaviour of the FAL is described by three integrated protocol machines. The three protocol machines are: the FAL Service Protocol Machine (FSPM), the Application Relationship Protocol Machine (ARPM), and the Data-link Layer Mapping Protocol Machine (DMPM). The relationship among these protocol machines as well as primitives exchanged among them are depicted in Figure 11.

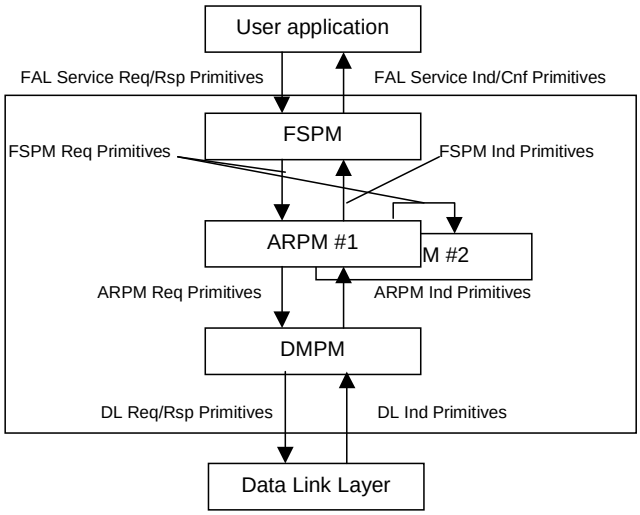


Figure 11 – Summary of FAL architecture

The FSPM describes the service interface between the FAL user and a REP. The FSPM is responsible for the following activities.

– To accept service primitives from the FAL service user and convert them into FAL internal primitives.

– To select the AREP identified by the Destination Route parameter supplied by the user application and send FAL internal primitives to the selected AREP.

– To accept FAL internal primitives from the AREP, perform the actions specified in these primitives, and return the result to the AREP from which they are received. This applies for indications holding Request APDUs.

– To accept FAL internal primitives from the AREP, convert them into service, and deliver these service primitives to the FAL user, as a result of the FAL user invocation of the RESPONSE service. This applies for indications holding Response APDUs.

The ARPM describes exchange of FAL PDUs with remote ARPMs. It does not have any state changes. The ARPM is responsible for the following activities.

– To accept FAL internal primitives from the FSPM and create and send other FAL internal primitives to the DMPM.

– To accept FAL internal primitives from the DMPM and send them to the either the FSPM as indications, or another ARPM as requests.

The DMPM describes the mapping between the FAL and the DLL. It does not have any state changes. The DMPM is responsible for the following activities.

– To accept FAL internal primitives from the ARPM, prepare DLL service primitives, and

– To receive DLL indication primitives from the DLL and send them to the ARPM in a form of FAL internal primitives.

7 AP-context state machine

The AP-Context State Machine is not present.

8 FAL service protocol machine (FSPM)

8.1 Primitives exchanged between FAL User and FSPM

The primitives exchanged between FAL user and FSPM are shown in Table 10.

Table 10 – Primitives exchanged between FAL-User and FSPM

Primitive name	Source	Associated parameters	Comments
REQUEST.req	FAL user	REP, Variable Object ID, Variable Service, Data length, Offset/Attribute, Bit-no, Data	This primitive is used to convey a FAL user request to a REP
RESPONSE.cnf	FSPM	REP, Variable Service, Data length, Error status, Data	This primitive is used to convey a response from a REP to the FAL user

8.2 FSPM states

8.2.1 General

The following states are defined for an REP: IDLE RESERVED, WAITING FOR RESPONSE, RESPONSE RECEIVED, NOT IN USE.

An REP can be in the role of proxy object (client) or real object (server). As the behaviour is very different for proxy object REPs and real object REPs, they are described in separate subclauses.

8.2.2 FSPM proxy object states

8.2.2.1 Overview

The following states apply to a REP in the proxy object role:

NOT IN USE

The REP is currently not in use. The only service primitive allowed is ReserveREP.req. All other primitives shall be rejected.

IDLE RESERVED

The REP is reserved by the FAL user, but is currently not active. Allowed service primitives in this state are REQUEST.req, Get REP Attribute.req, Set REP Attribute.req and Free REP.req. All other service primitives shall be rejected.

WAITING FOR RESPONSE

The REP has initiated a transmission, and is monitoring this by a timer. The only service primitive allowed is AR Send.ind from the ARPM, holding the response. All other service primitives shall be rejected.

RESPONSE RECEIVED

The REP has received a response (by an AR Send.ind from the ARPM), or has timed out, and is ready to deliver the response to the FAL user by a RESPONSE.cnf service primitive. Allowed service primitives in this state are REQUEST.req, Get REP Attribute.req, Set REP Attribute.req and Free REP.req from the FAL user. All other service primitives shall be rejected.

Figure 12 depicts the FSP Proxy object state machine.

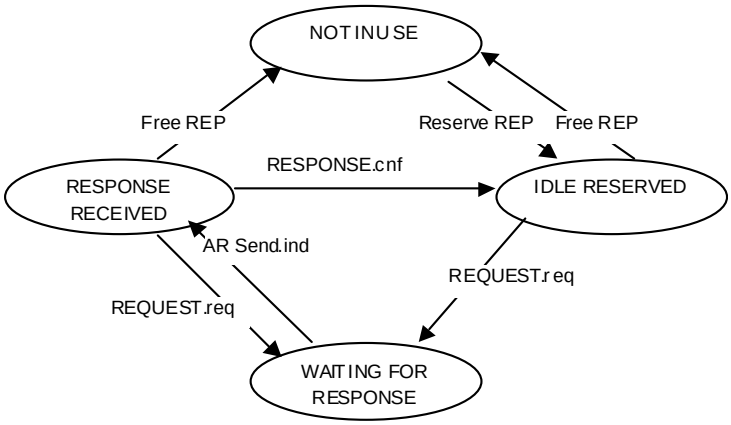


Figure 12 – FSPM proxy object state machine

8.2.2.2 Sender state transitions

8.2.2.2.1 REQUEST.req

As a result of this service invocation, the FSPM shall build APDU Header, APDU Body and Route Information, and send them to the ARPM in the form of an AR Send primitive. If anything fails, the request is rejected by returning REQUEST result FAILURE. Constraints are listed in Table 11.

Table 11 – REQUEST.req FSPM constraints

Condition ID	Condition description
1	REP Attribute State shall be IDLE RESERVED or RESPONSE RECEIVED
2	REP Attribute Role shall be Proxy object
3	If REP attribute Confirmation indicates Confirmed, no elements of REP attribute Destination Route may hold the Broadcast address (126)
4	First element of REP attribute Destination Route shall hold the address of an AREP in state OPEN
5	If parameter Data length exceeds addressed AREP attribute MaxDataSize, Variable Service may only be Read or Write
6	If parameter Variable Service is Test-And-Set, Data length shall be 1
7	If parameter Bit-no indicates bit addressing, Data length shall be 1, and parameter Variable Service shall be Read, Write or Test-And-Set

If all of the above is fulfilled, the AR Send service primitives are built as described in Table 12.

Table 12 – REQUEST.req FSPM actions

Action ID	Action description
1	The REP attribute Destination Route is copied to Route info.Destination Route
2	The REP attribute Source Route is copied to Route info.Source Route
3	The REP attribute Endpoint Address is appended to Route info.Source Route
4	If the REP attribute Confirmation indicates Unconfirmed, and no elements of Destination route holds the Broadcast node address (126), the No response node address (0) is appended to Route info.Source Route
5	The REP attribute Priority is copied to Route info.Priority
6	The REP attribute Remote LAN Server ID (if present) is copied to Route info. Remote LAN Server ID
7	Set internal variable Local Bit-no to indicate not bit-addressing, and copy parameter Data length to local variable Data length

Action ID	Action description

8	Handle bit-addressing as described in the following, if parameter Bit-no indicates bit-addressing, and REP attribute Capabilities indicates bit addressing is illegal:
	Save parameter Bit-no in internal variable Local Bit-no, change parameter Bit-no to indicate not bit-addressing, and increment Local Bit-no by one
	If Variable Service parameter is Write and parameter Data.Bit1 is TRUE then
	Set APDU Header.ControlStatus.Instruction to Or, and
	clear all bits in parameter Data and set bit indicated by Local Bit-no
	If Variable Service parameter is Write and parameter Data.Bit1 is FALSE then
	Set APDU Header.ControlStatus.Instruction to And, and
	Set all bits in parameter Data and clear bit indicated by Local Bit-no
	If Variable Service parameter is And, Or or Test-And-Set then
	Set APDU Header.ControlStatus.Instruction to And, Or, Test-And-Set respectively, and
	rotate parameter Data.Bit1 to position indicated by Local Bit-no
	If Variable Service parameter is Read then
	Set APDU Header.ControlStatus.Instruction to Read

9	If parameter Data length exceeds addressed AREP attribute MaxDataSize, and parameter Variable Service is Read, set APDU Header.ControlStatus.Instruction to Segmented Read
10	If parameter Data length exceeds addressed AREP attribute MaxDataSize, and parameter Variable Service is Write, set APDU Header.ControlStatus.Instruction to Segmented Write
11	If actions 8, 9 and 10 do not apply, set then set APDU Header ControlStatus.Instruction according to the following: Parameter Variable Service Write -> Write Parameter Variable Service Read -> Read Parameter Variable Service And -> And Parameter Variable Service Or -> Or Parameter Variable Service Test-And-Set -> Test-And-Set
12	If REP attribute Flat addressing indicates Flat addressing, set APDU Header ControlStatus.Addressing method to Flat. If not, set to Variable Object addressing
13	If parameter Bit-no indicates bit-addressing, or the value of parameter Variable Object ID is lower than –32768 or higher than +32767, or the value of parameter Offset/Attribute is lower than –32768 or higher than +32767, then set APDU Header DataFieldFormat.Variable Identifier Format to Complex, and set APDU Header Data length to 4. If this does not apply, then set APDU Header DataFieldFormat.Variable Identifier Format to Simple, and set APDU Header Data length to 2
14	If the value of parameter Offset/Attribute is zero, set APDU Header DataFieldFormat.Offset/Attribute to indicate no Offset/Attribute. If not, set to indicate Offset/Attribute
15	If the value of parameter Offset/Attribute is zero, set APDU Header DataFieldFormat.Offset/Attribute to indicate no Offset/Attribute. If not, set to indicate Offset/Attribute
16	If parameter Bit-no indicates bit-addressing, set APDU Body Variable Identifier.Code to indicate Bit-addressing, and insert Bit-no
17	If the value of parameter Offset/Attribute is lower than –32768 or higher than +32767, set APDU Body Variable Identifier.Code to indicate Integer32 Offset/Attribute size
18	If the value of parameter Offset/Attribute is not zero, and within the range of Integer16, copy lower 2 octets to APDU Body Offset/Attribute, and increment APDU Header Data length by 2. If this does not apply, copy parameter Offset/Attribute to APDU Body Offset/Attribute, and increment APDU Header Data length by 4

Action ID	Action description
19	If APDU Header.ControlStatus.Instruction indicates Segmented Read, set RequestedLength in APDU Body Data first octet to "addressed AREP attribute MaxDataSize", if that value is less than or equal to 256, and set APDU Body Data first 2 octets to "addressed AREP attribute MaxDataSize", if that value is higher than 256. Set next octet of APDU Body Data to 0, indicating that this is the first request of a segmented transaction. Increment APDU Header Data length by 2 or 3, depending on size of RequestedLength. Decrement local variable Data length by "addressed AREP attribute MaxDataSize"
20	If APDU Header.ControlStatus.Instruction indicates Segmented Write, copy the first "addressed AREP attribute MaxDataSize – 2" octets from parameter Data to APDU Body Data. Set next octet of APDU Body Data to 0, indicating that this is the first request of a segmented transaction. Increment APDU Header Data length by "addressed AREP attribute MaxDataSize – 1". Decrement local variable Data length by "addressed AREP attribute MaxDataSize – 2"
21	If APDU Header.ControlStatus.Instruction indicates Read, set RequestedLength in APDU Body Data first octet to the value of parameter Data length, and increment APDU Header Data length by 1
22	If APDU Header.ControlStatus.Instruction indicates Write, And, Or or Test-And-Set, copy "parameter Data length" octets from parameter Data to APDU Body Data set, and increment APDU Header Data length by the value of "parameter Data length"
23	Send an AR Send request to the addressed AREP
24	If the request fails, return REQUEST.cnf result FAILURE. If the request succeeds, return REQUEST.cnf result OK
25	If the request succeeds, and should be confirmed, set REP Attribute State to WAITING FOR RESPONSE
26	If the request succeeds, and should not be confirmed, and is a sequenced transaction, build the next APDU in the sequence. This continues, until the complete operation is performed, or an error occurs

8.2.2.3 Receiver state transitions

8.2.2.3.1 RESPONSE.cnf

As a result of this service invocation, the FSPM shall check, if a response has been received from the ARPM (FSPM state RESPONSE RECEIVED). If this is the case, deliver the received Variable Service, Data length, Error status and Data to the FAL user. If this is not the case, deliver the Error status "No response". Constraints are listed in Table 13.

Table 13 – RESPONSE.cnf FSPM constraints

Condition ID	Condition description
1	REP Attribute State shall be RESPONSE RECEIVED

If the above is fulfilled, the RESPONSE.cnf primitives are built as described in Table 14.

Table 14 – RESPONSE.cnf FSPM actions

Action ID	Action description
1	Copy lower 3 bits of local variable ControlStatus to parameter Variable Service
2	Copy local variable Data length to parameter Data length
3	Copy local variable ControlStatus to parameter Error status
4	Copy local variable Data to parameter Data
5	Set REP Attribute State to IDLE RESERVED

8.2.2.3.2 AR Send.ind

As a result of this service invocation, the FSPM shall check, if a response is expected from the ARPM (FSPM state WAITING FOR RESPONSE). If this is the case, either parse the received APDU into local variables and change REP state to RESPONSE RECIVED, or initiate the next AR Send.req if sequenced transaction. If anything fails, do nothing. Constraints are listed in Table 15.

Table 15 – AR Send.ind proxy FSPM constraints

Condition ID	Condition description
1	REP Attribute State shall be WAITING FOR RESPONSE

If the above is fulfilled, the AR Send indication is handled as described in Table 16.

Table 16 – AR Send.ind proxy FSPM actions

Action ID	Action description
1	If APDU Header.ControlStatus.Instruction indicates Sequenced Read or Sequenced Write, and this is not the final, build next APDU, and Send a new AR Send request to the addressed AREP. If sequenced Read copy received APDU Body Data to local variable Data
2	If not sequenced transaction, or sequenced transaction finished, copy received APDU Body Data to local variable Data. If Read or Test-And-Set and bit-addressing, copy received APDU Body Data bit "local variable Bit-no" to bit 1 of local Variable Data. Copy received APDU Header ControlStatus to local variable ControlStatus. Copy accumulated received APDU Header Data length to local variable Data length. Set REP Attribute State to IDLE RESERVED

8.2.3 FSPM real object state machine description

8.2.3.1 Overview

The following states apply to a REP in the Real object role:

NOT IN USE

The REP is currently not in use. The only service primitive allowed is ReserveREP.req. All other service primitives shall be rejected. Typically, an REP in the Real object role will never be in this state, but will automatically go into the IDLE RESERVED state.

IDLE RESERVED

Typically the initial state of an REP in the Real object role. The REP is reserved by the FAL user, or entered this state automatically, but is not currently active. Allowed service primitives in this state for Real object role REPs are Get REP Attribute.req, Set REP Attribute.req and Free REP.req from the FAL user, and AR Send.ind from the ARPM. All other service primitives shall be rejected.

WAITING FOR RESPONSE

An REP in the Real Object role will never go into this state.

RESPONSE RECEIVED

An REP in the Real Object role will never go into this state.

Figure 13 depicts the states of the FSPM Real object state machine.

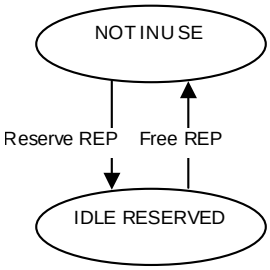


Figure 13 – FSPM real object state machine

8.2.3.2 State transitions

8.2.3.2.1 AR Send.ind

As a result of this service invocation, the FSPM shall check, if it is ready to receive an indication from the ARPM (FSPM state IDLE RESERVED). If this is the case, check the received APDU, and if OK interact directly with the addressed Variable Object, which returns the result. Finally, the FSPM shall issue an AR Send.req primitive, to deliver the result. Constraints are listed in Table 17.

Table 17 – AR Send.ind real FSPM constraints

Condition ID	Condition description
1	REP Attribute State shall be IDLE RESERVED
2	APDU Body field Variable Object Identifier shall indicate a legal Variable Object

If the above is fulfilled, the AR Send indication is handled as described in Table 18.

Table 18 – AR Send.ind real FSPM Actions

Action ID	Action description
1	If the addressed Variable Object cannot respond within the time specified by AREP Attribute MaxIndicationDelay, issue an AR Acknowledge service primitive. The Destination Route parameter shall be a copy of the Source Route parameter of the AR Send indication. The Source Route parameter shall be a copy of the Destination Route parameter of the AR Send indication. The Priority parameter shall be 0. The Confirmation parameter shall be Unconfirmed. The Remote LAN Server ID parameter shall be a copy of the Remote LAN Server ID parameter of the AR Send indication.
2	Interact directly with the addressed Variable Object, which shall build the appropriate response APDU.
3	Issue an AR Send service primitive. The Destination Route parameter shall be a copy of the Source Route parameter of the AR Send indication. The Source Route parameter shall be a copy of the Destination Route parameter of the AR Send indication. The Priority parameter shall be 0. The Confirmation parameter shall be Unconfirmed. The Remote LAN Server ID parameter shall be a copy of the Remote LAN Server ID parameter of the AR Send indication. APDU Header and APDU Body parameters shall be as build by the Variable Object.

9 Application relationship protocol machine (ARPM)

9.1 Primitives exchanged between ARPM and FSPM

The primitives exchanged between ARPM and FSPM, and between one ARPM and another are shown in Table 19 through Table 21.

Table 19 – Primitives issued by FSPM to ARPM

Primitive name	Source	Associated parameters	Comments
AR Send.req	FSPM	Route info, APDU Header, APDU Body	This primitive is used to convey an APDU holding a request or a response from the FSPM to the ARPM
AR Acknowledge.req	FSPM	Route info	This primitive is used by the FSPM to indicate, that the Variable Object is not able to handle the preceding indication immediately

Table 20 – Primitives issued by ARPM to FSPM

Primitive name	Source	Associated parameters	Comments
AR Send.ind	ARPM	Route info, APDU Header, APDU Body	This primitive is used to convey an APDU holding a request or a response from the ARPM to the FSPM

Table 21 – Primitives issued by ARPM to ARPM

Primitive name	Source	Associated parameters	Comments
AR Send.ind	ARPM	Route info, APDU Header, APDU Body	This primitive is used to convey an APDU holding a request or a response from the ARPM to another ARPM

9.2 ARPM States

9.2.1 General

The following states are defined for an AREP: OPEN, as depicted in Figure 14.

9.2.2 Overview

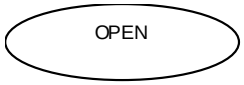


Figure 14 – ARPM state machine

OPEN

The AREP is initialised, and ready to accept service primitives.

9.2.3 Sender state transitions

9.2.3.1 AR Send.req

As a result of this service invocation, the ARPM shall deliver the received parameters to the addressed DLPM by a new AR Send service invocation. If this is not possible, the request is rejected by returning AR Send result Route error.

Constraints are listed in Table 22.

Table 22 – AR Send.req ARPM constraints

Condition ID	Condition description
1	AREP Attribute State shall be OPEN
2	First address of parameter Route info, Destination route shall specify a DLPM in state OPEN

If the above is fulfilled, the AR Send parameters are delivered to the DLPM as described in Table 23.

Table 23 – AR Send.req ARPM actions

Action ID	Action description
1	Issue an AR Send service primitive to the DLPM, with the same parameters as this indication

9.2.3.2 AR Acknowledge.req

As a result of this service invocation, the ARPM shall deliver the received parameters to the addressed DLPM by a new AR Acknowledge service invocation. If this is not possible, the request is rejected.

Constraints are listed in Table 24.

Table 24 – AR Acknowledge.req ARPM constraints

Condition ID	Condition description
1	AREP Attribute State shall be OPEN
2	First address of parameter Route info, Destination route shall specify a DLPM in state OPEN

If the above is fulfilled, the AR Acknowledge parameters are delivered to the DLPM as described in Table 25.

Table 25 – AR Acknowledge.req ARPM actions

Action ID	Action description
1	Issue an AR Acknowledge service primitive to the DLPM, with the same parameters as this indication

9.2.4 Receiver state transitions

9.2.4.1 AR Send.ind

As a result of this service invocation, the ARPM shall deliver the received parameters to the addressed destination by a new AR Send service invocation. The addressed destination may be a REP or another AREP. If it is not possible to deliver the received parameters, the request is rejected by returning AR Send result Route error.

Constraints are listed in Table 26.

Table 26 – AR Send.ind ARPM constraints

Condition ID	Condition description
1	AREP Attribute State shall be OPEN
2	First address of parameter Route info, Destination route shall either indicate an REP in state IDLE RESERVED or WAITING FOR RESPONSE, or an AREP in state OPEN

If the above is fulfilled, the AR Send parameters are delivered to the FSPM as described in Table 27.

Table 27 – AR Send.req ARPM actions

Action ID	Action description
1	If the first address of parameter Route info, Destination route indicates an REP, issue an AR Send service primitive to the addressed REP, with the same parameters as this indication
2	If the first address of parameter Route info, Destination route indicates another AREP, issue an AR Send service primitive to the addressed AREP with the same parameters as this indication, and issue an AR Acknowledge primitive to the DLPM from which this indication was received, with the Route info, Destination route parameter equal to the Route info, Source route parameter of this indication, and the Route info, Source route parameter equal to the Route info, Destination route parameter of this indication

10 DLL mapping protocol machine (DMPM)

10.1 Data-link Layer service selection

10.1.1 General

Subclause 10.1 briefly describes the Data-link Layer services utilized by the FAL. These Data-link Layer services are fully defined in the Data-link Layer service specification (IEC 61158-3-4).

10.1.2 DL-UNITDATA request

This service is used to transmit an APDU from an AREP, and deliver it as a DLSDU to a DLE.

10.1.3 DL-UNITDATA indication

This service is used to receive a DLSPDU from a DLE and deliver it as an APDU to an AREP.

10.1.4 DL-UNITDATA response

This service is used to inform the DLE, that a response will not be prepared in time.

10.1.5 DLM-Set primitive and parameters

This service is used to update the values of attributes of the DLE locally.

10.1.6 DLM-Get primitive and parameters

This service is used to read the values of attributes of the DLE locally.

10.2 Primitives exchanged between ARPM and DLPM

The primitives exchanged between DLPM and ARPM are shown in Table 28 through Table 29.

Table 28 – Primitives issued by ARPM to DLPM

Primitive name	Source	Associated parameters	Comments
AR Send.req	ARPM	Route info, APDU Header, APDU Body	This primitive is used to convey an APDU holding a request or a response from the ARPM to the DLPM
AR Acknowledge.req	ARPM	Route info	This primitive is used by the ARPM to indicate, that the Variable Object is not able to handle the preceding indication immediately

Table 29 – Primitives issued by DLPM to ARPM

Primitive name	Source	Associated parameters	Comments
AR Send.ind	ARPM	Route info, APDU Header, APDU Body	This primitive is used to convey an APDU holding a request or a response from the DLPM to the ARPM

10.3 Primitives exchanged between DLPM and data-link layer

The primitives exchanged between DLPM and ARPM are shown in Table 30 through Table 31.

Table 30 – Primitives issued by DLPM to data-link layer

Primitive name	Source	Associated parameters	Comments
DL-UNITDATA request	DLPM	Destination-DL-route, Source-DL-route, Priority, Maximum retry time, Control-status, Data-field-format, DLSDU	This primitive is used to convey a DLSDU holding a request or a response to the DLE
DL-UNITDATA response	DLPM	Destination-DL-route, Source-DL-route	This primitive is used to indicate to the DLE, that the preceding indication cannot be handled immediately

Table 31 – Primitives issued by data-link layer to DLPM

Primitive name	Source	Associated parameters	Comments
DL-UNITDATA indication	DLL	Destination-DL-route, Source-DL-route, Confirmation expected, Control-status, Data-field-format, DLSDU	This primitive is used to convey a DLSDU holding a request or a response from the DLE to the DLPM

10.4 DLPM states

10.4.1 States

The following states are defined for a DLPM: OPEN, as depicted in Figure 15.

10.4.2 Overview

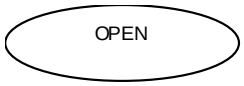


Figure 15 – DLPM state machine

OPEN

The DLPM is initialised, and ready to accept service primitives.

10.4.3 Sender state transitions

10.4.3.1 AR Send.req

As a result of this service invocation, the DLPM shall deliver the received parameters to the DLE by a DL-UNITDATA request primitive. If this is not possible, the request is rejected.

Constraints are listed in Table 32.

Table 32 – AR Send.req DLPM constraints

Condition ID	Condition description
1	DLPM state shall be OPEN

If the above is fulfilled, the AR Send parameters are converted and delivered to the DLE as described in Table 33.

Table 33 – AR Send.req DLPM actions

Action ID	Action description
1	First address of parameter Route info, Destination Route, is removed. The result is delivered as the Destination-DL-route parameter of the DL-UNITDATA request primitive
2	Parameter Route info, Source Route is delivered as the Source-DL-route parameter of the DL-UNITDATA request primitive
3	Parameter Route info, Priority is delivered as the Priority parameter of the DL-UNITDATA request primitive
4	AREP attribute MaxRetryTime is delivered as the Maximum retry time parameter of the DL-UNITDATA request primitive
5	Parameter APDU Header, ControlStatus is delivered as the Control-status parameter of the DL-UNITDATA request primitive
6	Parameter APDU Header, DataFieldFormat is delivered in bits 7 and 8, and APDU Header, DataLength is delivered in bits 1 to 6 of the Data-field-format parameter of the DL-UNITDATA request primitive
7	Parameter APDU Body is delivered as the DLSDU parameter of the DL-UNITDATA request primitive

10.4.3.2 AR Acknowledge.req

As a result of this service invocation, the DLPM shall deliver the received parameters to the DLE by a DL-UNITDATA response primitive. If this is not possible, no action is taken.

Constraints are listed in Table 34.

Table 34 – AR Acknowledge.req DLPM constraints

Condition ID	Condition description
1	DLPM state shall be OPEN

If the above is fulfilled, the AR Acknowledge parameters are converted and delivered to the DLE as described in Table 35.

Table 35 – AR Acknowledge.req DLPM actions

Action ID	Action description
1	First address of parameter Route info, Destination Route, is removed. The result is delivered as the Destination-DL-route parameter of the DL-UNITDATA response primitive
2	Parameter Route info, Source Route is delivered as the Source-DL-route parameter of the DL-UNITDATA response primitive

10.4.4 Receiver state transitions

10.4.4.1 DL-UNITDATA indication

As a result of a DL-UNITDATA indication service invocation, the DLPM shall deliver the parameters received from the DLE to the AREP by an AR Send service invocation. If this is not possible, the request is rejected.

Constraints are listed in Table 36.

Table 36 – DL-UNITDATA.ind DLPM constraints

Condition ID	Condition description
1	AREP Attribute State shall be OPEN

If the above is fulfilled, the AR Send parameters are delivered to the ARPM as described in Table 37.

Table 37 – DL-UNITDATA.ind DLPM actions

Action ID	Action description
1	AREP address is inserted in front of all elements in the parameter Source-DL-route. The result is delivered as the Route info, Source route parameter of the AR Send primitive
2	Parameter Destination-DL-route is delivered as the Route info, Source route parameter of the AR Send primitive
3	Parameter Route info, Priority is set to 0
5	Parameter Confirmation Expected is delivered as the Confirmation parameter of the AR Send primitive
6	Parameter Control-status is delivered as the APDU Header, ControlStatus parameter of the AR Send primitive
7	Bits 1 to 6 of the Data-field-format parameter are delivered as the APDU Header, DataLength parameter of the AR Send primitive
8	Bits 7 and 8 of the Data-field-format parameter are delivered as the APDU Header, DataFieldFormat parameter of the AR Send primitive
9	Parameter DLSDU is delivered as the APDU Body parameter of the AR Send primitive

11 Protocol options

There are no options to select for Type 4.

Bibliography

IEC 61158-1, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*

IEC 61158-4-4, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-4: Data-link layer protocol specification – Type 4 elements*

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

IEC 61784-2, *Industrial communication networks – Profiles – Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3*

_____

SOMMAIRE

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 6-4: Spécification du protocole de la couche application – Eléments de type 4

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

L'attention est attirée sur le fait que l'utilisation du type de protocole associé est restreinte par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle. En tout état de cause, l'engagement de renonciation partielle aux droits de propriété intellectuelle pris par les détenteurs de ces droits autorise l'utilisation d'un type de protocole de couche avec les autres protocoles de couche du même type, ou dans des combinaisons avec d'autres types autorisées explicitement par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle pour ce type.

NOTE Les combinaisons de types de protocoles sont spécifiées dans la CEI 61784-1 et la CEI 61784-2.

La Norme internationale CEI 61158-6-4 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.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2007. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition comporte les modifications importantes suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) améliorations éditoriales;

b) corrections éditoriales.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
65C/764/FDIS	65C/774/RVD

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61158, publiées sous le titre général *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain*, est disponible sur le site web de la CEI.

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61158 s'inscrit dans une série créée pour faciliter l'interconnexion des composants de systèmes d'automation. Elle renvoie aux autres normes de l'ensemble défini par le modèle de référence de bus de terrain "à trois couches" décrit dans la CEI 61158-1.

Le protocole d'application fournit le service d'application au moyen des services disponibles au niveau de la couche Liaison de données ou de la couche immédiatement inférieure. Le principal objectif de la présente norme est de définir un ensemble de règles de communication, exprimées en termes de procédures que doivent suivre les entités d'application (Application Entity, AE) homologues au moment de la communication. Ces règles de communication ont pour vocation de fournir une base de développement stable visant à atteindre différents objectifs:

- en tant que guide pour les développeurs et les concepteurs;
- réaliser les essais et acquérir l'équipement;
- dans un accord d'intégration des systèmes dans l'environnement de systèmes ouverts;
- dans le cadre d'une meilleure compréhension des communications à contrainte de temps au sein de l'OSI.

La présente norme porte en particulier sur la communication et l'interfonctionnement des capteurs, des effecteurs et d'autres appareils d'automatisation. Grâce à cette norme associée à d'autres normes des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, des systèmes par ailleurs incompatibles peuvent fonctionner ensemble, quelle que soit leur combinaison.

RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

Partie 6-4: Spécification du protocole de la couche application – Eléments de type 4

1 Domaine d'application

1.1 Généralités

La couche Application de bus de terrain (Fieldbus Application Layer, FAL) procure aux programmes de l'utilisateur un moyen d'accès à l'environnement de communication des bus de terrain. A cet égard, la FAL peut être considérée comme une "fenêtre entre programmes d'application correspondants".

La présente norme fournit des éléments communs pour les communications à temps critique ou non entre des programmes d'application dans un environnement et avec un matériel d'automation spécifiques aux bus de terrain de Type 4. Le terme "en temps critique" signale l'existence d'une fenêtre temporelle dans laquelle des actions spécifiées doivent être exécutées, avec un niveau de certitude défini. La non-réalisation des actions spécifiées dans la fenêtre temporelle induit un risque de défaillance des applications qui demandent ces actions, avec les risques afférents pour l'équipement, les installations et éventuellement la vie humaine.

La présente norme spécifie les interactions entre les applications distantes et définit le comportement, visible par un observateur externe, assuré par la couche Application de bus de terrain de Type 4, en termes

a) de syntaxe abstraite formelle définissant les unités de données de protocole de couche Application, acheminées entre les entités d'application en communication;

b) de syntaxe de transfert définissant les règles de codage qui s'appliquent aux unités de données de protocole de couche Application;

c) de diagramme d'états de contexte d'application définissant le comportement de service d'application observable entre les entités d'application en communication;

d) de diagrammes d'états de relations d'applications définissant le comportement de communication visible entre les entités d'application en communication.

La présente norme vise à définir le protocole mis en place pour

1) définir la représentation filaire des primitives de service définies dans la CEI 61158-5-4, et

2) définir le comportement visible de l'extérieur associé à leur transfert.

La présente norme spécifie le protocole de la couche Application de bus de terrain de Type 4, en conformité avec le modèle de référence de base OSI (ISO/CEI 7498-1) et avec la structure de la couche Application OSI (ISO/CEI 9545).

1.2 Spécifications

La présente norme a pour objectif principal de spécifier la syntaxe et le comportement du protocole de couche Application qui véhicule les services de couche Application définis dans la CEI 61158-5-4.

Un objectif secondaire consiste à fournir des voies d'évolution à partir des protocoles de communication industriels antérieurs. Ce dernier objectif explique la diversité des protocoles normalisés dans la série CEI 61158-6.

1.3 Conformité

La présente norme ne définit pas de mises en œuvre, ni de produits particuliers, pas plus qu'elle ne limite les mises en œuvre des entités de couche Application dans les systèmes d'automatisation industriels. La conformité est obtenue par le biais de la mise en œuvre de cette spécification du protocole de la couche application.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

NOTE Toutes les parties de la série CEI 61158, ainsi que la CEI 61784-1 et la CEI 61784-2 font l'objet d'une maintenance simultanée. Les références croisées à ces documents dans le texte se rapportent par conséquent aux éditions datées dans la présente liste de références normatives.

CEI 61158-3-4, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-4: Définition des services de la couche liaison de données – Eléments de type 4*

CEI 61158-5-4, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-4: Définition des services de la couche application – Eléments de type 4*

IEC 61158-6:2003, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 6: Application layer protocol specification* (disponible en anglais seulement) [1]

CEI 61158-6 (toutes les sous-parties), *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6: Spécification du protocole de la couche application*

ISO/CEI 7498-1, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle de référence de base – Partie 1: Le modèle de base*

ISO/CEI 8822, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Définition du service de présentation*

ISO/IEC 8824-1, *Information technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1): Specification of basic notation* (disponible en anglais seulement)

ISO/CEI 9545, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Structure de la couche Application*

ISO/CEI 10731, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Modèle de référence de base – Conventions pour la définition des services OSI*

3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions, symboles, abréviations et conventions suivants s'appliquent.

[1] Cette norme a été remplacée par la série 61158-6.

3.1 Termes et définitions référencés

3.1.1 Termes de l'ISO/CEI 7498-1

Pour les besoins du présent document, les termes suivants, définis dans l'ISO/CEI 7498-1, s'appliquent:

a) entité d'application
b) processus d'application
c) unité de données de protocole d'application
d) élément de service d'application
e) invocation d'entité d'application
f) invocation de processus d'application
g) transaction d'application
h) système ouvert réel
i) syntaxe de transfert

3.1.2 Termes de l'ISO/CEI 8822

Pour les besoins du présent document, les termes suivants, définis dans l'ISO/CEI 8822, s'appliquent:

a) syntaxe abstraite
b) contexte de présentation

3.1.3 Termes de l'ISO/CEI 9545

Pour les besoins du présent document, les termes suivants, définis dans l'ISO/CEI 9545, s'appliquent:

a) application-association (association d'applications)
b) application-context (contexte d'application)
c) nom de contexte d'application
d) application-entity-invocation (invocation d'entité d'application)
e) application-entity-type (type d'entité d'application)
f) application-process-invocation (invocation de processus d'application)
g) application-process-type (type de processus d'application)
h) application-service-element (élément de service d'application)
i) élément de service de contrôle d'application

3.1.4 Termes de l'ISO/CEI 8824-1

Pour les besoins du présent document, les termes suivants, définis dans l'ISO/CEI 8824-1, s'appliquent:

a) identificateur d'objet
b) type

3.1.5 Termes relatifs à la couche Liaison de données de bus de terrain

Pour les besoins du présent document, les termes suivants, définis dans les normes CEI 61158-3-4 et CEI 61158-4-4, s'appliquent:

a) délai DL
b) politique de planification DL

c) DLCEP
d) DLC
e) mode orienté connexion DL
f) DLPDU
g) DLSDU
h) DLSAP
i) adresse réseau
j) adresse de nœud
k) node

3.2 Abréviations et symboles

AE	Entité d'application
AL	Couche application
ALE	Entité de la couche Application
APDU	Unité de données de protocole d'application
AR	Relation entre applications
AREP	Point de fin de relation entre applications
ASE	Elément de service d'application
Cnf	Confirmation
DL-	(comme préfixe) Liaison de données-
DLCEP	Point de fin de connexion de couche Liaison de données
DLL	Couche Liaison de données
DLE	Entité de la couche Liaison de données
DLM	Gestion de liaison de données
DLS	Service de la couche Liaison de données
DLSAP	Point d'accès de service de la couche Liaison de données
DLSDU	Unité de données de service de liaison de données
FME	Entité de gestion de la couche Application de bus de terrain
Ind	Indication
IP	Internet Protocol
PDU	Unité de données de protocole
Req	Demande
Rsp	Réponse
SME	Entité de gestion système
.cnf	Primitive de confirmation
.ind	Primitive d'indication
.req	Primitive de demande
.rsp	Primitive de réponse

3.3 Conventions

3.3.1 Concept général

La couche FAL se compose d'un ensemble d'ASE orientés objet. Chaque ASE est spécifié dans un paragraphe distinct. Chaque spécification d'ASE est divisée en trois parties: ses définitions de classe, ses services et sa spécification de protocole. Les deux premiers éléments sont contenus dans la CEI 61158-5-4. La spécification des protocoles pour chacun des éléments ASE est définie dans la présente norme.

Les définitions de classe définissent les attributs des classes prises en charge par chaque ASE. Les attributs sont accessibles à partir des instances de la classe qui utilise les services ASE de gestion spécifiés dans la CEI 61158-5-4. La spécification de service définit les services fournis par l'élément ASE.

La présente norme emploie les conventions de description énoncées dans l'ISO/CEI 10731.

3.3.2 Conventions relatives aux diagrammes d'états pour les éléments de Type 4

Un diagramme d'états décrit la séquence d'états par lesquels passe une entité; il peut se matérialiser par un diagramme de passages d'état et/ou une table d'états.

Dans un diagramme de passage d'états (Figure 1), les passages d'états sont représentés par des cercles et sont illustrés par une flèche à côté de laquelle sont indiqués les événements ou conditions sous-jacents.

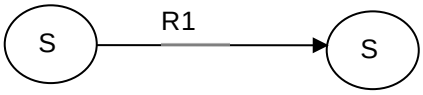


Figure 1 – Diagramme de passages d'état

Tableau 1 – Eléments de la description d'un diagramme d'états

#	Etat actuel	Evénements ou conditions déclenchant ce passage d'état => action	Etat suivant
Nom du passage	Etat actuel dans lequel se trouve le diagramme d'états lors de ce passage d'état	Evénements ou conditions déclenchant ce passage d'état. => Actions effectuées lorsque les événements ou conditions ci-dessus sont réunis. Elles figurent toujours au-dessous des événements ou conditions et sont toujours présentées avec un retrait.	Etat suivant dans lequel passe le diagramme d'états une fois les actions effectuées

Les conventions utilisées dans le tableau des transitions d'état (Tableau 1) sont les suivantes.

:= la valeur d'un élément, à gauche, est remplacée par la valeur d'un élément, à droite. Si un élément à droite est un paramètre, il provient de la primitive indiquée comme événement d'entrée.

xxx indique un nom de paramètre.

Exemple:

Identifier := reason
signifie que la valeur d'un paramètre "reason" est attribuée à un paramètre appelé "Identifier".
"xxx" indique une valeur fixe.

Exemple:

Identifier := "abc"
signifie que la valeur "abc" est attribuée à un paramètre appelé "Identifier".

= condition logique indiquant qu'un élément à gauche est égal à un élément à droite.

< condition logique indiquant qu'un élément à gauche est inférieur à l'élément à droite.

> condition logique indiquant qu'un élément à gauche est supérieur à l'élément à droite.
<> condition logique indiquant qu'un élément à gauche est différent d'un élément à droite.
&& indique le "ET" logique
|| indique le "OU" logique

Service.req représente une primitive de demande; Service.req{} signifie qu'une primitive de demande est envoyée;

Service.ind représente une primitive d'indication; Service.ind{} signifie qu'une primitive d'indication est reçue;

Service.rsp représente une primitive de réponse; Service.rsp{} signifie qu'une primitive de réponse est envoyée;

Service.cnf représente une primitive de confirmation; Service.cnf{} signifie qu'une primitive de confirmation est reçue.

4 Description de la syntaxe de la couche FAL

4.1 Syntaxe abstraite des unités PDU FAL-AR

4.1.1 Généralités

Les informations stockées dans une unité APDU varient selon que cette unité contient une demande ou une réponse. Le rôle du diagramme d'états qui code l'unité APDU (la machine FSPM) est de déterminer la manière dont l'unité APDU est codée.

Les unités APDU sont toujours composées d'un en-tête d'unité APDU et d'un corps d'unité APDU. Dans les unités APDU de réponse, le corps d'unité APDU peut être vide.

4.1.2 Syntaxe abstraite de l'en-tête des unités APDU

Le Tableau 2 définit le contenu de l'en-tête d'unité APDU.

Tableau 2 – En-tête d'unité APDU

Nom de champ	Nom de la sous-trame	Valeurs possibles	Contrainte (le cas échéant)	Commentaire
ControlStatus	Instruction	Errorcode Ecrire Lire Et Ou Tester et définir Lecture segmentée Ecriture segmentée		
ControlStatus	Errorcode	Décrites dans la Figure 3 à la Figure 5	ControlStatus.Instruction = Errorcode	
ControlStatus	Méthode d'adressage	Objet Variable Plat	ControlStatus.Instruction <> Errorcode	

Nom de champ	Nom de la sous-trame	Valeurs possibles	Contrainte (le cas échéant)	Commentaire
ControlStatus	ActualDataError	NoActualError ActualError	ControlStatus.Instruction <> Errorcode	Utilisé par l'application de l'utilisateur répondeur pour indiquer qu'une erreur réelle peut affecter l'objet de variable accessible
ControlStatus	HistoricalDataError	NoHistoricalError HistoricalError	ControlStatus.Instruction <> Errorcode	Utilisé par l'application de l'utilisateur répondeur pour indiquer qu'une erreur peut avoir affecté l'objet de variable accessible
DataFieldFormat	Décalage/attribut	Pas de décalage/attribut Décalage/attribut		Indique si le corps d'unité APDU contient un champ Offset/Attribute
DataFieldFormat	Format d'identificateur de variable	Simple Complexe	L'unité APDU est une unité APDU de demande	Indique le format de l'identificateur de variable dans une unité APDU de demande
DataFieldFormat	Offset/Attribute size	Integer16 Integer32	L'unité APDU est une unité de réponse APDU AND DataFieldFormat.Offset/Attribute = Offset/Attribute	Indique la taille du champ Offset/Attribute du corps d'unité APDU
DataLength		min. 2		Indique la longueur totale du corps d'unité APDU. MaxDataSize indique la longueur maximale de la partie de données du corps d'unité APDU.

4.1.3 Syntaxe abstraite du corps des unités APDU

L'en-tête d'unité APDU indique l'interprétation du contenu du corps d'unité APDU.

Le Tableau 3 définit le contenu du corps d'unité APDU.

Tableau 3 – Corps d'unité APDU

Nom de champ	Nom de la sous-trame	Valeurs possibles	Contrainte (le cas échéant)	Commentaire
VariableIdentifier	Code.Bitaddressing	No BitAddressing BitAddressing	L'unité APDU est une unité APDU de demande ET l'en-tête d'unité APDU indique Complex VariableIdentifier	Si ce champ indique BitAddressing, le VariableIdentifier contient également un Bit-no
VariableIdentifier	Code.Bit-no	0 à7	L'unité APDU est une unité de demande APDU AND APDU qui indique Complex VariableIdentifier AND VariableIdentifier indique BitAddressing	Bit-no sélectionne un bit dans un octet. Bit-no = 0 sélectionne le bit 1, etc. L'octet est sélectionné par Offset/Attribute.

Nom de champ	Nom de la sous-trame	Valeurs possibles	Contrainte (le cas échéant)	Commentaire
VariableIdentifier	Code.Offset/Attribute size	Integer16 Integer32	L'unité APDU est une unité APDU de demande ET DataFieldFormat.Variable Identifier Format = Complex AND DataFieldFormat.Offset/Attribute = Offset/Attribute	
VariableIdentifier	ID	-32 768 à +32 767	L'unité APDU est une unité APDU de demande ET DataFieldFormat.Variable Identifier Format = Simple	
VariableIdentifier	ID	-8 388 608 à +8 388 607	L'unité APDU est une unité APDU de demande ET DataFieldFormat.Variable Identifier Format = Complex	
Décalage/attribut		-32 768 à +32 767	L'unité APDU est une unité APDU de demande AND DataFieldFormat.Offset/Attribute = Offset/Attribute AND VariableIdentifier.Code.Offset/Attribute size = Integer16	Les valeurs négatives sélectionnent un attribut, les valeurs positives sélectionnent une partie de la variable construite
Décalage/attribut		-2 147 483 648 à +2 147 483 647	L'unité APDU est une unité APDU de demande AND DataFieldFormat.Offset/Attribute = Offset/Attribute AND VariableIdentifier.Code.Offset/Attribute size = Integer32	Les valeurs négatives sélectionnent un attribut, les valeurs positives sélectionnent une partie de la variable construite
Décalage/attribut		-32 768 à +32 767	L'unité APDU est une unité de réponse APDU AND DataFieldFormat.Offset/Attribute = Offset/Attribute AND DataFieldFormat.Offset/Attribute size= Integer16	Les valeurs négatives sélectionnent un attribut, les valeurs positives sélectionnent une partie de la variable construite
Décalage/attribut		-2 147 483 648 à +2 147 483 647	L'unité APDU est une unité de réponse APDU AND DataFieldFormat.Offset/Attribute = Offset/Attribute AND DataFieldFormat.Offset/Attribute size= Integer32	Les valeurs négatives sélectionnent un attribut, les valeurs positives sélectionnent une partie de la variable construite
Données		Tous		
RequestedLength		0 à 65 535	L'unité APDU est une unité APDU de demande AND ControlStatus.Instruction indique Read OU Segmented Read	Indique la longueur des données à Lire, ainsi que le nombre d'octets

Nom de champ	Nom de la sous-trame	Valeurs possibles	Contrainte (le cas échéant)	Commentaire
Séquence		0 à 2	L'unité APDU est une unité APDU de demande ET ControlStatus.Instruction indique Segmented Read OU Segmented Write	Indique si cette demande est la première, la dernière, ou si elle est émise au milieu d'un transfert segmenté.

4.2 Types de données

La notation pour les types de données est la même que pour la CEI 61158-6, Type 1 pour les types suivants:

- Integer, Integer8, Integer16, Integer32
- Unsigned, Unsigned8, Unsigned16
- Floating32, Floating64

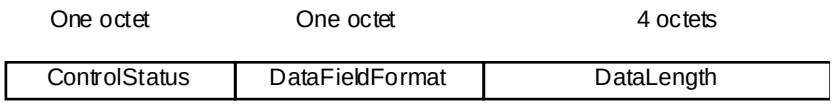
5 Syntaxes de transfert

5.1 Encodage des unités APDU

5.1.1 Encodage De l'en-tête des unités APDU

5.1.1.1 Structure de l'en-tête des unités APDU

La syntaxe abstraite de l'en-tête des unités APDU est définie en 4.1.2. Le Paragraphe 5.1 décrit l'encodage de l'en-tête. L'en-tête d'unité APDU est composé de trois champs, comme indiqué à la Figure 2.



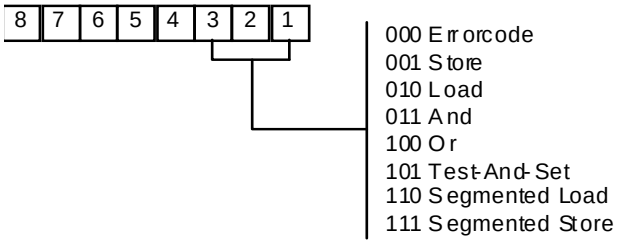
Légende

Anglais	Français
One octet	Un octet
Control Status	Statut de contrôle
Data Field Format	Format du champ de données
Data Length	Longueur des données

Figure 2 – Structure de l'en-tête des unités APDU

5.1.1.2 ControlStatus

ControlStatus est codé dans un octet. L'interprétation de cet octet dépend de la sous-trame Instruction. Le codage de la sous-trame Instruction est indiqué à la Figure 3.

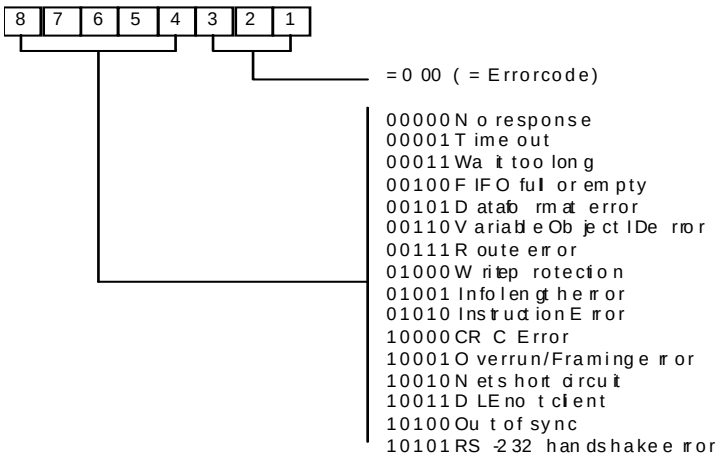


Légende

Anglais	Français
Error code	Code d'erreur
Store	Enregistrement
Load	Chargement
And	Et
Or	Ou
Test and set	Tester et définir
Segmented Load	Chargement segmenté
Segmented Store	Enregistrement segmenté

Figure 3 – Sous-trame Instruction de ControlStatus

Si l'instruction est = 000 (=Errorcode), les cinq bits restants de ControlStatus contiennent le code d'erreur. Les valeurs du code sont indiquées à la Figure 4.



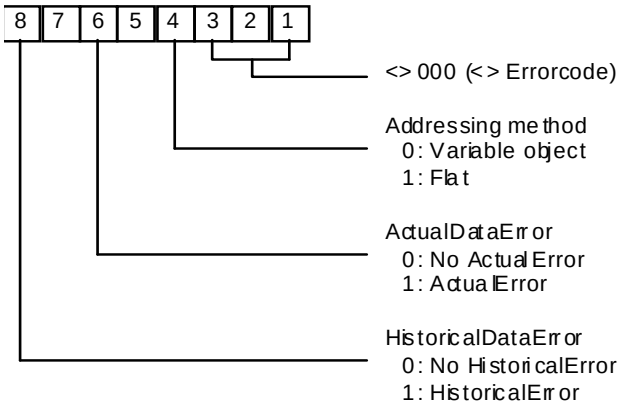
Légende

Anglais	Français
Error code	Code d'erreur
No Response	Pas de réponse
Time out	Temporisation
Wait too long	Délai d'attente trop long
FIFO full or Empty	FIFO plein ou vide
Data format error	Erreur de format de données
Variable Object ID error	Erreur d'ID d'objet variable
Route error	Erreur de route
Write protection	Protégé en écriture
Info length error	Erreur de longueur d'info

Anglais	Français
Instruction error	Erreur d'instruction
CRC error	CRC error
Overrun/Framing error	erreur de dépassement/d'encadrement
Net short-circuit	Court-circuit net
DLE not client	DLE pas client
Out of sync	Désync.
RS-232 handshake err	Erreur d'établissement de liaison RS-232

Figure 4 – Sous-trame Errorcode de ControlStatus

Si l'instruction est <> 000 (<> Errorcode), les cinq bits restants de ControlStatus contiennent les sous-trames de méthode d'adressage, ActualDataError et HistoricalDataError. Le codage de ces champs est indiqué à la Figure 5.



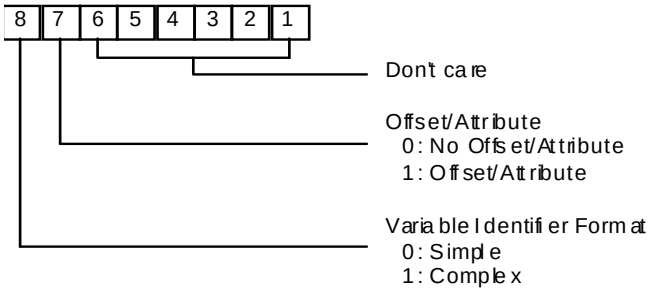
Légende

Anglais	Français
Error code	Code d'erreur
Addressing method	Méthode d'adressage
Variable object	Objet variable
Flat	Plat
Actual Data Error	Erreur réelle de données
Nb Actual Error	Erreur réelle de nombre
Actual Error	Erreur réelle
Historical Data Error	Erreur historique de données
Nb Historical Error	Erreur historique de nombre
Historical Error	Erreur historique

Figure 5 – Sous-trames restantes de ControlStatus

5.1.1.3 DataFieldFormat

DataFieldFormat est codé dans un octet. Le codage de cet octet est indiqué à la Figure 6.



Légende

Anglais	Français
Don't care	Sans influence
Offset/Attribute	Décalage/attribut
No Offset/Attribute	Pas de décalage/attribut
Variable Identifier Format	Format d'identificateur de variable
Complex	Complexe

Figure 6 – Codage de DataFieldFormat

5.1.1.4 DataLength

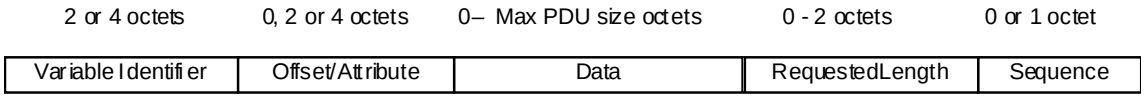
DataLength est un Integer32, indiquant la longueur totale du corps des unités APDU.

5.1.2 Encodage du corps des unités APDU

5.1.2.1 Structure du corps des unités APDU

La syntaxe abstraite du corps des unités APDU est définie en 4.1.3. Le Paragraphe 5.1.2 décrit l'encodage. L'interprétation du corps des unités APDU est indiquée par l'en-tête des unités APDU.

Le corps des unités APDU de demande peut comprendre jusqu'à quatre ou cinq champs possibles, comme indiqué à la Figure 7.

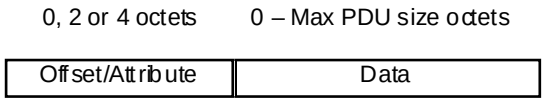


Légende

Anglais	Français
2 or 4 octects	2 ou 4 octets
0, 2 or 4 octects	0, 2 ou 4 octets
Max PDU size octets	Taille PDU max en octets
0 or 1 octect	0 ou 1 octet
Variable Identifier	Identificateur de variable
Offset/Attribute	Décalage/attribut
Data	Données
Requested Length	Longueur demandée
Sequence	Séquence

Figure 7 – Structure du corps des unités APDU de demande

Le corps d'une unité APDU de demande peut comprendre jusqu'à deux champs, comme indiqué à la Figure 8.



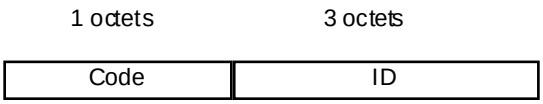
Légende

Anglais	Français
0, 2 or 4 octects	0, 2 ou 4 octets
Max PDU size octets	Taille PDU max en octets
Offset/Attribute	Décalage/attribut
Data	Données

Figure 8 – Structure du corps des unités APDU de réponse

5.1.2.2 Identificateur de variable

L'identificateur de variable peut être simple ou complexe. S'il est simple, il n'est composé que d'une sous-trame, ID, de type Integer16. S'il est complexe, il est composé de deux sous-trames, code (1 octet) et ID (3 octets), comme indiqué à la Figure 9.

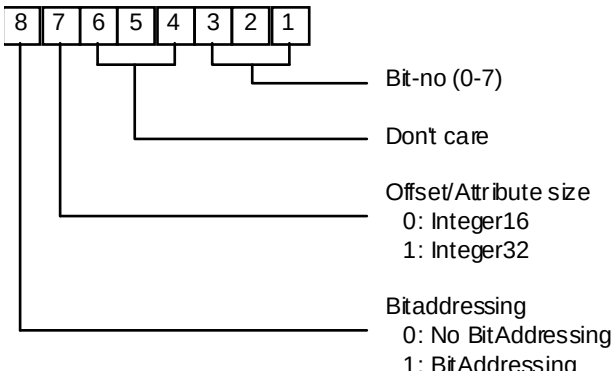


Légende

Anglais	Français
1 octets	1 octet

Figure 9 – Identificateur de variable

Le codage de la sous-trame Code de l'identificateur de variable est indiqué à la Figure 10.



Légende

Anglais	Français
Bit-no	N° de bit
Don't care	Sans influence
Offset/Attribute	Décalage/attribut
Integer 16	Entier 16
Integer 32	Entier 32

Anglais	Français
Bit Addressing	Adressage de bit
No Bit Addressing	Pas d'adressage de bit

Figure 10 – Sous-trame Code de l'identificateur de variable

5.1.2.3 Décalage/attribut

La sous-trame Offset/Attribute du corps d'unité APDU peut être ou non présente. Dans l'affirmative, Offset/Attribute est un Integer16 ou un Integer32. Une valeur négative sélectionne un attribut de l'objet de variable. Une valeur positive, pour sélectionner une partie de la valeur des données de l'objet de variable, indique le décalage, en octets, par rapport à l'octet de démarrage du bloc de données à transférer, relativement au premier octet de la variable.

5.1.2.4 RequestedLength

La sous-trame RequestedLength peut être ou non présente.

Si l'unité APDU est une unité APDU de demande et que la sous-trame ControlStatus.Instruction de l'en-tête d'unité APDU indique Read ou Segmented Read, alors la sous-trame RequestedLength est présente. Elle indique la longueur en octets des données ou de l'attribut demandés.

La sous-trame RequestedLength est de type Unsigned8 ou Unsigned16. Étant donné qu'il n'existe pas de sous-trame Data dans l'unité APDU s'il existe une sous-trame RequestedLength, la taille de RequestedLength est donnée implicitement par le paramètre DataLength. Si la valeur de RequestedLength est inférieure à 256, RequestedLength doit être de type Unsigned8.

5.1.2.5 Données

La sous-trame Données du corps d'unité APDU peut contenir:

a) Des données codées et condensées comme indiqué en 5.2, ou

b) l'attribut d'un objet de variable, codé et condensé comme indiqué en 5.2.

Etant donné qu'il n'existe pas de sous-trame RequestedLength dans l'unité APDU s'il existe une sous-trame Data, la taille de la sous-trame Data est donnée implicitement par le paramètre DataLength.

5.1.2.6 Séquence

La sous-trame Séquence est d'un octet et présente les valeurs conformes suivantes.

0: Indique qu'il s'agit de la première demande d'une lecture ou écriture segmentée.

1: Indique qu'il s'agit de l'une des demandes suivantes d'une lecture ou écriture segmentée.

2: Indique qu'il s'agit de la dernière demande d'une lecture ou écriture segmentée.

5.2 Encodage et compression des objets de variable

5.2.1 Encodage de variables simples

5.2.1.1 Encodage d'une valeur booléenne

a) L'encodage d'une valeur booléenne doit être de type primitif. La chaîne ContentsOctets doit être formée d'un seul octet.

b) Si la valeur booléenne est FALSE, le bit 1 de la valeur de la chaîne ContentsOctets doit être 0 (zéro). Si la valeur booléenne est TRUE, le bit 1 de la valeur de la chaîne ContentsOctets doit être 1 (un).

5.2.1.2 Encodage d'une valeur entière

Comme défini dans la syntaxe de transfert 1 de la CEI 61158-6:2003, Type 1, encodage d'une Valeur Integer.

5.2.1.3 Encodage d'une valeur Unsigned

Comme défini dans la syntaxe de transfert 1 de la CEI 61158-6:2003, Type 1, encodage d'une Valeur Unsigned de types Unsigned8 et Unsigned16.

5.2.1.4 Encodage d'une valeur en virgule flottante

Comme défini dans la syntaxe de transfert 1 de la CEI 61158-6:2003, Type 1, encodage d'une Valeur Floating-Point.

5.2.2 Encodage de variables construites

5.2.2.1 Encodage d'une valeur String

a) L'encodage d'une valeur eString à longueur variable doit être de type primitif.

b) Le champ Length doit indiquer le nombre d'éléments dans la valeur String par un nombre binaire.

c) Le champ Length doit être dans le premier octet.

5.2.2.2 Encodage d'une valeur BitString

a) L'encodage d'une valeur BitString doit être de type primitif.

b) Il n'existe pas de champ Length dans la valeur BitString.

c) La valeur de BitString, qui commence par le premier bit et va jusqu'au dernier bit, doit être placée sur les bits 1 à 8 du premier octet, puis des bits 1 à 8 du deuxième octet, puis des bits 1 à 8 de chaque octet jusqu'au dernier octet de la chaîne ContentsOctets.

d) Les bits non utilisés, s'il y en a, doivent être placés sur les bits 2 à 8 du dernier octet.

5.2.3 Alignement

5.2.3.1 Généralités

Le Paragraphe 5.2.3 explique comment les champs et les éléments des variables construites sont alignés et transférés.

L'alignement général est de deux.

- Les champs et les éléments de type de base dont la taille est de 1 octet doivent être transférés immédiatement après le champ ou l'élément précédent.
- Les champs et éléments d'une taille supérieure à 1 octet doivent être transférés suivant un décalage identique par rapport au premier octet de la variable construite.
- Les champs et éléments de type construit doivent être transférés suivant un décalage identique par rapport au premier octet de la variable construite.

5.2.3.2 Syntaxe de transfert des éléments de matrice

Le Tableau 4 montre un exemple d'une syntaxe de transfert d'une variable "ArrayVar" de type

ARRAY[1..2] of ARRAY[1..3] of Integer8.

Tableau 4 – Syntaxe de transfert des matrices

1. octet	ArrayVar[1,1]
2. octet	ArrayVar[1.2]
3. octet	ArrayVar[1.3]
4. octet	ArrayVar[2.1]
5. octet	ArrayVar[2.2]
6. octet	ArrayVar[2.3]

5.2.3.3 Syntaxe de transfert des champs de structure

Le Tableau 5 montre un exemple d'une syntaxe de transfert d'une variable "StructVar" de type

```
STRUCTURE
      Field1: Integer8;
      Field2: STRUCTURE
                Sub1: Integer16;
                Sub2: BitString[8];
         END;
      Field3: Integer8;
      Field4: BitString[8];
      Field5: Integer8;
END;
```

Tableau 5 – Syntaxe de transfert de structure

1. octet	StructVar.Field1
2. octet	Dummy
3. octet	StructVar.Field2.Sub1, octet le plus important
4. octet	StructVar. Field2.Sub1, octet le moins important
5. octet	StructVar.Field2.Sub2
6. octet	StructVar.Field3
7. octet	StructVar.Field4
8. octet	StructVar.Field5

5.2.4 Attributs d'objets de variable

Pour tous les objets de variable, les attributs facultatifs peuvent être définis dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Attributs communs des objets de variable

Nom d'attribut	Index	Format
Identificateur du type de variable	-20	Unsigned8
Longueur en octets	-24	Integer32
Activation en lecture	-28	Booléen
Activation en écriture	-29	Booléen
Protégé en écriture	-30	Booléen

L'attribut clé, l'identificateur de variable, permet d'identifier l'objet de variable, et n'est pas un attribut accessible.

Les attributs d'un objet de variable peuvent être accessibles à partir du réseau. Si un objet de variable ne permet pas d'accéder à un attribut, il doit répondre à une tentative d'accès avec le code d'erreur "Variable Object ID error". On ne peut accéder qu'à un seul attribut puisqu'une seule invocation de services n'a été effectuée.

Pour chaque objet de variable, il n'existe qu'un seul ensemble d'attributs. Cela signifie que les sous-trames ou les éléments des variables construites n'ont pas leurs propres attributs.

Le Tableau 7 affiche les valeurs de l'identificateur de variable pour les différents types de variables.

Tableau 7 – Identificateurs des différents types de variables

Type de variable	Identificateur
Booléen	43
Integer8	49
Integer16	34
Integer32	35
Unsigned8	48
Unsigned16	50
Float32	36
Float64	37
UNICODE Char	51
Complexe	61
String	40
BitString	62
FIFO	63

Les objets de variable de type FIFO doivent présenter les attributs supplémentaires obligatoires définis dans le Tableau 8.

Tableau 8 – Attributs d'objets de variable de type FIFO

Nom d'attribut	Index	Format
Elément d'entrée suivant	-2	Integer16
Elément de sortie suivant	-4	Integer16
Eléments libres	-6	Integer16
Eléments utilisés	-8	Integer16
Relire	-9	Booléen
Réécrire	-10	Booléen

5.3 Codes d'erreur

Le Paragraphe 5.3 spécifie les valeurs hexadécimales pour les codes d'erreur dans le paramètre d'état d'erreur de la variable ASE service RESPONSE. Les valeurs du code sont indiquées dans le Tableau 9.

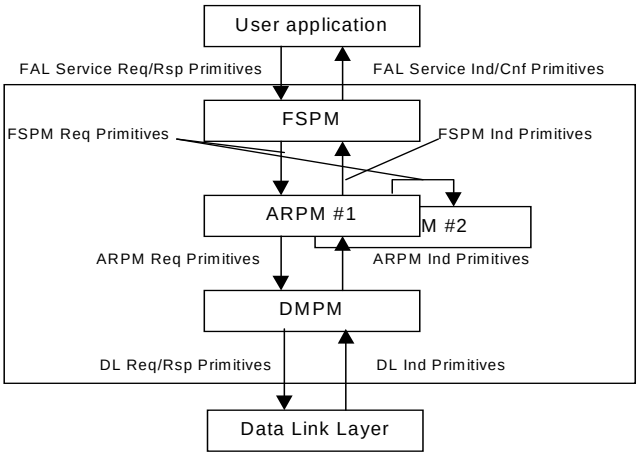
Tableau 9 – Codes d'erreur

Description de l'erreur	Code d'erreur (binaire)
Erreur d'instruction	01010000
Erreur de longueur d'info	01001000
FIFO plein ou vide	00100000
Protection en écriture	01000000
Erreur de format de données	00101000
Erreur d'ID d'objet variable	00110000
Temporisation	00001000
Erreur des données réelles	x010xaaa
Erreur des données historiques	1xxxxaaa
Erreur de route	00111000
Pas de réponse	00000000
Délai d'attente trop long	00011000
Désynchronisé	10100000
CRC error	10000000
DLE pas client	10011000
Court-circuit net	10010000
erreur de dépassement/d'encadrement	10001000
Erreur d'établissement d'une liaison RS-232	10101000
"x" signifie que le bit n'a pas d'importance. "aaa" signifie qu'au moins un des trois bits est vrai (1).	

6 Diagrammes d'états de protocole de la couche FAL

Les alinéas suivants décrivent l'interface avec les services et les machines de protocoles de couche FAL.

Le comportement de la couche FAL est décrit par trois machines de protocole intégrées. Les trois machines de protocole sont les suivantes: machine de protocole de service FAL (FAL Service Protocol Machine, FSPM), machine de protocole de relations entre applications (Application Relationship Protocol, ARPM), machine de protocole de mapping de couche Liaison de données (Data-link Layer Mapping Protocol Machine, DMPM). Les relations et les primitives échangées entre ces machines de protocole sont décrites dans la Figure 11.



Légende

Anglais	Français
User application	Application utilisateur
FAL Service Req/Rsp Primitives	Primitives Req/Rsp de service FAL
FAL Service Ind/Cnf Primitives	Primitives Ind/Cnf de service FAL
FSPM Req Primitives	Primitives FSPM Req
FSPM Ind Primitives	Primitives FSPM Ind
ARPM Req Primitives	Primitives ARPM Req
DL Req/Rsp Primitives	Primitives de Req/Rsp DL
DL Ind Primitives	Primitives DL Ind
Data Link Layer	Couche de liaison de données
ARPM #1	ARPM n° 1
ARPM #2	ARPM n° 2

Figure 11 – Résumé de l'architecture FAL

La machine FSPM décrit l'interface de service entre l'utilisateur FAL et un REP. La machine de protocole FSPM est chargée des activités suivantes.

– Accepter les primitives de service émises par l'utilisateur de service FAL et les convertir en primitives internes FAL.

– Sélectionner le point AREP identifié par le paramètre du chemin de destination fourni par l'application de l'utilisateur et envoyer les primitives FAL internes au point AREP choisi.

– Accepter les primitives FAL internes provenant du point AREP, exécuter les actions indiquées dans ces primitives et renvoyer le résultat au point AREP, d'où elles sont reçues. Cette action s'applique aux indications présentant des unités APDU de demande.

– Accepter les primitives FAL internes provenant du point AREP, les convertir en service et envoyer ces primitives de service à l'utilisateur FAL, suite à l'invocation de l'utilisateur FAL du service RESPONSE. Cette action s'applique aux indications présentant des unités APDU de réponse.

La machine ARPM décrit l'échange d'unités de données de protocole (Protocol Data Unit, PDU) de couche FAL avec des machines ARPM distantes. Elle ne subit aucun changement d'état. La machine de protocole ARPM est chargée des activités suivantes:

– Accepter les primitives FAL internes provenant de la machine FSPM et créer et envoyer d'autres primitives FAL internes à la machine DMPM.
– Accepter les primitives FAL internes de la machine DMPM et les envoyer à la machine FSPM en tant qu'indications, ou à une autre machine ARPM en tant que demandes.

La machine DMPM décrit le mapping entre la couche FAL et la couche DLL. Elle ne subit aucun changement d'état. La machine DMPM est chargée des activités suivantes.

– Accepter les primitives FAL internes provenant de la machine ARPM, préparer les primitives de service DLL et
– Recevoir les primitives d'indication provenant de la couche DLL et les envoyer à la machine ARPM sous forme de primitives FAL internes.

7 Diagramme d'états de contexte AP

Le diagramme d'états de contexte AP n'est pas présent.

8 Machine de protocole de service FAL (FSPM)

8.1 Primitives échangées entre l'utilisateur FAL et la machine FSPM

Les primitives échangées entre l'utilisateur FAL et la machine FSPM sont indiquées dans le Tableau 10.

Tableau 10 – Primitives échangées entre l'utilisateur FAL et la machine FSPM

Nom de la primitive	Source	Paramètres associés	Commentaires
REQUEST.req	Utilisateur FAL	REP, Variable Object ID, Variable Service, Data length, Offset/Attribute, Bit-no, Data	Cette primitive permet de transmettre une demande d'utilisateur FAL à un REP
RESPONSE.cnf	FSPM	REP, Variable Service, Data length, Error status, Data	Cette primitive permet de transmettre une réponse d'un REP à l'utilisateur FAL

8.2 Etats FSPM

8.2.1 Généralités

Les états suivants sont définis pour un REP: IDLE RESERVED, WAITING FOR RESPONSE, RESPONSE RECEIVED, NOT IN USE.

Un REP peut jouer le rôle d'un objet proxy (client) ou d'un objet réel (serveur). Etant donné que les REP des objets proxy et les REP des objets réels ont des comportements très différents, ils sont décrits dans des paragraphes différents.

8.2.2 Etats des objets proxy de la machine FSPM

8.2.2.1 Présentation

Les états suivants s'appliquent à un REP dans le rôle de l'objet proxy:

NON UTILISE

Le REP n'est pas en cours d'utilisation. La seule primitive de service autorisée est ReserveREP.req. Toutes les autres primitives doivent être rejetées.

IDLE RESERVED

Le REP est réservé par l'utilisateur FAL, mais il est actuellement inactif. Les primitives de service autorisées pour cet état sont REQUEST.req, Get REP Attribute.req, Set REP Attribute.req et Free REP.req. Toutes les autres primitives de service doivent être rejetées.

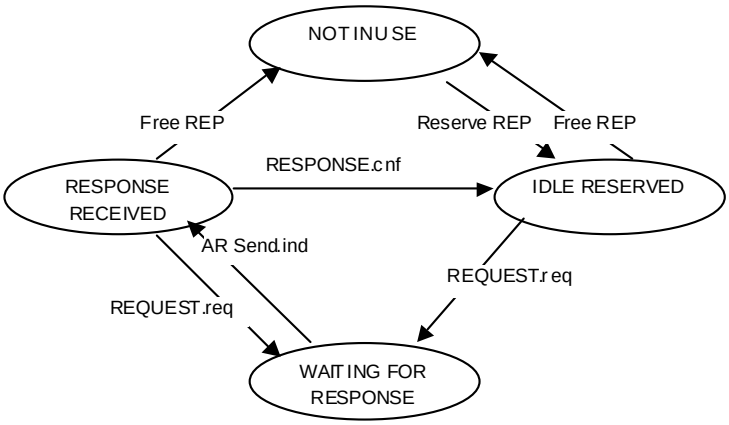
WAITING FOR RESPONSE

Le REP a initié une transmission qu'il surveille à l'aide d'un chronomètre. La seule primitive de service autorisée est AR Send.ind provenant de la machine ARPM contenant la réponse. Toutes les autres primitives de service doivent être rejetées.

REPONSE RECUE

Le REP a reçu une réponse (par un AR Send.ind de la machine ARPM), ou bien a expiré, et est prêt à fournir la réponse à l'utilisateur FAL par une primitive de service RESPONSE.cnf. Les primitives de service autorisées pour cet état sont REQUEST.req, Get REP Attribute.req, Set REP Attribute.req et Free REP.req. provenant de l'utilisateur FAL. Toutes les autres primitives de service doivent être rejetées.

La Figure 12 illustre le diagramme d'états de l'objet proxy FSP.



Légende

Anglais	Français
NOT IN USE	NON UTILISE
Free REP	Libérer REP
Reserve REP	Réserver REP
RESPONSE RECEIVED	REPONSE RECUE
IDLE RECEIVED	REPOS RECU
WAITING FOR RESPONSE	EN ATTENTE DE REPONSE

Figure 12 – Diagramme d'états des objets proxy de la machine FSPM

8.2.2.2 Passages d'état de l'expéditeur

8.2.2.2.1 REQUEST.req

Suite à cette invocation de services, la machine FSPM doit construire l'en-tête de l'unité APDU, le corps de l'unité APDU et les informations relatives au chemin, puis les envoyer à la machine ARPM sous la forme d'une primitive AR Send. En cas d'échec, la demande est rejetée et le message REQUEST result FAILURE est envoyé. Les contraintes sont présentées dans le Tableau 11.

Tableau 11 – Contraintes relatives à REQUEST.req FSPM

ID de la condition	Description de la condition
1	L'état de l'attribut REP doit être IDLE RESERVED ou RESPONSE RECEIVED
2	Le rôle de l'attribut REP doit être l'objet proxy
3	Si l'attribut REP Confirmation indique Confirmé, aucun élément du chemin de destination de l'attribut REP ne peut contenir l'adresse de diffusion (126)
4	Le premier élément du chemin de destination de l'attribut REP doit contenir l'adresse d'un point AREP sur l'état OPEN
5	Si la longueur du paramètre Données dépasse la MaxDataSize de l'attribut AREP adressé, le Service variable ne peut être que Lire ou Ecrire
6	Si le paramètre Service variable est Tester et Définir, la longueur des données doit être 1
7	Si le paramètre Bit-no indique l'adressage de bit, la longueur des données doit être 1 et le paramètre Service variable doit être Lire, Ecrire ou Tester et Définir

Si toutes ces conditions sont respectées, les primitives de service AR Send sont construites comme indiqué dans le Tableau 12.

Tableau 12 – Actions relatives à REQUEST.req FSPM

ID de l'action	Description de l'action
1	Le chemin de destination de l'attribut REP est copié sur Route info.Destination Route
2	Le chemin source de l'attribut REP est copié sur Route info.Source Route
3	L'adresse de point d'extrémité de l'attribut REP est ajoutée à Route info.Source Route
4	Si l'attribut REP Confirmation indique Non confirmé et qu'aucun élément du chemin de destination ne contient l'adresse de nœud de diffusion (126), l'adresse de nœud de la réponse Non (0) est ajoutée à Route info.Source Route
5	L'attribut REP Priorité est copié sur Route info.Priority
6	L'attribut REP ID du serveur LAN distant (le cas échéant) est copié sur Route info. ID du serveur LAN distant
7	Définir la variable interne Bit-no local de manière à indiquer l'absence d'adressage de bit et à copier la longueur du paramètre Données sur la longueur de la variable locale Données

ID de l'action	Description de l'action
	Il est illégal de gérer l'adressage de bit de la manière indiquée ci-dessous si le paramètre Bit-no indique adressage de bit et que l'attribut REP Capacités indique adressage de bit: Enregistrer le paramètre Bit-no dans la variable interne Bit-no local, changer le paramètre Bit-no de façon à indiquer l'absence d'adressage de bit, puis augmenter le Bit-no local de un Si le paramètre Service variable est Ecrire et que le paramètre Data.Bit1 est TRUE, alors Définir l'instruction APDU Header.ControlStatus sur Ou et supprimer tous les bits dans le paramètre Données et définir le bit indiqué par le Bit-no local Si le paramètre Service variable est Ecrire et que le paramètre Data.Bit1 est FALSE, alors Définir l'instruction APDU Header.ControlStatus sur And et Définir tous les bits dans le paramètre Données et supprimer le bit indiqué par le Bit-no local Si le paramètre Service variable est And, Or ou Tester et Définir, alors Définir l'instruction APDU Header.ControlStatus respectivement sur Et, Ou, Tester et Définir, puis placer le paramètre Data.Bit1 sur la position indiquée par le Bit-no local Si le paramètre Service variable est Lire, alors Définir l'instruction APDU Header.ControlStatus sur Lire
9	Si la longueur du paramètre Données dépasse la MaxDataSize de l'attribut AREP adressé et que le paramètre Service variable est Lire, définir l'instruction APDU Header.ControlStatus sur Lecture segmentée
10	Si la longueur du paramètre Données dépasse la MaxDataSize de l'attribut AREP adressé et que le paramètre Service variable est Ecrire, définir l'instruction APDU Header.ControlStatus sur Ecriture segmentée
11	Si les actions 8, 9 et 10 ne s'appliquent pas, définir l'instruction APDU Header ControlStatus de la manière suivante: Paramètre Service variable Ecriture -> Ecriture Paramètre Service variable Lecture -> Lecture Paramètre Service variable Et -> Et Paramètre Service variable Ou -> Ou Paramètre Service variable Tester et Définir -> Tester et Définir
12	Si l'attribut REP Adressage plat indique Adressage plat, définir la méthode d'adressage APDU Header ControlStatus sur Plat. Sinon, définir sur adressage de l'objet de variable
13	Si le paramètre Bit-no indique adressage de bit, ou que la valeur du paramètre ID d'objet de variable est inférieure à -32768 ou supérieure à +32767, ou que la valeur du paramètre Offset/Attribute est inférieure à -32768 ou supérieure à +32767, alors définir le format de l'identificateur de variable DataFieldFormat de l'en-tête d'unité APDU sur Complexe et la longueur des données de l'en-tête d'unité APDU sur 4. Si cette instruction ne s'applique pas, alors définir le format de l'identificateur de variable DataFieldFormat de l'en-tête d'unité APDU sur Simple et la longueur des données de l'en-tête d'unité APDU sur 2
14	Si la valeur du paramètre Offset/Attribute est égale à zéro, définir l'en-tête APDU DataFieldFormat.Offset/Attribute de manière à indiquer l'absence de paramètre Offset/Attribute. Sinon, définir de manière à indiquer Offset/Attribute
15	Si la valeur du paramètre Offset/Attribute est égale à zéro, définir l'en-tête APDU DataFieldFormat.Offset/Attribute de manière à indiquer l'absence de paramètre Offset/Attribute. Sinon, définir de manière à indiquer Offset/Attribute
16	Si le paramètre Bit-no indique adressage de bit, définir le Variable Identifier.Code du corps d'unité APDU de manière à indiquer Adressage de bit, puis insérer le Bit-no
17	Si la valeur du paramètre Offset/Attribute est inférieure à -32768 ou supérieure à +32767, définir le Variable Identifier.Code du corps d'unité APDU de manière à indiquer la taille d'Integer32 Offset/Attribute

ID de l'action	Description de l'action
18	Si la valeur du paramètre Offset/Attribute est différente de zéro et qu'elle est comprise dans la plage d'Integer16, copier les 2 octets les plus faibles sur Offset/Attribute du corps d'unité APDU et augmenter la longueur des données de l'en-tête d'unité APDU de 2. Si cette instruction ne s'applique pas, copier le paramètre Offset/Attribute sur Offset/Attribute du corps d'unité APDU et augmenter la longueur des données de l'en-tête d'unité APDU de 4
19	Si l'instruction APDU Header.ControlStatus indique Lecture segmentée, définir RequestedLength dans le premier octet de données du corps d'unité APDU sur "addressed AREP attribute MaxDataSize" si cette valeur est inférieure ou égale à 256, et définir les 2 premiers octets de données du corps d'unité APDU sur "addressed AREP attribute MaxDataSize" si cette valeur est supérieure à 256. Définir l'octet de données du corps d'unité APDU suivant sur 0 pour indiquer qu'il s'agit de la première demande d'une transaction segmentée. Augmenter la longueur des données de l'en-tête d'unité APDU de 2 ou 3, selon la taille de RequestedLength. Décrémenter la longueur de la variable locale Données de "addressed AREP attribute MaxDataSize"
20	Si l'instruction APDU Header.ControlStatus.Instruction indique Ecriture segmentée, copier les premiers octets "MaxDataSize – 2 de l'attribut AREP adressé" du paramètre Données sur les données du corps d'unité APDU. Définir l'octet suivant des données du corps d'unité APDU sur 0 pour indiquer qu'il s'agit de la première demande d'une transaction segmentée. Décrémenter la longueur des données de l'en-tête d'unité APDU de "MaxDataSize – 1 de l'attribut AREP adressé". Décrémenter la longueur de la variable locale Données de "MaxDataSize – 2 de l'attribut AREP adressé"
21	Si l'instruction APDU Header.ControlStatus indique Lire, définir RequestedLength dans le premier octet des données du corps d'unité APDU sur la valeur de la longueur du paramètre Données et augmenter la longueur des données de l'en-tête d'unité APDU de 1
22	Si l'instruction APDU Header.ControlStatus indique Ecrire, And, Or ou Tester et Définir, copier les octets correspondant à la "longueur du paramètre Données" du paramètre Données sur l'ensemble de données du corps d'unité APDU, et augmenter la longueur des données de l'en-tête d'unité APDU de la valeur de la "longueur du paramètre Données"
23	Envoyer une demande AR Send au point AREP adressé
24	Si la demande échoue, renvoyer le message REQUEST.cnf result FAILURE. Si la demande réussit, renvoyer le message REQUEST.cnf result OK
25	Si la demande réussit et qu'il convient de la confirmer, définir l'état de l'attribut REP sur WAITING FOR RESPONSE
26	Si la demande réussit, qu'il convient de ne pas la confirmer et qu'il s'agit d'une transaction séquencée, construire l'unité APDU suivante dans la séquence. Poursuivre ces actions jusqu'à ce que toute l'opération soit réalisée ou qu'une erreur se produise

8.2.2.3 Transitions d'états du destinataire

8.2.2.3.1 RESPONSE.cnf

Suite à cette invocation de services, la machine FSPM doit vérifier si une réponse a été reçue de la machine ARPM (état de la machine FSPM RESPONSE RECEIVED). Dans l'affirmative, délivrer le service variable, la longueur des données, l'état d'erreur et les données reçus à l'utilisateur FAL. Dans le cas contraire, délivrer l'état d'erreur "Pas de réponse". Les contraintes sont présentées dans le Tableau 13.

Tableau 13 – Contraintes relatives à RESPONSE.cnf FSPM

ID de la condition	Description de la condition
1	L'état de l'attribut REP doit être RESPONSE RECEIVED

Si cette condition est respectée, les primitives RESPONSE.cnf sont construites comme indiqué dans le Tableau 14.

Tableau 14 – Actions relatives à RESPONSE.cnf FSPM

ID de l'action	Description de l'action
1	Copier les 3 bits les plus faibles de la variable locale ControlStatus sur le paramètre Service variable
2	Copier la longueur de la variable locale Données sur la longueur du paramètre Données
3	Copier la variable locale ControlStatus sur le paramètre Etat d'erreur
4	Copier la variable locale Données sur le paramètre Données
5	Définir l'état de l'attribut REP sur IDLE RESERVED

8.2.2.3.2 AR Send.ind

Suite à cette invocation de services, la machine FSPM doit vérifier si une réponse est attendue de la machine ARPM (état de la machine FSPM WAITING FOR RESPONSE). Dans l'affirmative, analyser l'unité APDU reçue dans les variables locales et changer l'état de REP à RESPONSE RECIVED, ou bien initier l'AR Send.req suivant s'il s'agit d'une transaction séquencée. En cas d'échec, ne rien faire. Les contraintes sont présentées dans le Tableau 15.

Tableau 15 – Contraintes relatives à AR Send.ind proxy FSPM

ID de la condition	Description de la condition
1	L'état de l'attribut REP doit être WAITING FOR RESPONSE

Si cette condition est respectée, l'indication AR Send est gérée comme indiqué dans le Tableau 16.

Tableau 16 – Actions relatives à AR Send.ind proxy FSPM

ID de l'action	Description de l'action
1	Si l'instruction APDU Header.ControlStatus.Instruction indique Lecture séquencée ou Ecriture séquencée et si l'opération n'est pas finalisée, construire l'unité APDU suivante et envoyer une nouvelle demande AR Send à l'AREP adressé. S'il s'agit d'une Lecture séquencée, copier les données du corps d'unité APDU reçues sur la variable locale Données
2	S'il ne s'agit pas d'une transaction séquencée, ou que la transaction séquencée est terminée, copier les données du corps d'unité APDU reçues sur la variable locale Données. Pour Lire ou Tester et Définir et adressage de bit, copier le bit Données du corps APDU reçues "variable locale Bit-no" sur le bit 1 de la variable locale Données. Copier le ControlStatus de l'en-tête d'APDU reçu sur la variable locale ControlStatus. Copier la longueur des données de l'en-tête d'unité APDU reçue accumulée sur la longueur de la variable locale Données. Définir l'état de l'attribut REP sur IDLE RESERVED

8.2.3 Description du diagramme d'états de l'objet réel de la machine FSPM

8.2.3.1 Présentation

Les états suivants s'appliquent à un REP dans le rôle de l'objet réel:

NON UTILISE

Le REP n'est pas en cours d'utilisation. La seule primitive de service autorisée est ReserveREP.req. Toutes les autres primitives de service doivent être rejetées. En principe, un REP dans le rôle d'objet réel ne sera jamais sur cet état, mais passera automatiquement à l'état IDLE RESERVED.

IDLE RESERVED

En général, l'état initial d'un REP dans le rôle d'objet réel. Le REP est réservé par l'utilisateur FAL, ou placé sur cet état automatiquement, mais n'est pas actuellement actif. Les primitives de service autorisées dans cet état pour les REP correspondant à un objet réel sont Get REP Attribute.req, Set REP Attribute.req et Free REP.req pour l'utilisateur FAL, et AR Send.ind pour la machine ARPM. Toutes les autres primitives de service doivent être rejetées.

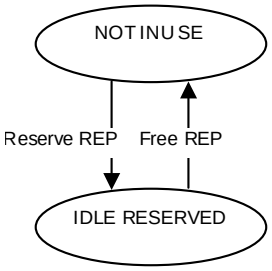
WAITING FOR RESPONSE

Un REP dans le rôle d'objet réel ne sera jamais placé sur cet état.

REPONSE RECUE

Un REP dans le rôle d'objet réel ne sera jamais placé sur cet état.

La Figure 13 illustre les états du diagramme d'états de l'objet réel de la machine FSPM.



Légende

Anglais	Français
NOT IN USE	NON UTILISE
Free REP	Libérer REP
Reserve REP	Réserver REP
IDLE RECEIVED	REPOS RECU

Figure 13 – Diagramme d'états des objets réels FSPM

8.2.3.2 Transitions d'états

8.2.3.2.1 AR Send.ind

Suite à cette invocation de services, la machine FSPM doit vérifier si elle est prête à recevoir une indication de la machine ARPM (état de la machine FSPM IDLE RESERVED). Dans l'affirmative, vérifier l'unité APDU reçue et si tout est OK, interagir directement avec l'objet de variable adressé, qui renvoie le résultat. Enfin, la machine FSPM doit émettre une primitive AR Send.req pour envoyer le résultat. Les contraintes sont présentées dans le Tableau 17.

Tableau 17 – Contraintes relatives à AR Send.ind real FSPM

ID de la condition	Description de la condition
1	L'état de l'attribut REP doit être IDLE RESERVED
2	Le champ du corps d'unité APDU Identificateur de l'objet de variable doit indiquer un objet de variable conforme

Si cette condition est respectée, l'indication AR Send est gérée comme indiqué dans le Tableau 18.

Tableau 18 – Actions relatives à AR Send.ind real FSPM

ID de l'action	Description de l'action
1	Si l'objet de variable adressé ne peut pas répondre dans le temps spécifié par l'attribut AREP MaxIndicationDelay, émettre une primitive de service AR Acknowledge. Le paramètre Chemin de destination doit être une copie du paramètre Chemin source de l'indication AR Send. Le paramètre Chemin source doit être une copie du paramètre Chemin de destination de l'indication AR Send. Le paramètre Priorité doit être 0. Le paramètre Confirmation doit être Non confirmé. Le paramètre ID du serveur LAN distant doit être une copie du paramètre ID du serveur LAN distant de l'indication AR Send.
2	Interagir directement avec l'objet de variable adressé, qui doit construire l'unité APDU de réponse appropriée.
3	Emettre une primitive de service AR Send. Le paramètre Chemin de destination doit être une copie du paramètre Chemin source de l'indication AR Send. Le paramètre Chemin source doit être une copie du paramètre Chemin de destination de l'indication AR Send. Le paramètre Priorité doit être 0. Le paramètre Confirmation doit être Non confirmé. Le paramètre ID du serveur LAN distant doit être une copie du paramètre ID du serveur LAN distant de l'indication AR Send. Les paramètres de l'en-tête d'unité APDU et du corps d'unité APDU doivent respecter la construction de l'objet de variable.

9 Machine de protocole de relations AR (ARPM)

9.1 Primitives échangées entre les machines ARPM et FSPM

Les primitives échangées entre les machines ARPM et FSPM, et entre une machine ARPM et une autre apparaissent dans le Tableau 19 et dans le Tableau 21.

Tableau 19 – Primitives adressées par la machine de protocole FSPM à la machine ARPM

Nom de la primitive	Source	Paramètres associés	Commentaires
AR Send.req	FSPM	Route info, APDU Header, APDU Body	Cette primitive permet de transmettre une unité APDU contenant une demande ou une réponse de la machine FSPM à la machine ARPM
AR Acknowledge.req	FSPM	Info de route	La machine FSPM utilise cette primitive pour indiquer que l'objet de variable n'est pas en mesure de traiter l'indication précédente immédiatement

Tableau 20 – Primitives adressées par la machine de protocole ARPM à la machine FSPM

Nom de la primitive	Source	Paramètres associés	Commentaires
AR Send.ind	ARPM	Route info, APDU Header, APDU Body	Cette primitive permet de transmettre une unité APDU contenant une demande ou une réponse de la machine ARPM à la machine FSPM

Tableau 21 – Primitives adressées par une machine ARPM à une autre

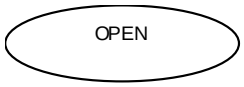
Nom de la primitive	Source	Paramètres associés	Commentaires
AR Send.ind	ARPM	Route info, APDU Header, APDU Body	Cette primitive permet de transmettre une unité APDU contenant une demande ou une réponse de la machine ARPM à une autre machine ARPM

9.2 Etats de la machine ARPM

9.2.1 Généralités

Les états suivants sont définis pour un AREP: OPEN, comme illustré à la Figure 14.

9.2.2 Présentation



Légende

Anglais	Français
OPEN	OUVERT

Figure 14 – Diagramme d'états ARPM

OUVERT

L'AREP est initialisé et prêt à accepter des primitives de service.

9.2.3 Passages d'état de l'expéditeur

9.2.3.1 AR Send.req

Suite à cette invocation de services, la machine ARPM doit délivrer les paramètres reçus à la machine DLPM adressée par une nouvelle invocation de service AR Send. Si cela n'est pas possible, la demande est rejetée et une erreur de routage du résultat d'envoi AR est renvoyée.

Les contraintes sont présentées dans le Tableau 22.

Tableau 22 – Contraintes relatives à AR Send.req ARPM

ID de la condition	Description de la condition
1	L'état de l'attribut AREP doit être OPEN
2	Première adresse du paramètre Route info, le chemin de destination doit spécifier une machine DLPM sur l'état OPEN

Si cette condition est respectée, les paramètres AR Send sont délivrés à la machine DLPM comme indiqué dans le Tableau 23.

Tableau 23 – Actions relatives à AR Send.req ARPM

ID de l'action	Description de l'action
1	Emettre une primitive de service AR Send à la machine DLPM, avec les mêmes paramètres que cette indication

9.2.3.2 AR Acknowledge.req

Suite à cette invocation de services, la machine ARPM doit délivrer les paramètres reçus à la machine DLPM adressée par une nouvelle invocation de services AR Acknowledge. Si ce n'est pas possible, la demande est rejetée.

Les contraintes sont présentées dans le Tableau 24.

Tableau 24 – Contraintes relatives à AR Acknowledge.req ARPM

ID de la condition	Description de la condition
1	L'état de l'attribut AREP doit être OPEN
2	Première adresse du paramètre Route info, le chemin de destination doit spécifier une machine DLPM sur l'état OPEN

Si cette condition est respectée, les paramètres AR Acknowledge sont délivrés à la machine DLPM comme indiqué dans le Tableau 25.

Tableau 25 – Actions relatives à AR Acknowledge.req ARPM

ID de l'action	Description de l'action
1	Emettre une primitive de service AR Acknowledge à la machine DLPM, avec les mêmes paramètres que cette indication

9.2.4 Transitions d'états du destinataire

9.2.4.1 AR Send.ind

Suite à cette invocation de services, la machine ARPM doit délivrer les paramètres reçus à la destination adressée par une nouvelle invocation de services AR Send. La destination adressée peut être un REP ou un autre AREP. S'il n'est pas possible de délivrer les paramètres reçus, la demande est rejetée et une erreur de routage du résultat d'envoi AR est renvoyée.

Les contraintes sont présentées dans le Tableau 26.

Tableau 26 – Contraintes relatives à AR Send.ind ARPM

ID de la condition	Description de la condition
1	L'état de l'attribut AREP doit être OPEN
2	Première adresse du paramètre Route info, le chemin de destination doit indiquer un REP sur l'état IDLE RESERVED ou WAITING FOR RESPONSE, ou bien un point AREP sur l'état OPEN

Si cette condition est respectée, les paramètres AR Send sont délivrés à la machine FSPM comme indiqué dans le Tableau 27.

Tableau 27 – Actions relatives à AR Send.req ARPM

ID de l'action	Description de l'action
1	Si la première adresse du paramètre est Route info et que le chemin de destination indique un REP, émettre une primitive de service AR Send au REP adressé, avec les mêmes paramètres que cette indication
2	Si la première adresse du paramètre est Route info et si le chemin de destination indique un autre point AREP, émettre une primitive de service AR Send sur le point AREP adressé avec les mêmes paramètres que cette indication, et émettre une primitive AR Acknowledge à la machine DLPM depuis laquelle cette indication a été reçue, en veillant à ce que Route info, paramètre du Chemin de destination soit égal à Route info, paramètre du Chemin source de cette indication, et que Route info, paramètre du Chemin source soit égal à Route info, paramètre du Chemin de destination de cette indication

10 Machine de protocole de mapping de couche DLL

10.1 Sélection des services de couche liaison de données

10.1.1 Généralités

Le Paragraphe 10.1 décrit brièvement les services de couche liaison de données utilisés par le FAL. Ces services de couche liaison de données sont définis dans la spécification de services de couche liaison de données (CEI 61158-3-4).

10.1.2 Demande DL-UNITDATA

Ce service permet de transmettre une unité APDU depuis un point AREP, et de la délivrer en tant qu'unité DLSDU à une entité DLE.

10.1.3 Indication de DL-UNITDATA

Ce service permet de recevoir une unité DLSPDU depuis une entité DLE, et de la délivrer en tant qu'unité APDU à un point AREP.

10.1.4 Response de DL-UNITDATA

Ce service permet d'informer l'entité DLE qu'une réponse ne sera pas préparée à temps.

10.1.5 Primitive et paramètres DLM-Set

Ce service permet de mettre à jour localement les valeurs des attributs de l'entité DLE.

10.1.6 Primitive et paramètres DLM-Get

Ce service permet de lire localement les valeurs des attributs de l'entité DLE.

10.2 Primitives échangées entre les machines ARPM et DLPM

Les primitives échangées entre les machines DLPM et ARPM sont décrites dans le Tableau 28 et le Tableau 29.

Tableau 28 – Primitives adressées par la machine ARPM à la machine DLPM

Nom de la primitive	Source	Paramètres associés	Commentaires
AR Send.req	ARPM	Route info, APDU Header, APDU Body	Cette primitive permet de transmettre une unité APDU contenant une demande ou une réponse de la machine ARPM à la machine DLPM
AR Acknowledge.req	ARPM	Info de route	La machine ARPM utilise cette primitive pour indiquer que l'objet de variable n'est pas en mesure de traiter l'indication précédente immédiatement

Tableau 29 – Primitives adressées par la machine DLPM à la machine ARPM

Nom de la primitive	Source	Paramètres associés	Commentaires
AR Send.ind	ARPM	Route info, APDU Header, APDU Body	Cette primitive permet de transmettre une unité APDU contenant une demande ou une réponse de la machine DLPM à la machine ARPM

10.3 Primitives échangées entre la machine DLPM et la couche Liaison de données

Les primitives échangées entre les machines DLPM et ARPM sont décrites dans le Tableau 30 et le Tableau 31.

Tableau 30 – Primitives adressées par la machine DLPM à la couche Liaison de données

Nom de la primitive	Source	Paramètres associés	Commentaires
Request de DL-UNITDATA	DLPM	Destination-DL-route, Source-DL-route, Priority, Maximum retry time, Control-status, Data-field-format, DLSDU	Cette primitive permet de transmettre une unité DLSDU contenant une demande ou une réponse à l'entité DLE
Response de DL-UNITDATA	DLPM	Destination-DL-route, Source-DL-route	Cette primitive permet d'indiquer à l'entité DLE que l'indication précédente ne peut pas être traitée immédiatement

Tableau 31 – Primitives adressées par la couche Liaison de données à la machine DLPM

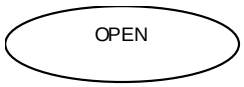
Nom de la primitive	Source	Paramètres associés	Commentaires
Indication de DL-UNITDATA	DLL	Destination-DL-route, Source-DL-route, Confirmation expected, Control-status, Data-field-format, DLSDU	Cette primitive permet de transmettre une unité DLSDU contenant une demande ou une réponse de l'entité DLE à la machine DLPM

10.4 Etats de la machine DLPM

10.4.1 Etats

Les états suivants sont définis pour une machine DLPM: OPEN, comme illustré à la Figure 15.

10.4.2 Présentation



Légende

Anglais	Français
OPEN	OUVERT

Figure 15 – Diagramme d'états de la machine DLPM

OUVERT

La machine DLPM est initialisée et prête à accepter des primitives de service.

10.4.3 Passages d'état de l'expéditeur

10.4.3.1 AR Send.req

Suite à cette invocation de services, la machine DLPM doit délivrer les paramètres reçus à l'entité DLE par une primitive "request" de DL-UNITDATA. Si ce n'est pas possible, la demande est rejetée.

Les contraintes sont présentées dans le Tableau 32.

Tableau 32 – Contraintes relatives à AR Send.req DLPM

ID de la condition	Description de la condition
1	L'état de la machine DLPM doit être OPEN

Si cette condition est respectée, les paramètres AR Send sont convertis et délivrés à l'entité DLE comme indiqué dans le Tableau 33.

Tableau 33 – Actions relatives à AR Send.req DLPM

ID de l'action	Description de l'action
1	Première adresse du paramètre Route info, le chemin de destination est supprimé. Le résultat est délivré en tant que paramètre du chemin de DL de destination de la primitive "request" de DL-UNITDATA
2	Le paramètre Route info, Chemin source, est délivré en tant que paramètre du chemin de DL source de la primitive "request" de DL-UNITDATA
3	Le paramètre Route info, Priorité, est délivré en tant que paramètre Priorité de la primitive "request" de DL-UNITDATA
4	L'attribut du point AREP, MaxRetryTime, est délivré comme le paramètre Maximum retry time de la primitive "request" de DL-UNITDATA
5	Le paramètre APDU Header, ControlStatus, est délivré en tant que paramètre Control-status de la primitive "request" de DL-UNITDATA
6	Le paramètre APDU Header, DataFieldFormat, est délivré sur les bits 7 et 8, et l'en-tête d'unité APDU, DataLength est délivré sur les bits 1 à 6 du paramètre Data-field-format de la primitive "request" de DL-UNITDATA
7	Le paramètre APDU Body est délivré en tant que paramètre DLSDU de la primitive "request" de DL-UNITDATA

10.4.3.2 AR Acknowledge.req

Suite à cette invocation de services, la machine DLPM doit remettre les paramètres reçus à l'entité DLE par une primitive "response" de DL-UNITDATA. Si ce n'est pas possible, aucune action n'est entreprise.

Les contraintes sont présentées dans le Tableau 34.

Tableau 34 – Contraintes relatives à AR Acknowledge.req DLPM

ID de la condition	Description de la condition
1	L'état de la machine DLPM doit être OPEN

Si cette condition est respectée, les paramètres AR Acknowledge sont convertis et délivrés à l'entité DLE comme indiqué dans le Tableau 35.

Tableau 35 – Actions relatives à AR Acknowledge.req DLPM

ID de l'action	Description de l'action
1	Première adresse du paramètre Route info, le chemin de destination est supprimé. Le résultat est délivré en tant que paramètre du chemin de DL de destination de la primitive "response" de DL-UNITDATA
2	Le paramètre Route info, Chemin source, est délivré en tant que paramètre du chemin de DL source de la primitive "response" de DL-UNITDATA

10.4.4 Transitions d'états du destinataire

10.4.4.1 Indication de DL-UNITDATA

Suite à l'invocation de services de l'indication de DL d'UNITDATA, la machine DLPM doit délivrer les paramètres reçus de l'entité DLE au point AREP par une invocation de services AR Send. Si ce n'est pas possible, la demande est rejetée.

Les contraintes sont présentées dans le Tableau 36.

Tableau 36 – Contraintes relatives à DL-UNITDATA.ind DLPM

ID de la condition	Description de la condition
1	L'état de l'attribut AREP doit être OPEN

Si cette condition est respectée, les paramètres AR Send sont délivrés à la machine ARPM comme indiqué dans le Tableau 37.

Tableau 37 – Contraintes relatives à DL-UNITDATA.ind DLPM

ID de l'action	Description de l'action
1	L'adresse du point AREP est insérée devant tous les éléments dans le paramètre Chemin de DL de source. Le résultat est délivré en tant que Route info, paramètre du chemin source de la primitive AR Send
2	Le paramètre Chemin de DL de destination est délivré en tant que Route info, paramètre du chemin source de la primitive AR Send
3	Le paramètre Route info Priorité est défini sur 0
5	Le paramètre Confirmation attendue est délivré comme le paramètre Confirmation de la primitive AR Send
6	Le paramètre Control-status est délivré comme l'en-tête d'unité APDU, paramètre ControlStatus de la primitive AR Send
7	Les bits 1 à 6 du paramètre Data-field-format sont délivrés comme l'en-tête d'unité APDU, paramètre DataLength de la primitive AR Send
8	Les bits 7 et 8 du paramètre Data-field-format sont délivrés comme l'en-tête d'unité APDU, paramètre DataFieldFormat de la primitive AR Send
9	Le paramètre DLSDU est délivré comme le paramètre du corps d'unité APDU de la primitive AR Send

11 Options de protocole

Il n'existe pas d'options à sélectionner pour le Type 4.

Bibliographie

CEI 61158-1, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 1: Présentation et lignes directrices des séries CEI 61158 et CEI 61784*

CEI 61158-4-4, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 4-4: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Eléments de type 4*

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

CEI 61784-2, *Réseaux de communication industriels – Profils – Partie 2: Profils de bus de terrain supplémentaires pour les réseaux en temps réel basés sur l'ISO/CEI 8802-3*

_____

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch