

DIN EN 62591

ICS 35.160; 35.240.50

Ersatz für
DIN EN 62591:2011-11
Siehe Anwendungsbeginn

**Industrielle Kommunikationsnetze –
Drahtlose Kommunikationsnetze und Kommunikationsprofile –
WirelessHART™
(IEC 62591:2016);
Englische Fassung EN 62591:2016**

Industrial communication networks –
Wireless communication network and communication profiles –
WirelessHART™
(IEC 62591:2016);
English version EN 62591:2016

Réseaux de communication industriels –
Réseau de communications sans fil et profils de communication –
WirelessHART™
(IEC 62591:2016);
Version anglaise EN 62591:2016

Gesamtumfang 520 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-05-04 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2017-02-01.

Für DIN EN 62591:2011-11 besteht eine Übergangsfrist bis 2019-09-16.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62591:2014-05.

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 ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten 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 Anwender der vorliegenden Norm der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die Englische Fassung der EN 62591 veröffentlicht. Zu deren Abschnitt 3, der die Begriffe festlegt, wurde eine Übersetzung angefertigt und als Nationaler Anhang NA der vorliegenden Norm hinzugefügt. Für einige 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 62591:2011-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Erweiterung der Leistungsstatistik unter Verwendung von Leistungskennziffern (KPI). Diese Verbesserung führt im Ergebnis zur Ausdehnung der Statistiken, die durch Gateways bereitgestellt werden. Zum Beispiel wurde der Dienst lese Netzwerkgerätostatistik erweitert und der Dienst lese Netzwerkstatistik wurde hinzugefügt, um einen Überblick der Netzwerkleistung bereitzustellen.

- b) „Altdaten“-Erkennung wurde hinzugefügt (siehe die Dienste „lese Altdaten-Sollwerte“, „schreibe Altdaten-Timer“ und „schreibe Altdaten-Anzahl Sollwert“). Diese standardisierte Gateway-Auswertung soll Daten und Ereignisse aufarbeiten, welche das rechtzeitige Erreichen des Gateway verfehlt haben. Zum Beispiel würden Host-Anwendungen die „Update-Fehler“-Antwort empfangen, sollten die Prozessdaten der Befehlantwort veraltet sein.
- c) Gateway-Befehle wurden hinzugefügt.
- d) Ein Quarantäne Zustand wurde hinzugefügt.
- e) CCA-Modi wurden erweitert, um mit IEEE 802.15.4 übereinzustimmen.
- f) Klärungen zum Whitelist- und Blacklist-Management hinzugefügt.
- g) Klärungen zur Verbindung (z. B. erfordern nur einen einzigen Nachbarn) hinzugefügt.
- h) Klärungen bezüglich der Verwendung von Verbindungs-Links, Tabellen-Management und Voreinstellungen hinzugefügt.
- i) Fehlerbehebungen und Aktualisierungen durchgeführt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 62591: 2011-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Auszugsweise Übersetzung^{N1)}

3.2 Spezielle Begriffe

3.2.1

absolute Slotnummer

(en: absolute slot number)

Zählerstand aller Slots, die es seit der Einrichtung des Netzes gegeben hat

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Zahl wird stets inkrementiert und nie auf einen festen Wert oder Null zurückgesetzt. Ihr aktueller Wert ist stets die Folgenummer des aktuellen Slot. Ihr maximaler Wert beträgt $(2^{40} - 1)$, das nächste Inkrement erzeugt danach den Wert Null.

3.2.2

Bestätigung

positive Rückmeldung

(en: acknowledge)

explizite Datensicherungsantwort für den erfolgreichen Empfang einer gerichteten DLPDU, die keine Rundsendedaten enthält, von einem DLE-Quellgerät und der zweiten DLPDU einer Zwei-DLPDU-Transaktion

3.2.3

Adapter

(en: adapter)

Gerät im Netz, welches die Verbindung und die Datenübermittlung mit einem Feldgerät ermöglicht, das keine direkte Verbindung mit einem Typ-20-Netzwerk hat

3.2.4

Ausschreibungs-DLPDU

(en: Advertise DLPDU)

DLPDU, welche neue Geräte in das Netzwerk einlädt

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn sich ein Gerät mit einem Netzwerk verbinden will, dann hört es auf diese DLPDUs und verwendet anschließend die Informationen in der DLPDU, um sich mit dem Netzwerk zu synchronisieren und den Verbindungsvorgang einzuleiten.

3.2.5

analoger Kanal

(en: analog channel)

kontinuierlich sich veränderndes elektrisches Signal, welches ein Feldgerät mit dem übrigen Teil des Datenerfassungs- oder Steuerungssystems verbindet

Anmerkung 1 zum Begriff: Einige Feldgeräte unterstützen mehrere analoge Kanäle (Eingang oder Ausgang).

Anmerkung 2 zum Begriff: Jeder analoge Kanal übermittelt eine einzige dynamische Variable zu einem oder von einem Feldgerät.

3.2.6

Anwendung

(en: application)

Funktions- oder Datenstruktur, für die Daten aufgenommen oder erzeugt werden

[QUELLE: IEC 61158-6-9:2014, 3.2.1]

^{N1)} Nationale Fußnote: Die Nummerierung aus IEC 62591:2016-03 wurde beibehalten.

3.2.7**Anwendungsdomäne**

(en: application domain)

Klassifizierung der Prozessanwendung basierend auf Kommunikationspriorität und Kapazitätsanforderung

3.2.8**Anwendungsobjekt**

(en: application object)

Objektklasse, die zur Laufzeit für den Nachrichtenaustausch im Netzwerk und innerhalb des Gerätes im Netzwerk sorgt und ihn verwaltet

Anmerkung 1 zum Begriff: Es können mehrere Typen der Anwendungsobjektklassen definiert sein.

[QUELLE: IEC 61158-6-9:2014, 3.2.3]

3.2.9**Anwendungsbeziehung**

(en: application relationship)

kooperativer Zusammenschluss zwischen zwei oder mehr Aufrufen einer Anwendungsinstanz zum Zweck des Informationsaustausches und zur Koordinierung ihrer gemeinsamen Operationen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Beziehung wird entweder durch den Austausch von Anwendungsprotokolldateneinheiten oder als Ergebnis von vorkonfigurierten Aktivitäten ausgelöst.

[QUELLE: IEC 61158-6-9:2014, 3.2.8]

3.2.10**Endpunkt einer Anwendungsbeziehung**

(en: application relationship endpoint)

Umfeld und Verhalten einer Anwendungsbeziehung, wie sie von einem der in die Anwendungsbeziehung einbezogenen Anwendungsprozesse gesehen und aufrechterhalten wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Jeder in die Anwendungsbeziehung einbezogene Anwendungsprozess erhält seinen eigenen Endpunkt der Anwendungsbeziehung aufrecht.

3.2.11**ASN-Zeit**

(en: ASN time)

Zeit, die als absolute Slotnummer dargestellt wird; jeder bestimmte Zeitpunkt entspricht in diesem Fall einer absoluten Slotnummer

3.2.12**Attribut**

(en: attribute)

Beschreibung einer von außen sichtbaren Eigenschaft oder eines Merkmals eines Objekts

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Attribute eines Objekts enthalten Informationen über veränderliche Anteile eines Objekts. Sie liefern üblicherweise Statusinformationen oder steuern die Operation eines Objekts. Attribute können auch das Verhalten eines Objekts beeinflussen. Attribute werden in Klassenattribute und Instanzattribute unterteilt.

3.2.13**Verfügbarkeit**

(en: availability)

Prozentsatz von Datenpaketen, die das Gateway innerhalb des Zeitraums der Übertragungsrate erreichen

3.2.14**Verhalten**

(en: behavior)

Anzeige dafür, wie das Objekt auf bestimmte Ereignisse antwortet

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Beschreibung umfasst das Verhältnis zwischen Attributwerten und Diensten.

3.2.15

Rundsendung

(en: broadcast)

Prozess des Sendens einer PDU an alle Geräte, die an das Netzwerk angeschlossen sind und die Datenübermittlung empfangen können

3.2.16

Rundsendeadresse

(en: broadcast address)

von einem Master verwendete Adresse, um einen Befehl an alle Geräte zu senden

3.2.17

belegt

(en: busy)

Zustand eines Gerätes, welches aktiv an anderen Aufgaben arbeitet und zu diesem Zeitpunkt keinen Befehl ausführen kann

3.2.18

Kanal

(en: channel)

HF-Frequenzband, welches zur Übertragung eines modulierten Signals, welches Pakete trägt, verwendet wird

3.2.19

Liste gesperrter Kanäle

(en: channel blacklisting)

Verfahren der Ausschließung eines HF-Kanals von der Benutzung

3.2.20

Kanalspringen

(en: channel hopping)

regelmäßige Änderung der Sende- oder Empfangsfrequenz, um Störungen und Schwund zu bekämpfen

3.2.21

Kanaloffset

(en: channel offset)

verknüpfungsspezifischer Wert, der vom Netzwerk-Manager bereitgestellt und für die Berechnung des Kanals verwendet wird, der beim Kanalspringen zu benutzen ist

3.2.22

Klasse

(en: class)

Gruppe von Objekten, von denen alle die gleiche Art der Systemkomponente repräsentieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Klasse ist eine Verallgemeinerung des Objekts; eine Vorlage für die Festlegung von Variablen und Methoden. Alle Objekte in einer Klasse sind in ihrer Form und in ihrem Verhalten identisch, enthalten jedoch in ihren Attributen üblicherweise unterschiedliche Daten.

3.2.23

Klassenattribut

(en: class attributes)

Attribut, welches allen Objekten innerhalb derselben Klasse gemeinsam ist

3.2.24

Klassencode

(en: class code)

eindeutiger Bezeichner, der jeder Objektklasse zugewiesen wird

3.2.25**klassenspezifischer Dienst**

(en: class specific service)

Dienst, der von einer bestimmten Objektklasse definiert wird, um eine geforderte Funktion auszuführen, welche nicht von einem gemeinsamen Dienst ausgeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein klassenspezifisches Objekt ist für die festlegende Objektklasse eindeutig.

3.2.26**Feststellung eines freien Kanals**

(en: clear channel assessment)

Prüfung, ob ein HF-Kanal benutzt wird, um den Beginn einer Transaktion zu vermeiden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Feststellung erfolgt durch Abhören des Kanals vor dem ersten Senden der DLPDU einer Transaktion. Wenn ein Signal festgestellt wird, dann wird die Transaktion auf einen späteren TDMA-Slot verschoben.

3.2.27**Client****Dienstteilnehmer**

(en: client)

- a) Objekt, welches die Dienste eines anderen (Server-)Objektes zur Ausführung einer Aufgabe nutzt
- b) Initiator einer Nachricht, auf die ein Server reagiert, beispielsweise die Rolle eines AR-Endpunktes, indem er bestätigte Dienstanforderungs-APDUs an einen einzelnen AR-Endpunkt ausgibt, der als Server wirkt

[QUELLE: IEC 61158-6-9:2014, 3.2.17]

3.2.28**Koexistenz**

(en: coexistence)

Zustand, in dem alle Funkkommunikationssysteme einer Anlage das gleiche Medium teilen und dennoch alle ihre Anforderungen an die Anwendungskommunikation erfüllen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies stimmt mit der Definition von Koexistenz aus IEEE 802.15.2-2003 überein.

[QUELLE: IEC 62657-2:2013, 3.1.12]

3.2.29**Konformität, übereinstimmen mit**

(en: conformity, conform to)

Ergebnis einer systematischen Untersuchung des Umfangs, inwieweit ein Produkt, Prozess oder Dienstleistung die vorgegebenen Anforderungen erfüllt.

Anmerkung 1 zum Begriff: EN: Dieser Begriff und seine Definition sind aus dem Begriff „conformity evaluation“ abgeleitet, welcher in IEC 60050-151-16-14:2001 beschrieben wird.

3.2.30**verbunden**

(en: connected)

Gerät hat eine Beitrittsanfrage ausgegeben

3.2.31**Normerfüllung, erfüllen**

(en: compliance, comply with)

Daten oder Informationen, die zu einer Norm gehören, welche den Anforderungen einer anderen Norm, eines anderen Gesetz oder Basisdokuments entspricht

3.2.32**Übermittlungskanal**

(en: conveyance path)

einseitig gerichtete Übermittlung von APDUs über eine Anwendungsbeziehung

3.2.33

zyklisch

(en: cyclic)

Begriff zur Beschreibung von Ereignissen, die sich in regelmäßiger und periodischer Weise wiederholen

3.2.34

Gerät

(en: device)

jede Instanz, die eine Realisierung eines Typ-20-Feldbus enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Gerät“ und WirelessHART-Gerät sind Synonyme aus der R&TTE-Richtlinie, und der Begriff „Komponente“ wird in harmonisierten Normen wie ETSI EN 300 328 verwendet.

3.2.35

Geräte-ID

(en: device ID)

Seriennummer für ein Gerät, die unter allen Instanzen eines Gerätetyps eindeutig ist

3.2.36

Geräteprofil

(en: device profile)

Zusammenstellung von geräteabhängigen Informationen und Funktionalitäten, mit denen die Einheitlichkeit zwischen ähnlichen Geräten desselben Gerätetyps unterstützt wird

3.2.37

erweiterter Gerätetyp

(en: expanded device type)

Hersteller-Gerätetyp, wie in IEC 61158-6-20:2014, Tabelle 6, festgelegt

3.2.38

Gerätevariable

(en: device variable)

eindeutig definiertes Datenelement innerhalb eines Feldgerätes, welches immer zyklischen Prozessinformationen zugeordnet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Wert einer Gerätevariablen verändert sich als Reaktion auf Veränderungen und Schwankungen in dem Prozess, mit dem das Gerät verbunden ist.

3.2.39

Auffindung

(en: discovery)

Prozess des Findens eines neuen Nachbarn durch Abhören der speziellen DLPDU, mit der das Vorhandensein des Gerätes angezeigt wird

3.2.40

Auffindungsverknüpfung

(en: discovery link)

Verknüpfung, die zum Senden und Empfangen der speziellen DLPDU verwendet wird und mit der das Vorhandensein des Gerätes angezeigt wird

3.2.41

dynamische Variable

(en: dynamic variable)

Verbindung zwischen einem Prozess und einem analogen Kanal

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Gerät kann primäre, sekundäre, tertiäre und quaternäre Variablen enthalten. Sie werden gemeinsam als dynamische Variablen bezeichnet.

3.2.42

Endpunkt

(en: endpoint)

eine der Daten übermittelnden Instanzen, die an einer Verbindung beteiligt ist

3.2.43**Fehler**

(en: error)

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

3.2.44**Fehlercode**

(en: error code)

Angabe einer speziellen Fehlerart innerhalb einer Fehlerklasse

3.2.45**Feldgerät**

(en: field device)

Netzwerk-Gerät, welches mit den Prozess- oder Anlagenausrüstungen verbunden ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es hat eine direkte Verbindung zu einem Sensor oder Schalt- und Stellgerät (Aktor) oder führt Funktionen der Prozesssteuerung aus und steht direkt in Verbindung mit der Bitübertragungsschicht von Typ 20.

3.2.46**Frequenzkanal**

(en: frequency channel)

Zuweisung des Frequenzspektrums in einem bestimmten Frequenzbereich

3.2.47**Gateway**

(en: gateway)

Gerät im Netz, welches mindestens eine Host-Schnittstelle, z. B. serielle Schnittstelle oder Ethernet-Schnittstelle, besitzt und als Zugangs- oder Abgangspunkt wirkt und die Datenübermittlung zwischen Host-Anwendungen und Feldgeräten ermöglicht

3.2.48**Graph**

(en: graph)

erfasste Daten von gerichteten Pfaden zwischen den Geräten im Netz, so das mehr als ein Weg von einem Quellgerät zu einem Zielgerät möglich ist

3.2.49**Graph-ID**

(en: Graph_ID)

Bezeichner zur Angabe eines speziellen Grapheneintrag

3.2.50**angekoppelt**

(en: joined)

Gerät ist in Kommunikation mit dem Netzwerk-Manager und hat mindestens: den Netzwerkschlüssel, seinen Nickname, die einmalige Netzwerk-Manager-Sitzung, einen Überrahmen und Verknüpfungen vom Netzwerk-Manager, Graph-Kanten, einen zeitsynchronen Nachbarn und eine Route zum Netzwerk-Manager Handgerät Applikation empfangen

3.2.51**Hand-Überrahmen**

(en: handheld superframe)

spezifischer Überrahmen für Diagnose

3.2.52**harmonisierte Norm**

(en: Harmonized Standard)

gelistete Europäische Norm im Amtsblatt der Europäischen Union

3.2.53

Sprung

(en: hop)

Verschiebung eines Pakets direkt zwischen zwei aneinander grenzenden Nachbarn bei einer Netzwerk-Transaktion ohne die Beteiligung eines weiteren Knotens im Netzwerk

3.2.54

hop to live

(en: hop to live)

Feld im Netzwerkkopf vom jeweiligen Datenpaket, welches festlegt, wie viele Sprünge ein Paket noch nutzen kann, bevor es verworfen wird

3.2.55

Verbindung

(en: join)

Vorgang, mit dem ein Gerät im Netz authentifiziert und die Beteiligung im Netzwerk zugelassen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Gerät wird als verbunden angesehen, wenn es den Netzwerkschlüssel, eine Netzwerk-Manager-Sitzung und einen normalen (keinen Verbindungs-)Überrahmen und Verknüpfungen hat.

3.2.56

join_key

(en: join_key)

Sicherheitsschlüssel, der zum Einleiten des Verbindungsvorgangs verwendet wird

3.2.57

Latenzzeit

(en: latency)

Zeitspanne, die ein Paket über eine Netzwerkverbindung vom Sender zum Empfänger braucht

3.2.58

Verknüpfung

(en: link)

vollständige Datenübermittlungs-Spezifikation zwischen aneinander grenzenden Geräten in einem Netzwerk, schließt die Parameter der Datenübermittlung ein, die für die Verschiebung einer DLPDU mit einem Sprung notwendig sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Verknüpfung ist eine Funktion von Quell- und Zieladressenpaarung, Slot- und Kanaloffsetzuweisung, Richtung der Datenübermittlung, reservierter oder verteilter Datenübermittlung und Typ. Die Verknüpfungen werden den Überrahmen als Teil des Planungsprozesses zugewiesen.

3.2.59

logische Verknüpfungssteuerung

(en: logical link control)

höhere der beiden Teilschichten der Datensicherungsschicht, die auch zur Fehlererkennung, Flusskontrolle, Rahmung und Adressierung verwendet wird

3.2.60

long_tag

(en: long_tag)

auf 32 Zeichen beschränkte ISO-Latein-1-Zeichenkette für die Kennzeichnung eines Feldgerätes

3.2.61

Schleifenstrom

(en: loop current)

der in Reihe zu einem Feldgerät gemessene Wert des Stroms in mA

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Schleifenstrom ist angenähert ein 4-20-mA-Gleichstromsignal, welches zur Übermittlung eines einzelnen Wertes zwischen dem Steuerungssystem und dem Feldgerät verwendet wird. Geräte mit Spannung als Messgröße verwenden „Volt Gleichspannung“ als ihre technischen Einheiten, wo ansonsten die „Schleifenstrom“-Werte gebräuchlich sind.

3.2.62**Wartungsanschluss**

(en: maintenance port)

Schnittstelle im Netzwerk-Gerät, die für die Bereitstellung benutzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Schnittstelle wird zum Schreiben des join_key und des Netzwerkbezeichners sowie zur Überwachung des Verbindungsvorgangs verwendet.

3.2.63**Verwaltungsangaben**

(en: management information)

netzwerkzugängliche Informationen, die die Verwaltung des Betriebs des Feldbussystems einschließlich der Anwendungsschicht unterstützen

Anmerkung 1 zum Begriff: Verwaltung schließt Funktionen wie Steuerung, Überwachung und Diagnose ein.

3.2.64**Hersteller-ID**

(en: manufacturer ID)

Benummerung aus zwei Oktetten, die den Hersteller eines Gerätes angibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Hersteller ist aufgefordert, den ihm zugewiesenen Wert zu benutzen, und es ist nicht zulässig, den Wert zu benutzen, der einem anderen Hersteller zugewiesen worden ist.

3.2.65**Master**

(en: master)

Gerät, welches die Datenübermittlungsaktivität durch Senden der Anforderungs-APDU an ein Gerät einleitet und eine Antwort-PDU erwartet

3.2.66**Steuerungsverfahren für den Medienzugriff**

(en: medium access control)

untere der beiden Teilschichten der Datensicherungsschicht, die auch für die Zugriffssteuerung auf den Datenübermittlungskanal verwendet wird

3.2.67**Gruppenruf**

(en: multicast)

Senden eines Paketes mit nur einem Sendevorgang an mehr als ein Gerät im Netzwerk

3.2.68**Nachbar**

(en: neighbor)

benachbarter Knoten im Netzwerk, dessen Empfangssignalpegel (RSL) darauf hindeutet, dass die Datenübermittlung in mindestens eine Richtung möglich ist

3.2.69**Tabelle der Nachbarn**

(en: neighbor table)

Liste von allen Geräten, die das Gerät als Nachbar betrachtet

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Tabelle werden auch die Attribute des Nachbars gespeichert.

3.2.70**Netzwerk**

(en: network)

Reihe von Knoten, die durch irgendein Datenübermittlungsmedium miteinander verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu den Verbindungswegen zwischen jedem Knotenpaar können Repeater, Router und Gateways gehören.

3.2.71

Gerät im Netz

(en: network device)

Gerät mit einer direkten Verbindung zur Bitübertragungsschicht des Netzwerks

Anmerkung 1 zum Begriff: Jedes Gerät im Netz besitzt eine eindeutige Adresse, die bei der Datenübermittlung zum/vom Gerät benutzt wird. Zu Geräten im Netz gehören Feldgerät, Zugangspunkt (d. h. Gateway), Adapter und Handheld.

3.2.72

Netzwerk-ID

(en: network_ID)

Bezeichner, der für die Kennzeichnung eines Netzwerks verwendet wird, mit dem alle datenübermittelnden Geräte verbunden sind

3.2.73

Netzwerk-Manager

(en: network manager)

Instanz, die verantwortlich ist für Konfiguration des Netzwerks, Planung der Datenübermittlung zwischen den Geräten im Netz, Verwaltung der Leitweglenkung und Überwachung und Berichterstattung über den Zustand des Netzwerks

3.2.74

Nickname

(en: nickname)

einmal vorkommender Bezeichner, der einem Gerät innerhalb des Netzwerks zugewiesen wird, an welches das Gerät angeschlossen ist

3.2.75

Knoten

(en: node)

adressierbares logisches oder physikalisches Gerät, das zum Netzwerk gehört

3.2.76

Nonce

(en: nonce)

sich nicht wiederholende Zahl, die so aufgebaut ist, dass sie für das aktuelle Paket nur einmal existiert und dass gesichert wird, dass vorherige Datenübermittlungen bei Angriffen durch Wiedereinspielungen nicht wiederverwendet werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Nonce ist zur Aufrechterhaltung des Paketgeheimnisses notwendig und sorgt für die Authentizität des Senders und die Unversehrtheit des Pakets.

3.2.77

Paket

(en: packet)

formatierte zusammengefasste Bits, die zeitlich gemeinsam über ein physikalisches Medium übertragen werden

3.2.78

Paketfehlerrate

(en: packet error rate)

Prozentsatz an fehlgeschlagenen Übertragungen zu einem Gerät, welches in einem Nachbar-zu-Nachbar-Bezug steht

3.2.79

verspätetes oder verlorenes Paket

(en: packet late or loss)

Anzahl der verspäteten oder verlorenen Pakete, welche von jedem Gerät gemeldet werden

3.2.80

Parametrierung

(en: parameterization)

Konfigurierung eines Feldgeräts für genauen Betrieb in einem gegebenen Anlagenaufbau

3.2.81

Portal

(en: portal)

Kombination aus Gateway, Netzwerk-Manager und Zugangspunkt

3.2.82

Konfiguration

(en: provisioning)

Konfiguration eines Feldgeräts für die Integration in das Netzwerk

3.2.83

Pfad

(en: path)

direkte Kommunikationsverknüpfung zwischen zwei Nachbargeräten in einer Masche

3.2.84

Nutzdaten

(en: payload data)

Inhalte einer Datennachricht, die gesendet werden

3.2.85

Tunnel

(en: pipe)

sichere, bidirektionale, virtuelle Kommunikationsverbindung zwischen gleichartigen Geräten

3.2.86

Aufrufadresse

(en: polling address)

Ganzzahl, die zur Identifizierung eines Gerätes benutzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Aufrufadresse wird zum Aufbau einer Ein-Oktett-Adresse verwendet.

3.2.87

vordefinierter AR-Endpunkt

(en: pre-defined AR endpoint)

AR-Endpunkt, der lokal innerhalb eines Gerätes ohne Anwendung des Einrichtungsdienstes definiert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Vordefinierte ARs, die nicht vorherbestimmt sind, werden vor ihrer Verwendung bestimmt.

3.2.88

vorherbestimmter AR-Endpunkt

(en: pre-established AR endpoint)

AR-Endpunkt, der in einem bestimmten Zustand während der Konfiguration der AEs eingerichtet wird, die seine Endpunkte steuern

3.2.89

Route

(en: route)

eine Folge gerichteter Pfade von einem Gerät zu einem anderen, das ein Quell-Gerät mit einem Ziel-Gerät verbindet

3.2.90

Route-ID

(en: route ID)

Kennzeichen, welches für die Angabe einer speziellen Route verwendet wird

3.2.91

Server

(en: server)

<Datenübermittlung> Funktion eines AREP, mittels der eine bestätigte Dienstanforderungs-APDU zum Client zurückgesendet wird, der die Anforderung ausgelöst hat

3.2.92

Server

(en: server)

<System> Objekt, welches Dienste für ein anderes (Client-)Objekt bereitstellt

3.2.93

Dienst

(en: service)

Operation oder Funktion, die ein Objekt und/oder eine Objektklasse auf Anforderung von einem anderen Objekt und/oder einer anderen Objektklasse ausführt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Reihe gemeinsamer Dienste ist definiert und Vorschriften für die Festlegung objektspezifischer Dienste sind vorgesehen. Objektspezifische Dienste sind diejenigen, die durch eine besondere Objektklasse festgelegt werden, um eine geforderte Funktion auszuführen, die nicht von einem gemeinsamen Dienst ausgeführt wird.

3.2.94

Sitzungs-ID

(en: session ID)

Kennzeichen, welches zur Angabe eines speziellen Sitzungseingangs verwendet wird

3.2.95

Slave

(en: slave)

Gerät, welches eine Datenübermittlungsaktivität nur dann beginnt, nachdem es eine Anforderungs-PDU von einem Master-Gerät empfangen hat und aufgefordert wird, eine Antwort auf diese Anforderung zu senden

3.2.96

Slot

(en: slot)

festes Zeitintervall, welches für die Datenübermittlung zwischen Nachbarn verwendet werden kann

3.2.97

Überrahmen

(en: superframe)

Zusammenfassung von Slots, die sich mit konstanter Rate wiederholen, wobei jeder Slot eine Verknüpfung hat, die mit ihm verbunden ist

3.2.98

Überrahmen-ID

(en: superframe_ID)

Kennzeichen, welches zur Angabe eines speziellen Überrahmen-Eingangs verwendet wird

3.2.99

Identifizierungskennzeichen

Tag

(en: tag)

Zeichenkette aus 8 ASCII-Zeichen, die zur Kennzeichnung eines Feldgerätes verwendet wird

3.2.100**zeitüberlappter Mehrfachzugriff**

(en: time division multiple access)

Steuerungsverfahren für den Medienzugriff, bei dem Zeit-Slots verwendet werden, wo Datenübermittlungen zwischen Geräten auftreten kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Damit werden kollisionsfreie, deterministische Datenübermittlungen gesichert.

3.2.101**Transaktion**

(en: transaction)

Austausch von zusammengehörigen, aufeinanderfolgenden Rahmen zwischen zwei Steuerungsinstanzen für den Partner-Medienzugriff, der für eine erfolgreiche Datenübermittlung erforderlich ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Transaktion besteht entweder (a) aus einer einzelnen PhPDU-Übermittlung von einem Quellgerät oder (b) einer PhPDU von einem Quellgerät, gefolgt von einer zweiten Verknüpfungsebenen-Bestätigungs-PhPDU vom Zielgerät.

3.2.102**Datendurchsatz**

(en: throughput)

durchschnittliche Anzahl an Datenpaketen pro Sekunde, übertragen oder empfangen durch die Kombination von Netzwerk-Manager und Gateway

3.2.103**Übertragungsdauer**

(en: transmission time)

Zeit, die ein Datenpaket benötigt, um das Netzwerk von der Quelle bis zum Ziel am DLL zu durchlaufen

3.2.104**Einzelruf**

(en: unicast)

Senden eines Pakets an ein einzelnes Gerät im Netzwerk

3.2.105**eindeutige ID**

(en: Unique ID)

Bezeichner, der einem Gerät zugewiesen wird und der nur einmal unter allen Instanzen der Geräte existiert, die mit dieser Norm sowie mit dem Kommunikationsprofil CP 9/2 konform sind und den identischen Organisationsnamen nach 9.3.1 verwendet

3.2.106**Nutzung**

(en: utilization)

Prozentsatz der empfohlenen Kapazität, die derzeit verbraucht wird

– Leerseite –

English Version

Industrial communication networks - Wireless communication
network and communication profiles - WirelessHART(tm)
(IEC 62591:2016)

Réseaux de communication industriels - Réseau de
communications sans fil et profils de communication -
WirelessHART(tm)
(IEC 62591:2016)

Industrielle Kommunikationsnetze - Drahtlose
Kommunikationsnetze und Kommunikationsprofile -
WirelessHART(tm)
(IEC 62591:2016)

This European Standard was approved by CENELEC on 2016-05-04. 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

European foreword

The text of document 65C/835/FDIS, future edition 2 of IEC 62591, 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 62591:2016.

The following dates are fixed:

- latest date by which the document has to be (dop) 2017-03-16
implemented at national level by
publication of an identical national
standard or by endorsement
- latest date by which the national (dow) 2019-09-16
standards conflicting with the
document have to be withdrawn

This document supersedes EN 62591:2010.

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.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 62591:2016 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 61158-6-9:2014	NOTE	Harmonized as EN 61158-6-9:2014.
IEC 62657-2:2013	NOTE	Harmonized as EN 62657-2:2013.
IEC 62657-2:2013	NOTE	Harmonized as EN 62657-2:2013.

CONTENTS

FOREWORD.....	26
INTRODUCTION.....	28
1 Scope.....	30
2 Normative references	30
3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions	31
3.1 Reference model terms and definitions	31
3.1.1 Terms and definitions from ISO/IEC 7498-1 terms and ISO/IEC 7498-3 terms	31
3.1.2 Terms and definitions from ISO/IEC 9545	32
3.1.3 Terms and definitions from ISO/IEC 8824	32
3.1.4 Terms and definitions from ISO/IEC 8825-1	33
3.2 Specific terms and definitions	33
3.3 Abbreviations	43
3.4 Conventions.....	45
3.4.1 Conventions used for DL-services	45
3.4.2 Conventions used for DL-protocol (state machine)	46
3.4.3 Conventions for Application Layer service	46
3.4.4 Conventions for the AL-protocol	49
4 Physical layer specification and service definition.....	53
4.1 General.....	53
4.2 Physical layer service definition	53
4.2.1 General overview	53
4.2.2 Physical layer services	54
4.3 Physical layer protocol specification	58
5 Data-link layer service definition – Type 20 elements.....	58
5.1 General.....	58
5.2 Data-link layer services	58
5.2.1 Facilities of the data-link layer services	58
5.2.2 QoS for message service	59
5.2.3 Sequence of primitives	60
5.2.4 DL-TRANSMIT service	62
5.2.5 DL-RECEIVE service	64
5.2.6 DL-DISCONNECT service	65
5.2.7 DL-PATH-FAILURE service	65
5.2.8 DL-ADVERTISE service	65
5.2.9 DL-NEIGHBOR service	66
5.2.10 DLM-SET	66
5.2.11 DLM-GET	67
5.2.12 DLM-ACTION.....	68
5.2.13 DLM-EVENT	69
5.3 Network layer services	69
5.3.1 Facilities of the network layer services	69
5.3.2 QoS for message service	70
5.3.3 Sequence of primitives	70
5.3.4 NL-TRANSMIT Service	70
5.3.5 NLM-SET.....	72

5.3.6	NLM-GET	73
5.3.7	NLM-ACTION	73
5.4	Transport layer services	74
5.4.1	Facilities of the transport layer services	74
5.4.2	QoS for message service	75
5.4.3	Sequence of primitives	75
5.4.4	TL-DATA-TRANSFER Service	76
5.4.5	TL-DATA-EXCHANGE Service	78
5.4.6	TLM-SET	80
5.4.7	TLM-GET	81
6	Data-link layer protocol specification – Type 20 elements	82
6.1	General	82
6.2	Overview	82
6.2.1	Data-link layer operation	82
6.2.2	Network layer operation	85
6.2.3	Device procedures	87
6.3	Logical link control	87
6.3.1	General DLPDU structure	87
6.3.2	DLPDU-specific structure, encoding and elements of procedure	90
6.3.3	DLPDU Priority and Flow Control	95
6.3.4	Error detection and security	96
6.4	Medium Access Control	97
6.4.1	Function	97
6.4.2	Slot timing	98
6.4.3	Communication tables and buffers	100
6.4.4	Link scheduling	107
6.4.5	MAC operation	111
6.5	DL-management-information	122
6.5.1	General	122
6.5.2	DL attributes	122
6.5.3	DLM actions	123
6.6	Network layer	123
6.6.1	Two level model of NL	123
6.6.2	NPDU structure	126
6.6.3	Security function	129
6.6.4	Network layer tables	134
6.6.5	NLE machine	136
6.6.6	NLE elements of procedure	139
6.6.7	NL-management information	142
6.7	Transport layer	143
6.7.1	General	143
6.7.2	TPDU structure	143
6.7.3	Transport pipe table	144
6.7.4	TLE elements of procedure	145
6.7.5	TLE state machines	148
6.7.6	TL-management information	153
7	Application layer service definition – Type 20 elements	153
7.1	Common concepts	153

7.2	General.....	153
7.3	Data type ASE	153
7.3.1	Overview	153
7.3.2	Formal definition of data type objects	155
7.3.3	FAL defined data types	157
7.3.4	Data type ASE service specification	160
7.3.5	Summary of data types	160
7.4	Communication model specification	161
7.4.1	Common parameters.....	161
7.4.2	ASEs	162
7.4.3	ARs	237
7.4.4	Summary of classes	239
7.4.5	Permitted services by AREP role	240
8	Application layer protocol specification – Type 20 elements	240
8.1	General.....	240
8.2	Abstract syntax	240
8.3	Transfer syntax	241
8.3.1	Common APDU fields.....	241
8.3.2	Common APDU structure	242
8.3.3	Device application service-specific APDU structures	244
8.3.4	Layer management service specific APDU structures.....	270
8.3.5	Gateway and network manager specific APDU structures.....	313
8.3.6	Network management configuration specific APDU structures	335
8.3.7	Data coding rules	353
8.4	Common procedures	358
8.4.1	Delayed response	358
8.4.2	Response time	361
8.5	FAL service protocol machine (FSPM)	362
8.5.1	General	362
8.5.2	FSPM state tables.....	362
8.5.3	Functions used by FSPM.....	364
8.5.4	Parameters of FSPM/ARPM primitives	365
8.6	Application relationship protocol machines (ARPMs)	366
8.6.1	AREP mapping to transport layer.....	366
8.6.2	Application relationship protocol machines (ARPMs).....	367
8.6.3	AREP state machine primitive definitions	369
8.6.4	AREP state machine functions	370
8.7	TL mapping protocol machine (TMPM).....	370
8.7.1	TMPM states.....	370
8.7.2	TMPM state machines.....	370
8.7.3	Primitives exchanged between transport layer and TMPM	371
8.7.4	Functions used by TMPM	372
9	Communication Profile Family 9 (HART™)	372
9.1	General Overview	372
9.2	Profile 9/1	373
9.3	Profile 9/2	373
9.3.1	Conformance statement	373
9.3.2	Device types	374

9.3.3	Device worldwide applicability	376
9.3.4	Physical layer	377
9.3.5	Data-link layer	380
9.3.6	Application layer	381
Annex A (normative) Security		392
A.1	General	392
A.2	Joining	393
A.2.1	The join sequence	393
A.2.2	The network layer join process	399
A.2.3	The data-link layer join process	400
A.3	Network key change operation	403
A.4	Security management	404
A.5	Maintenance Port	404
Annex B (normative) Wireless procedures		406
B.1	Initializing a wireless network	406
B.2	Neighbor Discovery	406
B.3	Path failure	407
B.4	Device leaving the network	408
Annex C (normative) Network management		410
C.1	Overview	410
C.2	Network manager functions	411
Annex D (normative) Gateway		413
D.1	Overview	413
D.2	Access point	413
D.3	Functions	415
D.3.1	General requirements	415
D.3.2	Adding new network devices	416
D.3.3	Device configuration change status notifications	416
D.3.4	Gateway change notification function	416
D.3.5	Cached response messages	416
D.3.6	Service access point	417
D.3.7	Communication between gateway and network manager	417
Annex E (normative) Command response codes		418
E.1	Overview	418
E.1.1	General	418
E.1.2	Response code classifications	418
E.1.3	Reserved values	418
E.1.4	Unimplemented command	419
E.1.5	Busy	419
E.2	Response code definitions	419
E.2.1	General	419
E.2.2	Value '0'	419
E.2.3	Value '1' – single-definition error	419
E.2.4	Value '2' – single-definition error	419
E.2.5	Value '3' – single-definition error	419
E.2.6	Value '4' – single-definition error	419
E.2.7	Value '5' – single-definition error	419

E.2.8	Value '6' – single-definition error	419
E.2.9	Value '7' – single-definition error	420
E.2.10	Value '8' – multi-definition warning	420
E.2.11	Value '9' – multi-definition error	420
E.2.12	Value '10' – multi-definition error	420
E.2.13	Value '11' – multi-definition error	421
E.2.14	Value '12' – multi-definition error	421
E.2.15	Value '13' – multi-definition error	421
E.2.16	Value '14' – multi-definition warning	422
E.2.17	Value '15' – multi-definition error	422
E.2.18	Value '16' – single-definition error	422
E.2.19	Value '17' – single-definition error	422
E.2.20	Value '18' – single-definition error	422
E.2.21	Value '19' – single-definition error	422
E.2.22	Value '20' – single-definition error	422
E.2.23	Values '21' to '23' – single-definition error	422
E.2.24	Values '24' to '27' – single-definition warning	422
E.2.25	Value '28' – multi-definition error	423
E.2.26	Value '29' – multi-definition error	423
E.2.27	Value '30' – multi-definition warning	423
E.2.28	Value '31' – multi-definition warning	423
E.2.29	Value '32' – single-definition error	423
E.2.30	Value '33' – single-definition error	423
E.2.31	Value '34' – single-definition error	423
E.2.32	Value '35' – single-definition error	423
E.2.33	Value '36' – single-definition error	423
E.2.34	Values '37' to '59' – single-definition error	424
E.2.35	Value '60' – single-definition error	424
E.2.36	Value '61' – single-definition error	424
E.2.37	Value '62' – single-definition error	424
E.2.38	Value '63' – single-definition error	424
E.2.39	Value '64' – single-definition error	424
E.2.40	Value '65' – multi-definition error	424
E.2.41	Value '66' – multi-definition error	425
E.2.42	Value '67' – multi-definition error	425
E.2.43	Value '68' – multi-definition error	425
E.2.44	Value '69' – multi-definition error	426
E.2.45	Value '70' – multi-definition error	426
E.2.46	Value '71' – multi-definition error	426
E.2.47	Values '72' to '95' – multi-definition error	426
E.2.48	Values '96' to '111' – single-definition warning	426
E.2.49	Values '112' to '127' – multi-definition warning	426
Annex F (normative)	Common tables	427
F.1	Overview	427
F.1.1	General	427
F.1.2	Enumeration	427
F.1.3	Bit Field	427
F.2	Table definitions	428

F.2.1	Publish mode control codes	428
F.2.2	Write device variable codes	428
F.2.3	Device variable family codes	429
F.2.4	Device variable classification codes	429
F.2.5	Analog channel saturated codes	430
F.2.6	Analog channel fixed codes	431
F.2.7	Standardized status 0 codes	431
F.2.8	Standardized status 1 codes	431
F.2.9	Standardized status 2 codes	432
F.2.10	Standardized status 3 codes	432
F.2.11	Publish trigger mode codes	433
F.2.12	Event notification control codes	433
F.2.13	Event status codes	433
F.2.14	Timetable request codes	433
F.2.15	Timetable application domain codes	434
F.2.16	Synchronous action control codes	434
F.2.17	Real-time clock flags codes	434
F.2.18	Wireless timer codes	434
F.2.19	Device power source codes	435
F.2.20	Link_type codes	435
F.2.21	Link option flags codes	435
F.2.22	Superframe mode flags codes	436
F.2.23	Session_type codes	436
F.2.24	Timetable deletion reason codes	436
F.2.25	Disconnect cause codes	436
F.2.26	Wireless operation codes	437
F.2.27	Join process status codes	437
F.2.28	Security type codes	437
F.2.29	Device list codes	438
F.2.30	Network access mode codes	438
F.2.31	Device profile codes	439
F.2.32	Device power status codes	439
F.2.33	Neighbor flags codes	440
F.2.34	Notification mask codes	440
F.2.35	Join mode codes	440
F.2.36	Device scheduling flags codes	440
F.2.37	Network optimization flags codes	440
F.2.38	Wireless capabilities codes	441
F.2.39	CCA mode codes	441
F.2.40	Wireless device connection status	441
F.2.41	Wireless device health status	441
F.2.42	Change key flag codes	442
F.2.43	Join key mode code	442
Annex G (informative) Application of publish data mode and event commands		443
G.1	Publish data mode operation	443
G.1.1	Overview	443
G.1.2	Configuring a device for publish data mode operation	443
G.1.3	Response for publish data mode operation	444

G.1.4	Publish data mode update periods	445
G.2	Event notification operation	445
G.2.1	Overview	445
G.2.2	Configuring a device event notification operation	445
G.2.3	Handling of Event Notification in a Device.....	446
Annex H (informative)	Network redundancy	447
Annex I (informative)	Network manager implementation	448
I.1	Overview	448
I.2	Network manager model.....	448
I.2.1	General	448
I.2.2	Initializing the network manager	450
I.2.3	Types of network devices	450
I.2.4	Network routing.....	451
I.2.5	Network schedule	452
I.2.6	Security manager.....	456
I.2.7	Detailed model of the network manager	456
I.3	Routing.....	458
I.3.1	General	458
I.3.2	Routing requirements	458
I.3.3	Routing strategy.....	458
I.4	Scheduling.....	459
I.4.1	General	459
I.4.2	Scheduling requirements	459
I.4.3	Scheduling strategy	460
I.4.4	Networking scheduling example	462
I.5	Network manager interface.....	466
I.5.1	General	466
I.5.2	Initializing a wireless network	467
I.5.3	Allocating communication resources	468
I.5.4	Adjusting network schedule	469
I.5.5	Health reports	470
Annex J (informative)	Gateway implementation	471
J.1	Overview	471
J.2	Gateway model	471
J.2.1	General	471
J.2.2	Host interface	472
J.2.3	Logical network device	472
J.2.4	Physical network device	473
J.2.5	Communication interface.....	474
J.2.6	Cached response messages.....	475
J.3	Gateway management.....	475
J.3.1	Addressing	475
J.3.2	Retry mechanisms	475
J.3.3	Power-on-reset	475
J.3.4	Network access point reset	476
J.3.5	Gateway reset.....	476
J.3.6	Re-build publish data periodic data.....	477

J.3.7	Gateway self test	477
J.3.8	Adding new network device	477
J.3.9	Device configuration change status notifications	477
J.4	Gateway superframe	477
J.5	Gateway change notification services	477
J.6	HART™ commands interface.....	479
J.6.1	General	479
J.6.2	Host to gateway command request and response	479
J.6.3	Pass-through of HART™ command request and response	480
J.6.4	Caching publish data command response messages	480
J.6.5	Gateway status error flag bits.....	480
J.6.6	Gateway additional status flags	480
J.6.7	Gateway capacities.....	481
J.6.8	Gateway commands.....	481
Annex K (informative)	Handheld device	482
K.1	Overview	482
K.2	Maintenance port connection.....	482
K.3	Network device connection.....	482
K.3.1	General	482
K.3.2	Install session keys.....	483
K.3.3	View network diagnostics and health reports	483
K.4	Network connection as a maintenance device	483
Annex L (informative)	Application of WirelessHART Commands.....	484
L.1	Provisioning	484
L.1.1	General	484
L.1.2	Basic Provisioning	484
L.1.3	Joining	484
L.1.4	Enabling Faster Network Detection and Joining	485
L.1.5	Adjusting Transmit Power	485
L.2	Managing Superframes and Links.....	485
L.3	WirelessHART Handheld Support.....	486
L.4	Specifying and Managing Routes	487
L.5	Security	488
L.5.1	General	488
L.5.2	TDMA Data-Link Key Management.....	488
L.5.3	Session Key Management.....	488
L.5.4	Access Control	489
L.5.5	Simple Key Management.....	490
L.6	Device Lists	490
L.7	Network Management Commands	491
L.7.1	General	491
L.7.2	Bandwidth Management.....	491
L.7.3	Network Maintenance	492
L.7.4	Coexistence.....	493
L.7.5	Device Management	493
L.8	Network Health Reporting and Status	494
L.9	Gateway Commands	494
L.9.1	General	494

L.9.2	Device Identification.....	495
L.9.3	Network Information and Statistics.....	495
L.9.4	Network Management	495
L.9.5	Cache Management	496
Annex M (informative)	Regional modification for compliance with ETSI standards	497
M.1	General.....	497
M.2	Compliance with EN 300 440-2.....	497
M.3	Compliance with EN 300 328.....	497
M.3.1	General	497
M.3.2	Adaptive	498
M.3.3	Non-Adaptive	498
Bibliography		502
Annex ZA (normative)	Normative references to international publications with their corresponding European publications.....	503
Figure 1	– Superframe class example.....	51
Figure 2	– Inheritance example	52
Figure 3	– Basic aggregation example.....	52
Figure 4	– Composition aggregation example	53
Figure 5	– Physical layer service sequences	55
Figure 6	– Message service error-free sequences.....	61
Figure 7	– Message service sequences with errors	62
Figure 8	– Receive only message service.....	62
Figure 9	– NLL Data transfer service sequences.....	70
Figure 10	– Data transfer service error-free sequences.....	76
Figure 11	– Data transfer service sequences with errors	76
Figure 12	– A TDMA slot and superframe	83
Figure 13	– Channel hopping	84
Figure 14	– Wireless network	86
Figure 15	– DLPDU Structure.....	87
Figure 16	– Address specifier.....	87
Figure 17	– Construction of 8-octet EUI-64 Address	89
Figure 18	– DLPDU specifier.....	89
Figure 19	– Slot timing details	98
Figure 20	– DLE tables and relationship	101
Figure 21	– Relationships used for link scheduling.....	108
Figure 22	– MAC components	111
Figure 23	– TDMA state machine	112
Figure 24	– XMIT state machine.....	116
Figure 25	– RECV state machine	119
Figure 26	– ACK transmission state machine.....	121
Figure 27	– Graph routing	125
Figure 28	– Source routing.....	126
Figure 29	– NPDU Structure.....	127

Figure 30 – NPDU control octet.....	127
Figure 31 – Security control octet.....	128
Figure 32 – NLE tables and relationship	134
Figure 33 – NLE state machine	137
Figure 34 – Routing decision of the NPDU	141
Figure 35 – TPDU Structure.....	143
Figure 36 – TPDU control octet.....	144
Figure 37 – Transition diagram of the client data transfer state machine	148
Figure 38 – Transition diagram of the client data exchange state machine	149
Figure 39 – Transition diagram of the server state machine	151
Figure 40 – Data type class hierarchy	154
Figure 41 – Request APDU format from master to slave	242
Figure 42 – Normal response APDU format from slave to master	243
Figure 43 – Command error response APDU format from slave to master	243
Figure 44 – Aggregated command APDU	244
Figure 45 – Windowed trigger mode	257
Figure 46 – Windowed trigger mode with maximum update time expired	257
Figure 47 – Level trigger mode	258
Figure 48 – Coding without identification	353
Figure 49 – Coding of Integer type data	353
Figure 50 – Coding of Unsigned type data.....	354
Figure 51 – Coding of single precision floating point type data.....	355
Figure 52 – Coding of double precision floating point type data.....	355
Figure 53 – Coding of Date type data	356
Figure 54 – Normal DR operation.....	359
Figure 55 – Command responses during DR processing	360
Figure 56 – Slaves with multiple DR buffers	361
Figure 57 – State transition diagram of FSPM	362
Figure 58 – State transition diagram of the client ARPM	368
Figure 59 – State transition diagram of the server ARPM.....	369
Figure 60 – State transition diagram of TPM	370
Figure 61 – Wireless network components	374
Figure A.1 – Join sequence	395
Figure A.2 – Network layer join procedure.....	399
Figure A.3 – Data-link layer join procedure.....	401
Figure A.4 – Network Key change operation.....	404
Figure B.1 – Neighbor Discovery.....	407
Figure B.2 – Path failure	408
Figure B.3 – Device leaving the network.....	409
Figure C.1 – Network manager in wireless network.....	410
Figure D.1 – Single network access point with clock	414
Figure D.2 – Multiple network access points with clocks	414

Figure D.3 – Network access point not providing clock.....	415
Figure G.1 – Enabling or disabling publishing sequence	444
Figure H.1 – Network routing	447
Figure I.1 – General model for network manager	449
Figure I.2 – Device type data model	450
Figure I.3 – Network routing	451
Figure I.4 – Network schedule.....	453
Figure I.5 – Example of a three-slot superframe	454
Figure I.6 – Multiple superframes in a network.....	454
Figure I.7 – Security manager	456
Figure I.8 – Detailed model of the network manager	457
Figure I.9 – Four network device wireless network.....	462
Figure I.10 – APDU sequences	467
Figure I.11 – Initializing a wireless network	468
Figure I.12 – Allocating and using network resources	469
Figure I.13 – Adjusting network schedule	470
Figure I.14 – Health reports	470
Figure J.1 – General model for gateway	472
Figure J.2 – Logical network device.....	473
Figure J.3 – Physical network device.....	473
Figure J.4 – Managing notification services	478
Figure M.1 – Consecutive Transmit Sequence.....	500
Figure M.2 – ACK-Transmit Sequence.....	501
Table 1 – Conventions used for state machines.....	49
Table 2 – Class relationship notation.....	51
Table 3 – Multiplicity notation.....	53
Table 4 – PH-ENABLE primitives and parameters	55
Table 5 – PH-CCA primitives and parameters	56
Table 6 – PH-DATA primitives and parameters.....	56
Table 7 – PHM-SET primitive and parameters.....	57
Table 8 – PHM-GET primitive and parameters	58
Table 9 – DL-Transmit primitives and parameters	63
Table 10 – DL-RECEIVE primitive and parameters.....	64
Table 11 – DL-DISCONNECT primitive and parameters.....	65
Table 12 – DL-PATH-FAILURE primitive and parameters.....	65
Table 13 – DL-ADVERTISE primitive and parameters	66
Table 14 – DL-NEIGHBOR primitive and parameters	66
Table 15 – DLM-SET primitive and parameters.....	67
Table 16 – DLM-GET primitive and parameters	67
Table 17 – DLM-ACTION primitive and parameters.....	68
Table 18 – NL-TRANSMIT primitives and parameters	71

Table 19 – NLM-SET primitive and parameters	72
Table 20 – NLM-GET primitive and parameters	73
Table 21 – NLM-ACTION primitive and parameters	74
Table 22 – TL-DATA-TRANSFER primitives and parameters	77
Table 23 – TL-DATA-EXCHANGE primitives and parameters.....	79
Table 24 – TLM-Set primitive and parameters	80
Table 25 – TLM-Get primitive and parameters	81
Table 26 – Network_ID Allocation	88
Table 27 – Contents of the ACK DLPDU payload.....	91
Table 28 – ACK response-code.....	91
Table 29 – Contents of the Advertise DLPDU payload	93
Table 30 – Beginning of the superframe	93
Table 31 – The next field after the last superframe size	93
Table 32 – Repeated for each link.....	93
Table 33 – Channel and frequency assignments.....	94
Table 34 – Slot timing definitions and values.....	99
Table 35 – Minimum DLE Table and buffer space requirement.....	101
Table 36 – Superframe attributes	102
Table 37 – Link attributes	103
Table 38 – Neighbor attributes and variables.....	104
Table 39 – Graph attributes	105
Table 40 – Packet record	106
Table 41 – Example Backoff_cntr selection sets	109
Table 42 – TDMA state machine	113
Table 43 – XMIT state transitions.....	117
Table 44 – RECV state machine	120
Table 45 – ACK transmission state machine.....	122
Table 46 – DL attributes	123
Table 47 – DL actions.....	123
Table 48 – Counter value.....	129
Table 49 – Session attributes.....	130
Table 50 – NPDU nonce	132
Table 51 – Minimum NLE Table space requirement	135
Table 52 – Route attributes.....	135
Table 53 – Source route attributes	136
Table 54 – TimeTable attributes.....	136
Table 55 – NLE states	137
Table 56 – NPDU construction	139
Table 57 – Routing actions	141
Table 58 – NL attributes	142
Table 59 – NL actions.....	143
Table 60 – Transport pipe attributes.....	145

Table 61 – Transport control encoding for TL-DATA-TRANSFER request	145
Table 62 – Transport control encoding for TL-DATA-EXCHANGE request	146
Table 63 – Transport control encoding for TL-DATA-EXCHANGE response.....	147
Table 64 – Client data transfer state table	149
Table 65 – Client data exchange state table	150
Table 66 – Server state table	152
Table 67 – Data type summary	161
Table 68 – Response code values	162
Table 69 – Read service parameters	166
Table 70 – Write service parameters	167
Table 71 – Information report service parameters	168
Table 72 – Action service parameters.....	170
Table 73 – AR get attributes service parameters.....	238
Table 74 – AR set attributes service parameters.....	239
Table 75 – Class summary.....	240
Table 76 – Confirmed services by AREP class	240
Table 77 – Unconfirmed services by AREP class	240
Table 78 – Response code values.....	241
Table 79 – Extended status values	242
Table 80 – Reset configuration changed flags value field	246
Table 81 – Reset configuration changed flag command specific Response codes	246
Table 82 – Perform self test command specific Response codes	247
Table 83 – Perform device reset command specific Response codes	247
Table 84 – Read additional device status value field	248
Table 85 – Read additional device status command specific Response codes	248
Table 86 – Read additional device status value field	249
Table 87 – Read additional device status command specific Response codes	249
Table 88 – Read device variable information value field.....	250
Table 89 – Read device variable information response value field.....	250
Table 90 – Read device variable information command specific Response codes	250
Table 91 – Write device variable value field.....	251
Table 92 – Write device variable command specific response codes	251
Table 93 – Read Sub-Device Identity Summary value field.....	252
Table 94 – Read Sub-Device Identity Summary command specific response codes	253
Table 95 – Read real-time clock value field	253
Table 96 – Read real-time clock command specific response codes	253
Table 97 – Write publish data period value field.....	254
Table 98 – Write publish data period command specific response codes	254
Table 99 – Write publish data trigger field	255
Table 100 – Write publish data trigger command specific response codes	256
Table 101 – Publish data message trigger source	256
Table 102 – Read publish data mode configuration request value field	258

Table 103 – Read publish data mode configuration response value field	259
Table 104 – Read publish data mode configuration command specific response codes	259
Table 105 – Flush delayed responses command specific Response codes	260
Table 106 – Write publish data mode configuration value field	260
Table 107 – Write publish data device variables command specific response codes	261
Table 108 – Write publish data mode command number value field.....	261
Table 109 – Write publish data mode command number value field.....	262
Table 110 – Write publish data mode command number command specific response codes.....	262
Table 111 – Write publish data mode control value field	263
Table 112 – Write publish data mode control command specific response codes	263
Table 113 – Read event notification summary request value field	264
Table 114 – Read event notification summary response value field	265
Table 115 – Read event notification summary command specific response codes	265
Table 116 – Write event notification bit mask value field	266
Table 117 – Write event notification bit mask command specific response codes	266
Table 118 – Write event notification timing value field.....	267
Table 119 – Write event notification timing command specific response codes	267
Table 120 – Write event notification control value field	268
Table 121 – Write event notification control command specific response codes	268
Table 122 – Write event notification acknowledgement value field	269
Table 123 – Write event notification acknowledgement command specific response codes	269
Table 124 – Write Join_key value field	270
Table 125 – Write Join_key command specific response codes.....	270
Table 126 – Read join status value field	271
Table 127 – Read join status command specific response codes	271
Table 128 – Write Active_search_shed_time request value field	271
Table 129 – Write Active_search_shed_time response value field.....	272
Table 130 – Write Active_search_shed_time command specific response codes	272
Table 131 – Write Join mode configuration value field	272
Table 132 – Write Join mode configuration command specific response codes.....	273
Table 133 – Read Join mode configuration response value field	273
Table 134 – Read Join mode configuration command specific response codes.....	274
Table 135 – Write network_ID value field request value field	274
Table 136 – Write network_ID value field response value field.....	274
Table 137 – Write network_ID command specific response codes	274
Table 138 – Read network_ID value field	275
Table 139 – Read network_ID command specific response codes.....	275
Table 140 – Write Network_tag value field	276
Table 141 – Write Network_tag command specific Response codes.....	276
Table 142 – Read Network_tag response value field	276
Table 143 – Read Network_tag command-specific response codes.....	277
Table 144 – Read wireless device capabilities value field	277

Table 145 – Read wireless device capabilities command specific response codes	277
Table 146 – Read battery life response value field	278
Table 147 – Read battery life command-specific response codes	278
Table 148 – Report device health response value field	279
Table 149 – Report device health command specific response codes	279
Table 150 – Read neighbor health list request value field	279
Table 151 – Read neighbor health list response value field	280
Table 152 – Read neighbor health list command specific response codes	280
Table 153 – Read device nickname response value field	281
Table 154 – Read device nickname command-specific response codes	281
Table 155 – Read session list request value field	281
Table 156 – Read session list response value field	282
Table 157 – Read session list command specific response codes	282
Table 158 – Read superframe list request value field	282
Table 159 – Read superframe list response value field	283
Table 160 – Read superframe list command specific response codes	283
Table 161 – Read link list request value field	283
Table 162 – Read link list response value field	284
Table 163 – Read link list command specific response codes	284
Table 164 – Read graph list request value field	284
Table 165 – Read graph list response value field	285
Table 166 – Read graph list command specific response codes	285
Table 167 – Read neighbor attribute flag request value field	285
Table 168 – Read neighbor attribute flag response value field	285
Table 169 – Read neighbor attribute flag command specific response codes	286
Table 170 – Read neighbor signal level request value field	286
Table 171 – Read neighbor signal level response value field	286
Table 172 – Read neighbor signal level command specific response codes	286
Table 173 – Report path down alarm response value field	287
Table 174 – Report path down alarm command specific response codes	287
Table 175 – Report source route failed alarm response value field	288
Table 176 – Report source route failed alarm command specific response codes	288
Table 177 – Report graph route failed alarm response value field	288
Table 178 – Report graph route failed alarm command specific response codes	288
Table 179 – Report transport layer failed alarm response value field	289
Table 180 – Report transport layer failed alarm command specific response codes	289
Table 181 – Write UTC time mapping value field	289
Table 182 – Write UTC time mapping command specific response codes	289
Table 183 – Read UTC time mapping response value field	290
Table 184 – Read UTC time mapping command specific response codes	290
Table 185 – Write timer interval value field	290
Table 186 – Write timer interval command specific response codes	291

Table 187 – Read timer interval request value field	291
Table 188 – Read timer interval response value field	291
Table 189 – Read timer interval command specific response codes	292
Table 190 – Write radio power output value field	292
Table 191 – Write radio power output command specific response codes	292
Table 192 – Read radio power output response value field	293
Table 193 – Read radio power output command specific response codes	293
Table 194 – Request TimeTable value field	293
Table 195 – Response TimeTable value field	294
Table 196 – Request TimeTable command specific response codes	294
Table 197 – Read TimeTable list request value field	295
Table 198 – Read TimeTable list response value field	295
Table 199 – Read TimeTable list command specific response codes	296
Table 200 – Delete TimeTable request value field	296
Table 201 – Delete TimeTable response value field	296
Table 202 – Delete TimeTable command specific response codes	297
Table 203 – Read route list request value field	297
Table 204 – Read route list response value field	297
Table 205 – Read route list command specific response codes	298
Table 206 – Read source route request value field	298
Table 207 – Read source route response value field	298
Table 208 – Read source route command specific response codes	298
Table 209 – Read CCA mode response value field	299
Table 210 – Read CCA mode command specific response codes	299
Table 211 – Write CCA mode value field	299
Table 212 – Write CCA mode command specific response codes	300
Table 213 – Read handheld superframe response value field	300
Table 214 – Read handheld superframe command specific response codes	300
Table 215 – Write handheld superframe value field	301
Table 216 – Write handheld superframe command specific response codes	301
Table 217 – Read packet hop-to-live response value field	301
Table 218 – Read packet hop-to-live command specific response codes	302
Table 219 – Write packet hop-to-live value field	302
Table 220 – Write packet hop-to-live command specific response codes	302
Table 221 – Read Join_priority response value field	303
Table 222 – Read Join_priority command specific response codes	303
Table 223 – Write Join_priority value field	303
Table 224 – Write Join_priority command specific response codes	303
Table 225 – Read receive Priority_threshold response value field	304
Table 226 – Read receive Priority_threshold command specific response codes	304
Table 227 – Write receive Priority_threshold value field	304
Table 228 – Write receive Priority_threshold command specific response codes	305

Table 229 – Read device list request value field	305
Table 230 – Read device list response value field.....	305
Table 231 – Read device list command specific response codes	306
Table 232 – Add device list entry request value field.....	306
Table 233 – Add device list entry response value field	306
Table 234 – Add device list entry command specific response codes	307
Table 235 – Delete device list entry request value field.....	307
Table 236 – Delete device list entry response value field	307
Table 237 – Delete device list entry command specific response codes	308
Table 238 – Read channel blacklist response value field	308
Table 239 – Read channel blacklist command specific response codes	308
Table 240 – Write channel blacklist value field	309
Table 241 – Write channel blacklist command specific response codes	309
Table 242 – Read back-off exponent response value field.....	310
Table 243 – Read back-off exponent command specific response codes	310
Table 244 – Write back-off exponent value field.....	310
Table 245 – Write back-off exponent command specific response codes	310
Table 246 – Write network access mode value field	311
Table 247 – Write network access mode command specific response codes	311
Table 248 – Read network access mode response value field	312
Table 249 – Read network access mode command specific response codes	312
Table 250 – Request Session request value field.....	312
Table 251 – Request Session response value field	313
Table 252 – Request Session command specific response codes	313
Table 253 – Read network device identity request value field.....	313
Table 254 – Read network device identity response value field	313
Table 255 – Read network device identity command specific response codes	314
Table 256 – Read device's neighbor health request value field	314
Table 257 – Read device's neighbor health response value field.....	314
Table 258 – Read device's neighbor health command specific response codes	315
Table 259 – Read network topology information request value field.....	315
Table 260 – Read network topology information response value field	315
Table 261 – Read network topology information command specific response codes	316
Table 262 – Read publish data message list request value field	316
Table 263 – Read publish data message list response value field	316
Table 264 – Read publish data message list command specific response codes.....	316
Table 265 – Flush cached value field	317
Table 266 – Flush cached responses command specific response codes	317
Table 267 – Read network device statistics request value field	317
Table 268 – Read network device statistics response value field.....	318
Table 269 – Read network device statistics command specific response codes	318
Table 270 – Read network device identity request value field.....	319

Table 271 – Read network device identity response value field	319
Table 272 – Read network device identity command specific response codes	319
Table 273 – Write network device's scheduling flags value field.....	320
Table 274 – Write network device's scheduling flags command specific response codes	320
Table 275 – Read network device's scheduling flags request value field	320
Table 276 – Read network device's scheduling flags response value field.....	321
Table 277 – Read network device's scheduling flags command specific response codes	321
Table 278 – Read network constraints value field	321
Table 279 – Read network constraints command specific response codes	321
Table 280 – Write network constraints value field	322
Table 281 – Write network constraints command specific response codes	322
Table 282 – Read network statistics response value field	323
Table 283 – Read network command specific response codes	323
Table 284 – Transfer network list to white list response value field	323
Table 285 – Transfer network list to white list command specific response codes.....	323
Table 286 – Generate key request value field.....	324
Table 287 – Generate key response value field	324
Table 288 – Generate key command specific response codes	324
Table 289 – Read device join key request value field.....	325
Table 290 – Read device join key response value field	325
Table 291 – Read device join key command specific response codes	325
Table 292 – Write device join key.....	326
Table 293 – Write device join key command specific response codes	326
Table 294 – Change key now request value field	326
Table 295 – Change key now response value field	327
Table 296 – Change key now command specific response codes.....	327
Table 297 – Change key now response value field	327
Table 298 – Change key now command specific response codes.....	328
Table 299 – Write stale data timer response value field	328
Table 300 – Write stale data timer command specific response codes	328
Table 301 – Write stale data count request value field	329
Table 302 – Write stale data count command specific response codes.....	329
Table 303 – Read session extended request value field.....	330
Table 304 – Read session extended response value field	330
Table 305 – Read session extended command specific response codes	330
Table 306 – Read device suspend settings response value field	331
Table 307 – Read device suspend settings command specific response codes	331
Table 308 – Read security level advertised response value field.....	331
Table 309 – Read security level advertised command specific response codes	331
Table 310 – Reset availability statistics request value field	332
Table 311 – Reset availability statistics command specific response codes.....	332
Table 312 – Read active advertising status response value field.....	332

Table 313 – Read active advertising status command specific response codes	332
Table 314 – Read join key mode response value field	333
Table 315 – Read join key mode command specific response codes	333
Table 316 – Write join key mode request value field	333
Table 317 – Write join key mode command specific response codes	334
Table 318 – Read Timetable by ID request value field	334
Table 319 – Read Timetable by ID response value field	334
Table 320 – Read Timetable by ID command specific response codes	335
Table 321 – Disconnect device value field	335
Table 322 – Disconnect device command specific response codes	335
Table 323 – Write network key value field	336
Table 324 – Write network key command specific response codes	336
Table 325 – Write device nickname value field	336
Table 326 – Write device nickname command specific response codes	337
Table 327 – Write session request value field	337
Table 328 – Write session response value field	337
Table 329 – Write session command specific response codes	338
Table 330 – Delete session request value field	338
Table 331 – Delete session response value field	338
Table 332 – Delete session command specific response codes	339
Table 333 – Write superframe request value field	339
Table 334 – Write superframe response value field	339
Table 335 – Write superframe command specific response codes	340
Table 336 – Delete superframe request value field	340
Table 337 – Delete superframe response value field	340
Table 338 – Delete superframe command specific response codes	341
Table 339 – Write link request value field	341
Table 340 – Write link response value field	341
Table 341 – Write link command specific response codes	342
Table 342 – Delete link request value field	342
Table 343 – Delete link response value field	343
Table 344 – Delete link command specific response codes	343
Table 345 – Write graph connection request value field	343
Table 346 – Write graph connection response value field	344
Table 347 – Write graph connection command specific response codes	344
Table 348 – Delete graph connection request value field	344
Table 349 – Delete graph connection response value field	345
Table 350 – Delete graph connection command specific response codes	345
Table 351 – Write neighbor attribute flag value field	345
Table 352 – Write neighbor attribute command specific response codes	345
Table 353 – Write network suspend value field	346
Table 354 – Write network suspend command specific response codes	346

Table 355 – Write TimeTable request value field	347
Table 356 – Write TimeTable response value field.....	347
Table 357 – Write TimeTable command specific response codes	347
Table 358 – Write route request value field	348
Table 359 – Write route response value field.....	348
Table 360 – Write route command specific response codes	348
Table 361 – Delete route request value field	349
Table 362 – Delete route response value field.....	349
Table 363 – Delete route command specific response codes	349
Table 364 – Write source route request value field	350
Table 365 – Write source route response value field.....	350
Table 366 – Write source route command specific response codes	350
Table 367 – Delete source route request value field	351
Table 368 – Delete source route response value field.....	351
Table 369 – Delete source route command specific response codes	351
Table 370 – Write status counter mode request value field	351
Table 371 – Write status counter mode command specific response codes	352
Table 372 – Write security level supported request value field	352
Table 373 – Write security level supported command specific response codes	353
Table 374 – Coding of Integer16 type data	354
Table 375 – Coding of Unsigned16 type data	354
Table 376 – Coding for Date type.....	356
Table 377 – Coding of 1-octet Bit Field type data	356
Table 378 – Coding of 2-octet Bit Field type data	356
Table 379 – Packed ASCII character set	357
Table 380 – Subset of ISO Latin-1 characters	358
Table 381 – DRM related response codes	359
Table 382 – FSPM state Table – client transactions	362
Table 383 – FSPM state Table – server transactions	364
Table 384 – Function TransportType ().....	364
Table 385 – Function PriorityType ()	364
Table 386 – Function FormReqApdu ().....	364
Table 387 – Function FormRspApdu ().....	365
Table 388 – Function RetrieveCommand ().....	365
Table 389 – Function CommandErr ().....	365
Table 390 – Function ResponseCode ()	365
Table 391 – Function DeviceStat ()	365
Table 392 – Function Value ()	365
Table 393 – Parameters used with primitives exchanged between FSPM and ARPM.....	366
Table 394 – Client ARPM states	368
Table 395 – Client ARPM state table.....	368
Table 396 – Server ARPM states	369

Table 397 – Server ARPM state table.....	369
Table 398 – Primitives issued from ARPM to TPM 370	370
Table 399 – Primitives issued by TPM to ARPM.....	370
Table 400 – TPM state descriptions.....	370
Table 401 – TPM state Table – Client transactions	371
Table 402 – TPM state Table – Server transactions	371
Table 403 – Primitives exchanged between network layer and TPM	372
Table 404 – CPF 9: overview of profile sets.....	372
Table 405 – CP 9/2: PhL selection	378
Table 406 – CP 9/2: PhL protocol selection	378
Table 407 – Transceiver Specifications	379
Table 408 – Frequency assignments	379
Table 409 – PHY PIB attributes.....	380
Table 410 – CP 9/2: DLL service selection	381
Table 411 – CP 9/2: DLL protocol selection	381
Table 412 – CP 9/2: AL service selection	382
Table 413 – CP 9/2: Device application service selection.....	383
Table 414 – CP 9/2: Layer management service selection	384
Table 415 – CP 9/2: Gateway and network manager service selection	385
Table 416 – CP 9/2: Network management configuration service selection.....	386
Table 417 – CP 9/2: AL protocol selection	387
Table 418 – Application process status values.....	387
Table 419 – CP 9/2: Device application service-specific APDU selection	388
Table 420 – CP 9/2: Layer management service-specific APDU selection	389
Table 421 – CP 9/2: Gateway and network manager service-specific APDU selection	390
Table 422 – CP 9/2: Network management configuration service-specific APDU selection ..	391
Table C.1 – Network manager requirements	411
Table D.1 – Cached Response Messages	417
Table E.1 – Response code values	418
Table F.1 – Reserved values.....	427
Table F.2 – Publish mode control codes	428
Table F.3 – Write device variable codes	429
Table F.4 – Device variable family codes.....	429
Table F.5 – Device variable classification codes	429
Table F.6 – Analog channel saturated codes	431
Table F.7 – Analog channel fixed codes	431
Table F.8 – Standardized status 0 codes.....	431
Table F.9 – Standardized status 1 codes	432
Table F.10 – Standardized status 2 codes	432
Table F.11 – Standardized status 3 codes	432
Table F.12 – Publish trigger mode codes.....	433
Table F.13 – Event notification control codes	433

Table F.14 – Event status codes	433
Table F.15 – TimeTable request codes	434
Table F.16 – TimeTable application domain codes	434
Table F.17 – Synchronous action control codes	434
Table F.18 – Real-time clock flags codes	434
Table F.19 – Wireless timer codes	435
Table F.20 – Device power source codes	435
Table F.21 – Link_type codes	435
Table F.22 – Link option flags codes	436
Table F.23 – Superframe mode flags codes.....	436
Table F.24 – Session_type codes	436
Table F.25 – TimeTable deletion reason codes	436
Table F.26 – Disconnect cause codes	436
Table F.27 – Wireless operation codes.....	437
Table F.28 – Join process status codes.....	437
Table F.29 – Security type codes	438
Table F.30 – Device list codes	438
Table F.31 – Network access mode codes.....	439
Table F.32 – Device profile codes	439
Table F.33 – Device power status codes	439
Table F.34 – Neighbor flags codes.....	440
Table F.35 – Notification mask codes	440
Table F.36 – Join mode codes	440
Table F.37 – Device scheduling flags codes	440
Table F.38 – Network optimization flags codes	441
Table F.39 – Wireless capabilities codes.....	441
Table F.40 – CCA mode codes	441
Table F.41 – Wireless device connection status	441
Table F.42 – Wireless device health status	442
Table F.43 – Change key flags codes.....	442
Table F.44 – Join key mode code.....	442
Table I.1 – Routing requirements	458
Table I.2 – Scheduling requirements	459
Table I.3 – Superframe ID 1: 1 s update rate, superframe length 100	463
Table I.4 – Superframe ID 4: 4 s update rate, superframe length 400	463
Table I.5 – Superframe ID 0: management superframe	463
Table I.6 – Join request (shared with management responses)	463
Table I.7 – Join response (shared with management requests)	464
Table I.8 – Commands.....	464
Table I.9 – Command responses.....	464
Table I.10 – Device A	464
Table I.11 – Device B	465

Table I.12 – Device C	465
Table I.13 – Device D	466
Table I.14 – Network manager universal commands	467
Table J.1 – Required command responses	478
Table J.2 – Gateway status flags.....	480
Table J.3 – Gateway capacity guidelines	481
Table M.1 – Applicable EN 300 440-2 requirements list	497
Table M.2 – Applicable EN 300 328 requirements list for adaptivity.....	498
Table M.3 – Applicable EN 300 328 requirements list for non-adaptivity	499

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INDUSTRIAL NETWORKS – WIRELESS COMMUNICATION NETWORK AND COMMUNICATION PROFILES – WirelessHART™

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.

International Standard IEC 62591 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 2010. This edition constitutes a technical revision.

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

- enhancements to the performance statistics using key performance indicators (KPI). These improvements result in expansion of statistics provided by Gateways. For example Read network device statistics service was expanded and Read network statistics service was added to provide a summary of network performance;
- "Stale Data" detection was added (see services Read stale data setpoints, Write stale data timer and Write stale data count setpoint). These standardize Gateway reporting should process data or events fail to arrive at the Gateway in a timely fashion. For example, Host Applications will receive the "Update Failure" Response Code should the process data in the command response be stale;

- gateway commands were added;
- a Quarantined State was added;
- CCA Modes were extended to be more in-line with IEEE 802.15.4;
- clarifications on whitelist and blacklist management were added;
- clarifications on join (e.g. only require a single neighbor) were added;
- clarifications on use of join links, table management, and defaults were added;
- corrections and updates were made.

The reader's attention is drawn to the fact that Annex M lists all of the "in-some-country" clauses on differing practices of a less permanent nature relating to the subject of this standard.

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

FDIS	Report on voting
65C/835/FDIS	65C/842/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 the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

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

INTRODUCTION

This International standard provides the specification, definitions, and profile for a Wireless communication network. It supplements IEC 61158-5-20, IEC 61158-6-20 where some services and commands are specified and it supplements IEC 61784-1 where a Communication Profile CP 9/1, universal command, is specified.

This document follows the structure and conventions of IEC 61158 series (for example separation of DL-service definitions and DL-protocol specification) and conventions of IEC 61784-1. IEC 61158 series specify different communication networks. These are structured in different Types. The Type 20 is assigned to technologies of Hart™¹ Communication Foundation (HCF). For other assignments of Type numbers see IEC 61158-1.

IEC 61784-1, and IEC 61784-2 provide Communication Profile Families (CPF), and, within a family, one to n Communication Profiles. The assigned CPF number for technologies of the HCF is CPF 9. For other assignments of CPF numbers see IEC 61158-1.

A new project number IEC 62591 was assigned to the Type 20 enhancements and the associated CP 9/2, so that this document contains the Type 20 specific equivalent to the IEC 61158 series and of CPF 9 specific profile using the same conventions as used in IEC 61784-1. The equivalent of 4 Type specific subparts and the profile are organized in this document in different clauses.

The Type 20 protocol supports two way digital communications for process measurement and control devices. Applications include remote process variable interrogation, cyclical access to process data, parameter setting and diagnostics. This document defines the specification that comprises the Type 20 field communications protocol for wireless devices. Specification of the Type 20 protocol is based largely on the OSI 7-layer Communication Model.

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of patents concerning the claims of the patents listed below given in the normative clauses.

US 8676219 [HCF]	Combined Wired and Wireless Communications with Field Devices in a Process Control Environment
US 8798084 [HCF]	Increasing Reliability and Reducing Latency in a Wireless Network
US 8325627 [HCF]	Adaptive Scheduling in a Wireless Network
US 8660108 [HCF]	Synchronizing Timeslots in a Wireless Communication Protocol
US 8169974 [HCF]	Suspending Transmissions in a Wireless Communication Network
US 8670746 [HCF]	Enhancing Security in a Wireless Network
US 8670749 [HCF]	Enhancing Security in a Wireless Network
US 8451809 [HCF]	Wireless Gateway in a Process Control Environment Supporting a Wireless Communication Protocol
US 8570922 [HCF]	Efficient Addressing in Wireless HART Protocol

¹ HART™ and WirelessHART™ are the trade names of FieldComm Group. The FieldComm Group is a non-profit trade organization to support the HART™ Communication. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of the trade name holder or any of its products. Compliance to this document does not require use of the trade name. Use of the trade name HART™ and WirelessHART™ requires permission of the trade name holder, see <http://www.fieldcommgroup.org>.

US 8942219 [HCF]	Support for Network Management and Device Communications in a Wireless Network
US 8406248 [HCF]	Priority Based Scheduling and Routing in a Wireless Network
US 8892769 [HCF]	Routing Packets on a Network Using Directed Graphs
US 8230108 [HCF]	Routing Packets on a Network Using Directed Graphs
US 8356431 [HCF]	Scheduling Communication Frames in a Wireless Network

IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of these patent rights.

The holder of these patent rights has assured IEC that she/he is willing to negotiate licenses either free of charge or under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of these patent rights is registered with IEC. Information may be obtained from:

[HCF] FieldComm Group
 9430 Research Boulevard
 Suite 1-120
 Austin TX 78759, USA

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights other than those identified above. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO (www.iso.org/patents) and IEC (<http://patents.iec.ch>) maintain on-line data bases of patents relevant to their standards. Users are encouraged to consult the data bases for the most up to date information concerning patents.

INDUSTRIAL NETWORKS – WIRELESS COMMUNICATION NETWORK AND COMMUNICATION PROFILES – WirelessHART™

1 Scope

This International Standard specifies a wireless communication network in addition to the Type 20 in IEC 61158-3-20, IEC 61158-4-20, IEC 61158-5-20, IEC 61158-6-20 and a Communication Profile CP 9/2 in addition to IEC 61784-1, CPF 9.

This standard specifies the following:

- Physical layer service definition and protocol specification,
- Data-link layer service and protocol,
- Application layer service and protocol,
- Network management,
- Security,
- Communication profile,
- Wireless procedures and
- Gateway.

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.

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

IEC 61158-2, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 2: Physical layer specification and service definition*

IEC 61158-3-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-20: Data-link layer service definition – Type 20 elements*

IEC 61158-4-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-20: Data-link layer protocol specification – Type 20 elements*

IEC 61158-5-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-20: Application layer service definition – Type 20 elements*

IEC 61158-6-20:2014, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-20: Application layer protocol specification – Type 20 elements*

IEC 61784-1:2014, *Industrial Communication Networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*

IEC 61784-2:2014, *Industrial Communication Networks – Profiles – Part 2: Part 2: Additional fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3*

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

ISO/IEC 7498-3, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: Naming and addressing*

ISO/IEC/IEEE 60559, *Information technology – Microprocessor Systems – Floating-Point arithmetic*

ISO/IEC 8824 (all parts), *Information Technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1)*

ISO/IEC 8859-1, *Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 1: Latin alphabet No. 1*

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*

IEEE Std 802-2001, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture*

IEEE Std 802.15.4-2011, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)*

IEEE Std 802.15.4e:2012, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs) – Amendment 1: MAC sublayer*

3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions

For the purposes of this document, the following terms as defined in these publications apply.

3.1 Reference model terms and definitions

3.1.1 Terms and definitions from ISO/IEC 7498-1 terms and ISO/IEC 7498-3 terms

This standard is based in part on the concepts developed in ISO/IEC 7498-1 and ISO/IEC 7498-3, and makes use of the following terms defined therein.

- a) abstract syntax
- b) application entity
- c) application entity invocation
- d) application process
- e) application process invocation
- f) application protocol data unit
- g) application service element
- h) application transaction
- i) DL protocol-data-unit
- j) DL service-data-unit
- k) DL-entity (N=2)

- l) DLS user-data
- m) NL protocol-data-unit
- n) NL service-data-unit
- o) NL-entity (N=3)
- p) NLS user-data
- q) presentation context
- r) real open system
- s) TL protocol-data-unit
- t) TL service-data-unit
- u) TL-entity (N=4)
- v) TLS user-data
- w) transfer syntax

3.1.2 Terms and definitions from ISO/IEC 9545

- 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

3.1.3 Terms and definitions from ISO/IEC 8824

- a) object identifier
- b) type
- c) value
- d) simple type
- e) structured type
- f) component type
- g) tag
- i) true
- j) false
- k) integer type
- m) octet string type
- n) null type
- o) sequence type
- p) sequence of type
- q) choice type
- r) tagged type
- s) any type
- t) module
- u) production

3.1.4 Terms and definitions from ISO/IEC 8825-1

- a) encoding (of a data value)
- b) data value
- c) identifier octets (the singular form is used in this standard)
- d) length octet(s) (both singular and plural forms are used in this standard)
- e) contents octets

3.2 Specific terms and definitions

3.2.1

absolute slot number

count of all slots that have occurred since the network was formed

Note 1 to entry: This number always increments and is never reset to any fixed value or zero. Its current value is always the sequence number of the current slot. Its maximum value is $(2^{40} - 1)$ after that it rolls over to zero.

3.2.2

acknowledge

explicit data-link response to the successful reception of a directed, non-broadcast DLPDU from a DLE source device and the second DLPDU of a two-DLPDU transaction

3.2.3

adapter

network device that enables connection and communication with a field device which does not have a direct connection to a Type 20 network

3.2.4

Advertise DLPDU

DLPDU that invites new devices into the network

Note 1 to entry: When a device wishes to join a network, it listens for these DLPDUs and then uses the information in the DLPDU to synchronize with the network and initiate the join process.

3.2.5

analog channel

continuously varying electrical signal connecting a field device to the remainder of the data acquisition or control system

Note 1 to entry: Some field devices support multiple analog channels (input or output).

Note 2 to entry: Each analog channel transmits a single dynamic variable to or from the field device.

3.2.6

application

function or data structure for which data is consumed or produced

[SOURCE: IEC 61158-6-9:2014: 3.2.1]

3.2.7

application domain

classification of the application process based on communication priority and capacity requirement

3.2.8

application object

object class that manages and provides the run time exchange of messages across the network and within the network device

Note 1 to entry: Multiple types of application object classes may be defined.

[SOURCE: IEC 61158-6-9:2014, 3.2.3]

3.2.9

application relationship

cooperative association between two or more application-entity-invocations for the purpose of exchange of information and coordination of their joint operation

Note 1 to entry: This relationship is activated either by the exchange of application-protocol-data-units or as a result of pre-configuration activities.

[SOURCE: IEC 61158-6-9:2014, 3.2.8]

3.2.10

application relationship endpoint

context and behavior of an application relationship as seen and maintained by one of the application processes involved in the application relationship

Note 1 to entry: Each application process involved in the application relationship maintains its own application relationship endpoint.

3.2.11

ASN time

time represented as absolute slot number; any instance in time is equal to absolute slot number at that instance

3.2.12

attribute

description of an externally visible characteristic or feature of an object

Note 1 to entry: The attributes of an object contain information about variable portions of an object. Typically, they provide status information or govern the operation of an object. Attributes may also affect the behavior of an object. Attributes are divided into class attributes and instance attributes.

3.2.13

availability

percentage of packets that arrive at the gateway within the burst period of the device

3.2.14

behavior

indication of how the object responds to particular events

Note 1 to entry: Its description includes the relationship between attribute values and services.

3.2.15

broadcast

process of sending a PDU to all devices that are connected to the network and are able to receive the transmission

3.2.16

broadcast address

address used by a master to send a command to all devices

3.2.17

busy

state of a device which is active on different tasks and cannot execute a command at the time

3.2.18

channel

RF frequency band used to transmit a modulated signal carrying packets