

DIN EN 61158-5-22

ICS 35.100.70; 35.160

Ersatz für
DIN EN 61158-5-22:2013-01
Siehe Anwendungsbeginn

**Industrielle Kommunikationsnetze –
Feldbusse –
Teil 5-22: Dienstfestlegungen des Application Layer
(Anwendungsschicht) – Typ 22-Elemente
(IEC 61158-5-22:2014);
Englische Fassung EN 61158-5-22:2014, nur auf CD-ROM**

Industrial communication networks –
Fieldbus specifications –
Part 5-22: Application layer service definition – Type 22 elements
(IEC 61158-5-22:2014);
English version EN 61158-5-22:2014, only on CD-ROM

Réseaux de communication industriels –
Spécifications des bus de terrain –
Partie 5-22: Définition des services de la couche application – Éléments de type 22
(CEI 61158-5-22:2014);
Version anglaise EN 61158-5-22:2014, seulement en CD-ROM

Gesamtumfang 88 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2014-09-22 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2015-08-01.

Für DIN EN 61158-5-22:2013-01 besteht eine Übergangsfrist bis 2017-09-22.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61158-500:2013-08.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 956 „Feldbus“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 65C „Industrial networks“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Präsidium des DIN hat mit Präsidialbeschluss 1/2004 festgelegt, dass DIN-Normen, deren Inhalt sich auf internationale Arbeitsergebnisse der Informationsverarbeitung gründet, unter bestimmten Bedingungen allein in englischer Sprache veröffentlicht werden dürfen. Diese Bedingungen sind für die vorliegende Norm erfüllt.

Da sich die Benutzer der vorliegenden Norm der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die Englische Fassung der EN 61158-5-22 veröffentlicht. Zu deren Abschnitt 1, der den Anwendungsbereich festlegt, und Abschnitt 3, der die Begriffe festlegt, wurde eine Übersetzung angefertigt und als Nationaler Anhang NA der vorliegenden Norm hinzugefügt. Für viele der verwendeten Begriffe existieren keine gebräuchlichen deutschen Benennungen, da sich die deutschen Anwender in der Regel ebenfalls der englischen Benennungen bedienen. Diese Norm steht nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit Rechtsvorschriften und ist nicht als Sicherheitsnorm anzusehen.

Einführung

Ein Feldbus ist ein digitaler serieller Datenbus für die Kommunikation zwischen Geräten der industriellen Automatisierungstechnik wie beispielsweise Messeinrichtungen, Stellgliedern, Reglern und speicherprogrammierbaren Steuerungen. Die Normen der Reihe DIN EN 61158 legen eine Anzahl von Feldbus-Protokolltypen fest. Die vorliegende Norm legt die Dienste des Application Layer für Typ 22 fest.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61158-5-22:2013-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen auf den neuesten Stand gebracht.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61158-5-22: 2013-01

Nationaler Anhang NA (informativ)

1 Anwendungsbereich^{N1)}

1.1 Allgemeines

Der Feldbus-Application Layer (FAL) liefert Benutzerprogramme mit Hilfsmitteln für den Zugriff auf die Feldbuskommunikationsumgebung. In dieser Hinsicht kann der FAL als ein Fenster zwischen zugehörigen Anwendungsprogrammen betrachtet werden.

Diese Norm stellt für Typ 2-Feldbusse maßgebliche allgemeine Elemente für zeitkritischen und nicht zeitkritischen Datentransfer zwischen Anwendungsprogrammen in einer Automatisierungsumgebung bereit. Der Begriff „zeitkritisch“ (en: time-critical) wird verwendet, um die Präsenz eines Zeitfensters darzustellen, in dem eine oder mehrere festgelegte Aktivitäten mit einem vorbestimmten Grad an Gewissheit erledigt werden. Das Scheitern der Erledigung der festgelegten Aktivität innerhalb des Zeitfensters trägt das Risiko des Betriebsausfalls der Anwendung mit und somit das aufgeförderte Eingreifen mit dazugehörigem Risiko für Geräte, Anlage und möglicherweise Menschenleben.

Diese Norm definiert auf eine abstrakte Art und Weise den von außen sichtbaren Dienst, der vom Typ 2 des Feldbus-Application Layer bereitgestellt wird, in Form von:

- a) einem abstrakten Modell für das Beschreiben von Anwendungsressourcen (Objekten), die von Benutzern mittels FAL-Diensten verstellt werden können,
- b) Aktivitäten und Ereignissen der Dienstprimitiven,
- c) den mit den Aktivitäten und Ereignissen der Dienstprimitiven verbundenen Parametern, sowie der Form, die sie einnehmen und
- d) dem Zusammenhang zwischen diesen Aktivitäten und Ereignissen und ihren gültigen Abläufen.

Die Zielsetzung dieser Norm ist es, Dienste zu definieren, die bereitgestellt werden für:

- den FAL-Benutzer an der Grenze zwischen dem Benutzer und dem Application Layer des Feldbus-Referenzmodells und
- das Systemmanagement an der Grenze zwischen dem Application Layer und dem Systemmanagement des Feldbus-Referenzmodells.

Diese Norm beschreibt die Struktur und die Dienste des Typ 2-Feldbus-Application Layer in Übereinstimmung mit dem OSI-Basis-Referenzmodell (ISO/IEC 7498-1) und der OSI-Application Layer-Struktur (ISO/IEC 9545).

FAL-Dienste und Protokolle sind von FAL-Anwendungseinheiten (AE) bereitgestellt, welche innerhalb von Anwendungsprozessen enthalten sind. Die FAL AE besteht aus einer Menge von objektorientierten Anwendungsdienstelementen (ASEs) und Layer-Management-Einheiten (LME), welche die AE verwalten. Die ASEs liefern Kommunikationsdienste, die auf einer Menge von zugehörigen Anwendungsprozessobjekt(APO-) Klassen arbeitet. Eine der FAL ASEs ist eine Management-ASE, welche eine Menge gemeinsamer Dienste für das Management der Instanzen der FAL-Klassen bereitstellt.

Obwohl diese Dienste, aus dem Blickwinkel der Anwendung, beschreiben, wie Anfrage und Antwort ausgegeben und abgegeben werden, beinhalten sie keine Festlegung, was die anfragenden und antwortenden Anwendungen mit diesen vorzunehmen haben. Die Verhaltensaspekte der Anwendungen sind nicht festgelegt, nur eine Definition, welche Anfragen und Antworten diese senden/empfangen können, ist beschrieben. Dies erlaubt den FAL-Benutzern eine größere Flexibilität, um solch ein Objektverhalten zu standardisieren. Zusätzlich zu diesen Diensten sind in dieser Norm ebenfalls einige unterstützende Dienste festgelegt, um den Zugriff zum FAL bereitzustellen und somit bestimmte Aspekte des Betriebs zu steuern.

^{N1)} Die Nummerierung aus IEC 61158-5-22 wurde beibehalten.

1.2 Spezifikationen

Das hauptsächliche Ziel dieser Norm ist es, für zeitkritische Kommunikation geeignete Eigenschaften der konzeptionellen Application Layer-Dienste festzulegen und folglich die Ergänzung des OSI-Basisreferenzmodells mit der Anleitung der Entwicklung der Application Layer-Protokolle für die zeitkritische Kommunikation.

Ein zweites Ziel ist das Bereitstellen von Migrationspfaden von bisherigen bestehenden industriellen Kommunikationsprotokollen. Es ist dieses letztere Ziel, welches zur Steigerung von unterschiedlichen genormten Diensten, als verschiedene Typen der IEC 61158, führt.

Diese Spezifikation darf als Basis für formelle Application-Programmierschnittstellen verwendet werden. Nichtsdestotrotz ist es keine formelle Programmierschnittstelle, und jede derartige Schnittstelle hat Implementierungsanforderungen zu erfüllen, die nicht von dieser Spezifikation abgedeckt werden und Folgendes beinhalten:

- a) die Größen und Oktett-Folgen von verschiedenen Multi-oktett-Dienstparametern,
- b) die Korrelation von gepaarten Anfrage- und Indikationsprimitiven oder Anweisungs- und Antwortprimitiven.

1.3 Konformität

Diese Norm legt keine individuellen Implementierungen oder Produkte fest, auch beschränkt sie die Implementierungen von Application Layer-Einheiten innerhalb eines industriellen Automatisierungssystems nicht.

Es gibt keine Konformität von Geräten zu dieser Application Layer-Dienstdefinitionsnorm. Stattdessen wird Konformität durch die Implementierung der entsprechenden Application Layer-Protokolle erreicht, welche den Typ 2 der Application Layer-Dienste, wie in dieser Norm beschrieben, erfüllen.

3.5 Spezielle Begriffe für den Feldbus-Application Layer Typ 22

3.5.1

Anwendung

(en: application)

Funktion, für die Daten ausgetauscht werden

3.5.2

Anwendungsobjekt

(en: application object)

Repräsentation einer bestimmten Komponente innerhalb eines Gerätes

3.5.3

azyklische Daten

(en: acyclic data)

Daten, die von Zeit zu Zeit zu bestimmten Zwecken übertragen werden

3.5.4

Bit

(en: bit)

Informationseinheit, die aus einer 0 oder 1 besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Bit ist die kleinste Dateneinheit, die übertragen werden kann.

3.5.5

Zelle

(en: cell)

Synonym für ein einzelnes DL-Segment, welches das RTFL-Kommunikationsmodell einsetzt

3.5.6

Kanal

(en: channel)

Pfad, der für die Übertragung von Daten bereitgestellt wird

3.5.7

Client

(en: client)

Objekt, das durch Initiieren einer Nachricht die Dienste eines Servers nutzt, um eine Aufgabe auszuführen

3.5.8

Kommunikationszyklus

(en: communication cycle)

festgelegte Zeitdauer, innerhalb der das Root-Gerät leere Rahmen für die Initiierung der zyklischen Kommunikation ausgibt, bei der Daten über den zyklischen Datenkanal und den Nachrichtenkanal übertragen werden

3.5.9

Verbindung

(en: connection)

logische Verknüpfung zwischen zwei Anwendungsobjekten

3.5.10

Zykluszeit

(en: cycle time)

Dauer eines Kommunikationszyklus

3.5.11

zyklisch

(en: cyclic)

Ereignisse, die sich regelmäßig wiederholen

3.5.12

zyklische Kommunikation

(en: cyclic communication)

periodischer Austausch von Telegrammen

3.5.13

zyklische Daten

(en: cyclic data)

Daten, die regelmäßig und wiederholt zu bestimmten Zwecken übertragen werden

3.5.14

zyklischer Datenkanal (CDC)

(en: cyclic data channel, CDC)

Teil einer oder mehrerer DLPDUs, der für zyklische Daten reserviert ist

3.5.15

Daten

(en: data)

allgemeine Bezeichnung für jegliche über einen Feldbus übertragene Informationen

3.5.16

Gerät

(en: device)

an den Feldbus angeschlossene physische Entität

3.5.17

Fehler

(en: error)

Nichtübereinstimmung zwischen einem berechneten, beobachteten oder gemessenen Wert oder Zustand und dem festgelegten oder theoretisch richtigen Wert oder Zustand

3.5.18**Fehlercode**

(en: error code)

Identifikationsnummer eines bestimmten Fehlertyps

3.5.19**Gateway**

(en: gateway)

Gerät, das als Verbindungselement zwischen verschiedenen Protokollen agiert

3.5.20**Index**

(en: index)

Position eines Objekts innerhalb des Objektverzeichnisses

3.5.21**Kommunikation zwischen Zellen**

(en: inter-cell communication)

Datenübermittlung zwischen einem RTFL-Gerät und einem RTFN-Gerät oder zwischen einem RTFL-Gerät und einem anderen RTFL-Gerät in verschiedenen Zellen, die über ein RTFN miteinander verbunden sind

3.5.22**Schnittstelle**

(en: interface)

gemeinsam genutzte Grenze zwischen zwei funktionalen Einheiten, die durch funktionale Merkmale, Signalmerkmale oder entsprechend andere Merkmale festgelegt ist

3.5.23**Kommunikation innerhalb von Zellen**

(en: intra-cell communication)

Datenübermittlung zwischen einem RTFL-Gerät und einem anderen RTFL-Gerät in der gleichen Zelle

3.5.24**logische Doppellinie**

(en: logical double line)

Reihung des Root-Gerätes und sämtlicher gewöhnlicher Geräte, die die Kommunikations-DLPDU in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung verarbeiten

3.5.25**Zuordnungsparameter**

(en: mapping parameters)

Satz von Werten, der die Verbindung zwischen Anwendungsobjekten und Prozessdatenobjekten festlegt

3.5.26**Master-Uhr**

(en: master clock)

globale Zeitbasis für den PCS-Mechanismus

3.5.27**Nachricht**

(en: message)

geordnete Folge von Oktetten für die Übermittlung von Daten

3.5.28**Nachrichtenkanal (MSC)**

(en: message channel, MSC)

Teil einer oder mehrerer DLPDUs, der für azyklische Daten reserviert ist

3.5.29**Netzwerk**

(en: network)

Menge von Geräten, die über ein bestimmtes Kommunikationsmedium miteinander verbunden sind, einschließlich zwischengeschalteter Repeater, Bridges, Router und Gateways unterer Schichten

3.5.30

gewöhnliches Gerät

OD

(en: ordinary device; OD)

Slave im Kommunikationssystem, der RTFL für den zyklischen und azyklischen Datenaustausch mit anderen gewöhnlichen Geräten in derselben logischen Doppellinie einsetzt

3.5.31

präzise Uhrensynchronisation

PCS

(en: precise clock synchronisation; PCS)

Mechanismus zur Synchronisation von Uhren in RTFL-Geräten und zur Aufrechterhaltung einer globalen Zeitbasis

3.5.32

Prozessdaten

(en: process data)

Daten, die zu Verarbeitungszwecken zyklisch oder azyklisch übertragen werden

3.5.33

Prozessdatenobjekt

(en: process data object)

zweckbestimmtes Datenobjekt, das zu Verarbeitungszwecken zyklisch oder azyklisch übertragen wird

3.5.34

Protokoll

(en: protocol)

Vereinbarung über die Datenformate, Zeitabfolgen und die Fehlerkorrektur für den Datenaustausch von Kommunikationssystemen

3.5.35

Root-Gerät

RD

(en: root device; RD)

Master im Kommunikationssystem, der den zyklischen und azyklischen RTFL-Datenaustausch für eine logische Doppellinie organisiert, initiiert und steuert

3.5.36

RTFL

(en: real time frame line; RTFL)

Kommunikationsmodell für die Datenübermittlung in einer logischen Doppellinie

3.5.37

RTFN

(en: real time frame network; RTFN)

Kommunikationsmodell für die Datenübermittlung in einem vermittelten Netzwerk

3.5.38

Rundlaufzeit

(en: round trip time)

Übertragungszeit, die eine DLPDU vom Root-Gerät zum letzten gewöhnlichen Gerät in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung benötigt

3.5.39

Subindex

(en: sub-index)

untergeordnete Position eines einzelnen Elements eines Objekts innerhalb des Objektverzeichnisses

3.5.40

Zeitsteuerungssignal

(en: timing signal)

zeitbasierte Meldung des Auftretens eines Ereignisses, üblicherweise als Unterbrechungssignal, eingesetzt für die Synchronisation von DL-Benutzern

3.5.41

Topologie

(en: topology)

physische Netzwerkarchitektur in Bezug auf die Verbindung zwischen den Stationen des Kommunikationssystems

– Leerseite –

English Version

**Industrial communication networks - Fieldbus specifications -
Part 5-22: Application layer service definition - Type 22 elements
(IEC 61158-5-22:2014)**

Réseaux de communication industriels - Spécifications des
bus de terrain - Partie 5-22: Définition des services de la
couche application - Éléments de type 22
(CEI 61158-5-22:2014)

Industrielle Kommunikationsnetze - Feldbusse -
Teil 5-22: Dienstfestlegungen des Application Layer
(Anwendungsschicht) - Typ 22-Elemente
(IEC 61158-5-22:2014)

This European Standard was approved by CENELEC on 2014-09-22. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.



European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

Foreword

The text of document 65C/763/FDIS, future edition 2 of IEC 61158-5-22, prepared by SC 65C "Industrial networks" of IEC/TC 65 "Industrial-process measurement, control and automation" was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and approved by CENELEC as EN 61158-5-22:2014.

The following dates are fixed:

- latest date by which the document has to be (dop) 2015-06-22
implemented at national level by
publication of an identical national
standard or by endorsement
- latest date by which the national (dow) 2017-09-22
standards conflicting with the
document have to be withdrawn

This document supersedes EN 61158-5-22:2012.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CENELEC [and/or CEN] shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This document has been prepared under a mandate given to CENELEC by the European Commission and the European Free Trade Association.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 61158-5-22:2014 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

In the official version, for Bibliography, the following notes have to be added for the standards indicated:

IEC 61784-1	NOTE	Harmonized as EN 61784-1.
IEC 61784-2	NOTE	Harmonized as EN 61784-2.

CONTENTS

INTRODUCTION.....	5
1 Scope	6
1.1 General.....	6
1.2 Specifications	7
1.3 Conformance	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions, abbreviations, symbols and conventions	8
3.1 ISO/IEC 7498-1 terms.....	8
3.2 ISO/IEC 8822 terms.....	8
3.3 ISO/IEC 9545 terms.....	8
3.4 ISO/IEC 8824-1 terms.....	9
3.5 Type 22 fieldbus application-layer specific definitions	9
3.6 Abbreviations and symbols	12
3.7 Conventions	14
4 Concepts.....	17
4.1 Common concepts	17
4.2 Type specific concepts	17
5 Data type ASE.....	21
5.1 Overview	21
5.2 Formal definition of data type objects	21
5.3 FAL defined data types	21
6 Communication model specification	29
6.1 Application service elements (ASEs).....	29
6.2 Application relationships (ARs)	71
Bibliography	76
Annex ZA (normative) Normative references to international publications with their corresponding European publications.....	77
Figure 1 – Producer-consumer interaction model	19
Figure 2 – RTFL device reference model	20
Figure 3 – RTFN device reference model	21
Figure 4 – Type 22 CeS device structure	30
Figure 5 – Successful SDO expedited download sequence	43
Figure 6 – Successful SDO normal download initialization sequence.....	44
Figure 7 – Successful SDO download sequence	44
Figure 8 – Successful SDO expedited upload sequence.....	44
Figure 9 – Successful SDO normal upload initialization sequence	45
Figure 10 – Successful SDO upload sequence	45
Figure 11 – Failed SDO expedited download initialization sequence.....	45
Figure 12 – Failed SDO download after initialization sequence	46
Figure 13 – Failed SDO download sequence	46
Figure 14 – Emergency sequence	46

Figure 15 – Heartbeat sequence	47
Figure 16 – Process data write sequence	47
Figure 17 – PDO mapping principle	48
Figure 18 – Process data object	48
Figure 19 – SEF service sequence	61
Table 1 – Object dictionary structure	31
Table 2 – Initiate SDO expedited download service	51
Table 3 – Initiate SDO normal download service	52
Table 4 – SDO download service	54
Table 5 – Initiate SDO expedited upload service	55
Table 6 – Initiate SDO normal upload service	56
Table 7 – SDO upload service	57
Table 8 – SDO abort service	58
Table 9 – Process data write service	59
Table 10 – Emergency service (EMCY)	59
Table 11 – Heartbeat service	60
Table 12 – Send frame service	62
Table 13 – AL-Network verification service	64
Table 14 – AL-RTFL configuration service	65
Table 15 – AL-DelayMeasurement start service	66
Table 16 – AL-DelayMeasurement read service	67
Table 17 – PCS configuration service	67
Table 18 – MII read service	68
Table 19 – MII write service	68
Table 20 – AL-RTFN scan network read service	69
Table 21 – Application layer management service	69
Table 22 – Start synchronization service	70
Table 23 – Stop synchronization service	70
Table 24 – PTPNSU AREP class	72
Table 25 – PTMNSU AREP class	73
Table 26 – PTPNSC AREP class	73
Table 27 – PTPUTC AREP class	73
Table 28 – FAL services by AREP class	74
Table 29 – FAL services by AREP role	75

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 service is provided by the application protocol making use of the services available from the data-link or other immediately lower layer. This standard defines the application service characteristics that fieldbus applications and/or system management may exploit.

Throughout the set of fieldbus standards, the term “service” refers to the abstract capability provided by one layer of the OSI Basic Reference Model to the layer immediately above. Thus, the application layer service defined in this standard is a conceptual architectural service, independent of administrative and implementation divisions.

INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

Part 5-22: Application layer service definition – Type 22 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 22 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 defines in an abstract way the externally visible service provided by the fieldbus application layer in terms of

- a) an abstract model for defining application resources (objects) capable of being manipulated by users via the use of the FAL service;
- b) the primitive actions and events of the service;
- c) the parameters associated with each primitive action and event, and the form which they take; and
- d) the interrelationship between these actions and events, and their valid sequences.

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

- a) the FAL user at the boundary between the user and the application layer of the fieldbus reference model; and
- b) Systems Management at the boundary between the application layer and Systems Management of the fieldbus reference model.

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

FAL services and protocols are provided by FAL application-entities (AE) contained within the application processes. The FAL AE is composed of a set of object-oriented application service elements (ASEs) and a layer management entity (LME) that manages the AE. The ASEs provide communication services that operate on a set of related application process object (APO) classes. One of the FAL ASEs is a management ASE that provides a common set of services for the management of the instances of FAL classes.

Although these services specify, from the perspective of applications, how request and responses are issued and delivered, they do not include a specification of what the requesting and responding applications are to do with them. That is, the behavioral aspects of the applications are not specified; only a definition of what requests and responses they can send/receive is specified. This

permits greater flexibility to the FAL users in standardizing such object behavior. In addition to these services, some supporting services are also defined in this standard to provide access to the FAL to control certain aspects of its operation.

1.2 Specifications

The principal objective of this standard is to specify the characteristics of conceptual application layer services suitable for time-critical communications, and thus supplement the OSI Basic Reference Model in guiding the development of application layer protocols for time-critical communications.

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 services standardized as the various Types of IEC 61158, and the corresponding protocols standardized in subparts of IEC 61158-6.

This specification may be used as the basis for formal application programming interfaces. Nevertheless, it is not a formal programming interface, and any such interface will need to address implementation issues not covered by this specification, including:

- a) the sizes and octet ordering of various multi-octet service parameters; and
- b) the correlation of paired request and confirm, or indication and response, primitives.

1.3 Conformance

This standard does not specify individual implementations or products, nor does it constrain the implementations of application layer entities within industrial automation systems.

There is no conformance of equipment to this application layer service definition standard. Instead, conformance is achieved through implementation of conforming application layer protocols that fulfill the application layer services as defined in this standard.

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 61131-3, *Programmable controllers – Part 3: Programming languages*

IEC 61158-1:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series*

IEC 61158-4-22:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-22: Data-link layer protocol specification – Type 22 elements*

IEC 61158-6-22, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-22: Application layer protocol specification – Type 22 elements*

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

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

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

ISO/IEC 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 10646, *Information technology – Universal Coded Character Set (UCS)*

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

ISO/IEC/IEEE 60559, *Information technology – Microprocessor systems – Floating-point arithmetic*

3 Terms, definitions, abbreviations, symbols and conventions

For the purposes of this document, the following terms, definitions, symbols and abbreviations as defined in these publications apply:

3.1 ISO/IEC 7498-1 terms

- 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

3.2 ISO/IEC 8822 terms

- a) abstract syntax
- b) presentation context

3.3 ISO/IEC 9545 terms

- 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

3.4 ISO/IEC 8824-1 terms

- a) object identifier
- b) type

3.5 Type 22 fieldbus application-layer specific definitions

3.5.1

application

function for which data is exchanged

3.5.2

application object

representation of a particular component within a device

3.5.3

acyclic data

data which is transferred from time to time for dedicated purposes

3.5.4

bit

unit of information consisting of a 1 or a 0

Note 1 to entry: This is the smallest data unit that can be transmitted.

3.5.5

cell

synonym for a single DL-segment which uses RTFL communication model

3.5.6

channel

path provided for conveying data

3.5.7

client

object which uses the services of a server by initiating a message to perform a task

3.5.8

communication cycle

fixed time period between which the root device issues empty DLPDUs for cyclic communication initiation in which data is transmitted utilizing CDC and MSC

3.5.9

connection

logical binding between two application objects

3.5.10

cycle time

duration of a communication cycle

3.5.11

cyclic

events which repeat in a regular and repetitive manner

3.5.12

cyclic communication

periodic exchange of telegrams

3.5.13

cyclic data

data which is transferred in a regular and repetitive manner for dedicated purposes

3.5.14

cyclic data channel

CDC

part of one or more DLPDUs, which is reserved for cyclic data

3.5.15

data

generic term used to refer to any information carried over a fieldbus

3.5.16

device

physical entity connected to the fieldbus

3.5.17

error

discrepancy between a computed, observed or measured value or condition and the specified or theoretically correct value or condition

3.5.18

error code

identification number of a specific type of error

3.5.19

gateway

device acting as a linking element between different protocols

3.5.20

index

position of an object within the object dictionary

3.5.21

inter-cell communication

communication between a RTFL device and a RTFN device or communication between a RTFL device and another RTFL device in different cells linked by RTFN

3.5.22

interface

shared boundary between two functional units, defined by functional characteristics, signal characteristic, or other characteristics as appropriate

3.5.23

intra-cell communication

communication between a RTFL device and another RTFL device in the same cell

3.5.24

logical double line

sequence of root device and all ordinary devices processing the communication DLPDU in forward and backward direction

3.5.25

mapping parameters

set of values defining the correspondence between application objects and process data objects

3.5.26

master clock

global time base for the PCS mechanism

3.5.27

message

ordered sequence of octets intended to convey data

3.5.28

message channel

MSC

part of one or more DLPDUs, which is reserved for acyclic data

3.5.29

network

set of devices connected by some type of communication medium, including any intervening repeaters, bridges, routers and lower-layer gateways

3.5.30

ordinary device

OD

slave in the communication system, which utilizes RTFL for cyclic and acyclic data interchange with other ODs in the same logical double line

3.5.31

precise clock synchronization

PCS

mechanism to synchronize clocks of RTFL devices and maintain a global time base

3.5.32

process data

data designated to be transferred cyclically or acyclically for the purpose of processing

3.5.33

process data object

dedicated data object(s) designated to be transferred cyclically or acyclically for the purpose of processing

3.5.34

protocol

convention about the data formats, time sequences, and error correction in the data exchange of communication systems

3.5.35

root device

RD

master in the communication system, which organises, initiates and controls the RTFL cyclic and acyclic data interchange for one logical double line

3.5.36

real time frame line

RTFL

communication model communicating in a logical double line

3.5.37

real time frame network

RTFN

communication model communicating in a switched network

3.5.38

round trip time

transmission time needed by a DLPDU from the RD to the last OD in forward and backward direction

3.5.39

sub-index

sub-position of an individual element of an object within the object dictionary

3.5.40

timing signal

time-based indication of the occurrence of an event, commonly as an interrupt signal, used for DL-user synchronization

3.5.41

topology

physical network architecture with respect to the connection between the stations of the communication system

3.6 Abbreviations and symbols

AE	Application entity
AL	Application layer
ALME	Application layer management entity
AP	Application process
APDU	Application layer protocol data unit
APO	Application process object
AR	Application relationship
AREP	Application relationship end point
ASE	Application service element
CAN	Controller area network
CDC	Cyclic data channel
CDCL	CDC line
CDCN	CDC network
CeS	CANopen expands Type 22
CL	Communication layer
Cnf	Confirmation
DA	Device address
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DL-	Data-link layer (as a prefix)
DLL	DL-layer
DLPDU	DL-protocol data unit
EDS	Electronic data sheet

EMCY	Emergency
FAL	Fieldbus application layer
GW	Gateway
ID	Identification
IETF	Internet Engineering Task Force
Ind	Indication
IP	Internet protocol
IPv4	IP version 4
IPv6	IP version 6
IRQ	Interrupt request
LME	Layer management entity
MAC	Medium access control
MC	Master clock
MII	Media independent interface
MSC	Message channel
MSCL	MSC line
MSCN	MSC network
OD	Ordinary device
OS	Operating system
OSI	Open systems interconnection
PCS	Precise clock synchronization
PDO	Process data object
PHY	Physical interface controller
PID	Packet ID
PTMNSU	Point-to-multipoint network-scheduled unconfirmed
PTPNSC	Point-to-point network-scheduled confirmed
PTPNSU	Point-to-point network-scheduled unconfirmed
PTPUTC	Point-to-point user-triggered confirmed
RD	Root device
Req	Request
RFC	Request for comments
Rsp	Response
RTF	Real time frame
RTFL	Real time frame line
RTFN	Real time frame network
RO	Read only
RW	Read and write access
Rx	Receive direction
RxPDO	Receive PDO

SDO	Service data object
SEF	Standard ISO/IEC 8802-3 DLPDU
StdErr	Standard error output
StdIn	Standard input
StdOut	Standard output
SYNC	Synchronization
TCP	Transmission control protocol
TT	Transmission type
Tx	Transmit direction
TxPDO	Transmit PDO
UDP	User datagram protocol
WO	Write only

3.7 Conventions

3.7.1 Overview

The FAL is defined as a set of object-oriented ASEs. Each ASE is specified in a separate sub-clause. Each ASE specification is composed of two parts, its class specification, and its service specification.

The class specification defines the attributes of the class. The attributes are accessible from instances of the class using the Object Management ASE services specified in Clause 5 of this standard. The service specification defines the services that are provided by the ASE.

3.7.2 General conventions

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

3.7.3 Conventions for class definitions

Class definitions are described using templates. Each template consists of a list of attributes for the class. The general form of the template is shown below:

FAL ASE:	ASE Name
CLASS:	Class name
CLASS ID:	#
PARENT CLASS:	Parent class name
ATTRIBUTES:	
1 (o) Key Attribute:	numeric identifier
2 (o) Key Attribute:	name
3 (m) Attribute:	attribute name(values)
4 (m) Attribute:	attribute name(values)
4.1 (s) Attribute:	attribute name(values)
4.2 (s) Attribute:	attribute name(values)
4.3 (s) Attribute:	attribute name(values)
5. (c) Constraint:	constraint expression
5.1 (m) Attribute:	attribute name(values)
5.2 (o) Attribute:	attribute name(values)

6	(m)	Attribute:	attribute name(values)
6.1	(s)	Attribute:	attribute name(values)
6.2	(s)	Attribute:	attribute name(values)

SERVICES:

1	(o)	OpsService:	service name
2	(c)	Constraint:	constraint expression
2.1	(o)	OpsService:	service name
3	(m)	MgtService:	service name

- (1) The "FAL ASE:" entry is the name of the FAL ASE that provides the services for the class being specified.
- (2) The "CLASS:" entry is the name of the class being specified. All objects defined using this template will be an instance of this class. The class may be specified by this standard, or by a user of this standard.
- (3) The "CLASS ID:" entry is a number that identifies the class being specified. This number is unique within the FAL ASE that will provide the services for this class. When qualified by the identity of its FAL ASE, it unambiguously identifies the class within the scope of the FAL. The value "NULL" indicates that the class cannot be instantiated. Class IDs between 1 and 255 are reserved by this standard to identify standardized classes. They have been assigned to maintain compatibility with existing national standards. CLASS IDs between 256 and 2048 are allocated for identifying user defined classes.
- (4) The "PARENT CLASS:" entry is the name of the parent class for the class being specified. All attributes defined for the parent class and inherited by it are inherited for the class being defined, and therefore do not have to be redefined in the template for this class.

NOTE The parent-class "TOP" indicates that the class being defined is an initial class definition. The parent class TOP is used as a starting point from which all other classes are defined. The use of TOP is reserved for classes defined by this standard.

- (5) The "ATTRIBUTES" label indicate that the following entries are attributes defined for the class.
 - a) Each of the attribute entries contains a line number in column 1, a mandatory (m) / optional (o) / conditional (c) / selector (s) indicator in column 2, an attribute type label in column 3, a name or a conditional expression in column 4, and optionally a list of enumerated values in column 5. In the column following the list of values, the default value for the attribute may be specified.
 - b) Objects are normally identified by a numeric identifier or by an object name, or by both. In the class templates, these key attributes are defined under the key attribute.
 - c) The line number defines the sequence and the level of nesting of the line. Each nesting level is identified by period. Nesting is used to specify
 - i) fields of a structured attribute (4.1, 4.2, 4.3),
 - ii) attributes conditional on a constraint statement (5). Attributes may be mandatory (5.1) or optional (5.2) if the constraint is true. Not all optional attributes require constraint statements as does the attribute defined in (5.2).
 - iii) the selection fields of a choice type attribute (6.1 and 6.2).

- (6) The "SERVICES" label indicates that the following entries are services defined for the class.
- a) An (m) in column 2 indicates that the service is mandatory for the class, while an (o) indicates that it is optional. A (c) in this column indicates that the service is conditional. When all services defined for a class are defined as optional, at least one has to be selected when an instance of the class is defined.
 - b) The label "OpsService" designates an operational service (1).
 - c) The label "MgtService" designates a management service (2).
 - d) The line number defines the sequence and the level of nesting of the line. Each nesting level is identified by period. Nesting within the list of services is used to specify services conditional on a constraint statement.

3.7.4 Conventions for service definitions

3.7.4.1 Overview

The service model, service primitives, and time-sequence diagrams used are entirely abstract descriptions; they do not represent a specification for implementation.

3.7.4.2 Service parameters

Service primitives are used to represent service user/service provider interactions (ISO/IEC 10731). They convey parameters which indicate information available in the user/provider interaction. In any particular interface, not all parameters need be explicitly stated.

The service specifications of this standard use a tabular format to describe the component parameters of the ASE service primitives. The parameters which apply to each group of service primitives are set out in tables. Each table consists of up to five columns for the:

- 1) parameter name;
- 2) request primitive;
- 3) indication primitive;
- 4) response primitive; and
- 5) confirm primitive.

One parameter (or component of it) is listed in each row of each table. Under the appropriate service primitive columns, a code is used to specify the type of usage of the parameter on the primitive specified in the column:

M	parameter is mandatory for the primitive.
U	parameter is a User option, and may or may not be provided depending on dynamic usage of the service user. When not provided, a default value for the parameter is assumed.
C	parameter is conditional upon other parameters or upon the environment of the service user.
(blank)	parameter is never present.
S	parameter is a selected item.

Some entries are further qualified by items in brackets. These may be

a) a parameter-specific constraint:

"(=)" indicates that the parameter is semantically equivalent to the parameter in the service primitive to its immediate left in the table.

b) an indication that some note applies to the entry:

"(n)" indicates that the following note "n" contains additional information pertaining to the parameter and its use.

3.7.4.3 Service procedures

The procedures are defined in terms of:

- the interactions between application entities through the exchange of fieldbus Application Protocol Data Units; and
- the interactions between an application layer service provider and an application layer service user in the same system through the invocation of application layer service primitives.

These procedures are applicable to instances of communication between systems which support time-constrained communications services within the fieldbus application layer.

4 Concepts

4.1 Common concepts

All of IEC 61158-1, Clause 9 is incorporated by reference, except as specifically overridden in 4.2.

4.2 Type specific concepts

4.2.1 Operating principle

Type 22 consists of two types of communication models: RTFL and RTFN. RTFL is used to ensure synchronized cyclic real-time communication. RTFN is used in to network several RTFL cells to an overall system providing data interchange between several RTFL cells and between RTFL cells and RTFN devices.

In this context, a RTFL cell describes a DL-segment which uses RTFL for communication. An RTFL cell consists of a root device (RD) and one or several ordinary devices (OD). The central RTFL cell element is the root device which organizes and controls RTFL cell sequences such as cyclic real-time frame sending. A RTFL RD has at least one connection to RTFL, and can include a gateway (GW) which additionally has connection to RTFN. As each OD in the RTFL cell can only have a RTFL connection, the RD incorporating a GW therefore operates as a link between RTFL and RTFN. RTFN communication is not coordinated like communication in RTFL, but utilized by a switched fully duplex ISO/IEC 8802-3 network. Thus, no determinism can be guaranteed for RTFN data transfer.

Communication of process and service data is accommodated by Type 22 networks using different mechanisms (channels) in RTFL and RTFN. Cyclic data can be transferred over the cyclic data channel (CDC). The message channel (MSC) allows additional acyclic data communication and is used for service data exchange.

Service data is typically transferred acyclic and is used for transfer of parameters, control commands, status and diagnostic data as well as for generally larger data segments. Service data are transferred either event driven or user driven (acyclic character). Parameter data used in particular in device configuration do not require strict time conditions whereas diagnostic data may have much greater time requirements.

In contrast, process data is typically transferred cyclically with different cycle times and higher real-time requirements.