

DIN EN 62591

ICS 35.160; 35.240.50

Einsprüche bis 2014-06-04
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 62591:2011-11**Entwurf****Industrielle Kommunikationsnetze –
Kommunikationsnetze und Kommunikationsprofile –
WirelessHART™
(IEC 65C/744/CD:2013), Text in Englisch**

Industrial communication networks –
Wireless communication network and communication profiles –
WirelessHART™
(IEC 65C/744/CD:2013), Text in English

Réseaux industriels de communication –
Réseau de communications sans fil et profils de communication –
WirelessHART™
(CEI 65C/744/CD:2013), Texte en anglaise

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-04-04 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 477 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die englische Originalfassung des internationalen Dokuments IEC 65C/744/CD:2013 „Industrial communication networks – Wireless communication network and communication profiles – WirelessHART™“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Das internationale Dokument wurde vom SC 65C „Industrial networks“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

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

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

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

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

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

Da sich die Benutzer des vorliegenden Normentwurfs der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die Englische Fassung der E DIN EN 62591 veröffentlicht. Zu deren Abschnitt 3, der die Begriffe festlegt, wurde eine Übersetzung angefertigt und als Nationaler Anhang NA des vorliegenden Normentwurfs hinzugefügt. Für die meisten 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.

Es ist vorgesehen, auch bei der entsprechenden zukünftigen Deutschen Norm auf die deutsche Sprachfassung zu verzichten und diese in der englischsprachigen Fassung zu veröffentlichen.

Erklärung zu Schutzrechten

Die Internationale Elektrotechnische Kommission macht darauf aufmerksam, dass ihr gegenüber erklärt wurde, dass die Übereinstimmung mit dem vorgesehenen Norm-Inhalt die Anwendung von Patenten erforderlich machen könnte. Nähere Informationen hierzu befinden sich im Vorwort der Europäischen Norm.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass Bestandteile der vorliegenden Norm Gegenstand von weiteren Patentrechten sein können. Es liegt nicht im Verantwortungsbereich der DKE, einige oder alle dieser Patentrechte zu benennen.

Der Leser der vorliegenden Norm wird jedoch gebeten, ihm bekannte derartige Patentrechte der Geschäftsstelle mitzuteilen und entsprechende Informationen zur Verfügung zu stellen.

Änderungen

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

- a) Erweiterung der Leistungsstatistik unter Verwendung der Leistungskennziffern. Diese Verbesserung hat das Ergebnis der Ausdehnung der Statistiken, die über Schnittstellen 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 Dienste lese Altdaten Sollwerte, schreibe Altdaten Timer und schreibe Altdaten Anzahl Sollwert). Diese standardisierte Schnittstellenauswertung soll Daten und Ereignisse, dessen Erreichen der Schnittstelle fehlgeschlagen ist, rechtzeitig aufarbeiten. Zum Beispiel würden Host-Anwendungen die „Update Fehler“-Antwort empfangen, sollten die Prozessdaten der Befehlantwort veraltet sein.
- c) Fehlerbehebung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

NA.3.3 Spezielle Begriffe

3.3.1

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.

3.3.2

Bestätigung

positive Rückmeldung

(en: **acknowledge**)

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

3.3.3

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

3.3.4

Ausschreibungs-DLPDU

(en: **advertise DLPDU**)

Einbeziehung neuer Geräte in das Netzwerk

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 Verbindungs-vorgang einzuleiten.

3.3.5

analoger Kanal

(en: **analog channel**)

ein sich kontinuierlich 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.

3.3.6

Anwendung

(en: **application**)

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

[IEC 61158-6-9]

3.3.7

Anwendungsdomäne

(en: **application domain**)

Klassifizierung der Prozessanwendung basierend auf Kommunikationspriorität und Kapazitätsanforderung

3.3.8

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.

[IEC 61158-6-9]

3.3.9

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.

[IEC 61158-6-9]

3.3.10

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.

3.3.11

ASN-Zeit

(en: **ASN time**)

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

3.3.12

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.

3.3.13

Verfügbarkeit

(en: **availability**)

Prozentzahl von Datenpaketen, die die Schnittstelle innerhalb des Zeitraums der Übertragungsrate erreichen

3.3.14

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.

3.3.15

Rundsendung

(en: **broadcast**)

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

3.3.16

Rundsendeadresse

(en: **broadcast address**)

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

3.3.17

belegt

(en: **busy**)

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

3.3.18

Kanal

(en: **channel**)

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

3.3.19

Liste gesperrter Kanäle

(en: **channel blacklisting**)

Verfahren der Ausschließung eines HF-Kanals von der Benutzung

3.3.20

Kanalspringen

(en: **channel hopping**)

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

3.3.21

Kanaloffset

(en: **channel offset**)

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

3.3.22**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.

3.3.23**Klassenattribut****(en: class attributes)**

Attribut, welches allen Objekten innerhalb derselben Klasse gemeinsam ist

3.3.24**Klassencode****(en: class code)**

eindeutiger Bezeichner, der jeder Objektklasse zugewiesen wird

3.3.25**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.

3.3.26**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.

3.3.27**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

[IEC 61158-6-9]

3.3.28**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 ist Konsistenz mit der Definition von Koexistenz aus IEEE 802.15.2-2003.

[Quelle: IEC 62657-2:2013]

3.3.29

Konformität, übereinstimmen mit

(en: **conformity, conform to**)

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

[Quelle verändert: IEC 60050-151-16-14 und ISO/IEC Guide 2 (14.1)]

3.3.30

verbunden

(en: **connected**)

Gerät hat eine Beitrittsanfrage ausgegeben

3.3.31

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

3.3.32

Übermittlungskanal

(en: **conveyance path**)

einseitig gerichtete Übermittlung von APDUs über eine Anwendungsbeziehung

3.3.33

zyklisch

(en: **cyclic**)

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

3.3.34

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 Ausdruck Komponente wird in harmonisierten Normen wie der EN 300 328 verwendet.

3.3.35

Geräte-ID

(en: **device ID**)

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

3.3.36

Geräteprofil

(en: **device profile**)

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

3.3.37

erweiterter Gerätetyp

(en: **expanded device type**)

Hersteller-Gerätetyp, wie in IEC 61158-6-20:2014, Tabelle 7, festgelegt

3.3.38

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.

3.3.39

Auffindung

(en: **discovery**)

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

3.3.40

Auffindungsverknüpfung

(en: **discovery link**)

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

3.3.41

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.

3.3.42

Endpunkt

(en: **endpoint**)

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

3.3.43

Fehler

(en: **error**)

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

3.3.44

Fehlercode

(en: **error code**)

Angabe einer speziellen Fehlerart innerhalb einer Fehlerklasse

3.3.45

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.

3.3.46

Frequenzkanal

(en: **frequency channel**)

Zuweisung des Frequenzspektrums in einem bestimmten Frequenzbereich

3.3.47

Gateway

(en: **gateway**)

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

3.3.48

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

3.3.49

Graph_ID

(en: Graph_ID)

Bezeichner zur Angabe eines speziellen Grapheneingangs

3.3.50

angekoppelt

(en: joined)

Gerät ist in Kommunikation mit dem Netzwerkmanager und hat mindestens: den Netzwerkschlüssel, seinen Tag Namen, den einmaligen Netzwerk Manager Zeitschlitz, den Superframe und links vom Netzwerkmanager, einen zeitsynchronen Nachbarn und eine Route zum Netzwerk Manager Handgerät Applikation

3.3.51

Hand-Superframe

(en: handheld superframe)

spezifischer Superframe für Diagnose

3.3.52

Sprung

(en: hop)

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

3.3.53

hop to live

(en: hop to live)

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

3.3.54

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 Netzwerkverwaltungssitzung und einen normalen (keinen Verbindungs-)Überahmen und Verknüpfungen hat

3.3.55

join_key

(en: join_key)

Sicherheitsschlüssel, der zum Einleiten des Verbindungsvorgangs verwendet wird

3.3.56

Latenzzeit

(en: latency)

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

3.3.57

Verknüpfung

(en: link)

vollständige Datenübermittlungs-Spezifikation zwischen angrenzenden 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.

3.3.58

logische Verknüpfungssteuerung

(en: **logical link control**)

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

3.3.59

long_tag

(en: **long_tag**)

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

3.3.60

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.

3.3.61

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.

3.3.62

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.

3.3.63

Hersteller_ID

(en: **manufacturer ID**)

Benummerung aus zwei Oktetten, die den Hersteller eines Gerätes angibt

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

3.3.64

Master

(en: **master**)

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

3.3.65

Steuerungsverfahren für den Medienzugriff

(en: **medium access control**)

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

3.3.66

Gruppenruf

(en: **multicast**)

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

3.3.67

Nachbar

(en: **neighbor**)

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

3.3.68

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 Nachbarn gespeichert.

3.3.69

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.

3.3.70

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 den Geräten im Netz gehören Feldgeräte, Zugangspunkte (d. h. Gateways), Adapter und Handhelds.

3.3.71

Netzwerk_ID

(en: **network_ID**)

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

3.3.72

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

3.3.73

Nickname

(en: **nickname**)

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

3.3.74**Knoten****(en: node)**

adressierbares logisches oder physikalisches Gerät, das zum Netzwerk gehört

3.3.75**Nonce****(en: nonce)**

sich nicht wiederholende Zahl, die so aufgebaut ist, dass sie für das aktuelle Paket nur einmal existiert und mit der gesichert wird, so dass vorherige Datenübermittlungen bei Angriffen durch Wiedereinspielungen (en: replay attack) nicht wieder verwendet 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.

3.3.76**Paket****(en: packet)**

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

3.3.77**Paket****(en: packet)**

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

3.3.78**Paketfehlerrate****(en: packet error rate)**

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

3.3.79**Paketverlustrate****(en: packet loss rate)**

Prozentzahl an im Netzwerk verlorenen Datenpaketen, abgeleitet aus dem Zähler der Paketverluste

3.3.80**Parametrierung****(en: parameterization)**

Konfigurierung eines Feldgeräts für genauen Betrieb in einem gegebenen Anlagenaufbau

3.3.81**Portal****(en: portal)**

Kombination aus einer Schnittstelle, einem Netzwerkmanager und einem Zugangspunkt

3.3.82**Konfiguration****(en: provisioning)**

Konfiguration eines Feldgeräts für die Integration in das Netzwerk

3.3.83**Pfad****(en: path)**

direkter Kommunikationslink zwischen zwei Nachbargeräten in einem Netzwerk

3.3.84

Nutzdaten

(en: **payload data**)

Inhalte einer Datennachricht, die gesendet werden

3.3.85

Tunnel

(en: **pipe**)

sichere, bidirektionale, virtuelle Kommunikationsverbindung zwischen gleichartigen Geräten

3.3.86

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.

3.3.87

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.

3.3.88

vorherbestimmter AR-Endpunkt

(en: **pre-established AR endpoint**)

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

3.3.89

Route

(en: **route**)

Ablauf eines gerichteten Pfads von einem Gerät zu einem anderen, verbinden eines Quell-Geräts zu einem Ziel-Gerät

3.3.90

Route-ID

(en: **route ID**)

Kennzeichen, welches für die Angabe eines speziellen Weges verwendet wird

3.3.91

Server

(en: **server**)

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

3.3.92

Server

(en: **server**)

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

3.3.93

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.

3.3.94**Sitzungs-ID****(en: session ID)**

Kennzeichen, welches zur Angabe eines speziellen Sitzungseingangs verwendet wird

3.3.95**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

3.3.96**Slot****(en: slot)**

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

3.3.97**Überrahmen****(en: superframe)**

Zusammenfassung von Slots, die sich mit konstanter Rate wiederholen; jeder Slot steht mit dem Überrahmen in Verbindung

3.3.98**Überrahmen_ID****(en: superframe_ID)**

Kennzeichen, welches zur Angabe eines speziellen Überrahmeneingangs verwendet wird

3.3.99**Identifizierungskennzeichen; Tag****(en: tag)**

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

3.3.100**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.

3.3.101**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.

3.3.102**Datendurchsatz****(en: throughput)**

Durchschnittszahl an übertragenen oder empfangenen Datenpaketen pro Sekunden vom Netzwerk-Manager und der Schnittstelle

3.3.103

Übertragungsdauer

(en: **transmission time**)

Zeit eines Datenpakets, welches es benötigt, um das Netzwerk zu durchqueren von der Quelle zum Ziel

3.3.104

Einzelruf

(en: **unicast**)

Senden eines Pakets an ein einzelnes Gerät im Netzwerk

3.3.105

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

3.3.106

Nutzung

(en: **utilization**)

Anteil der empfohlenen Kapazität, die derzeit verbraucht wird

CONTENTS

1			
2			
3	FOREWORD.....		24
4	INTRODUCTION.....		26
5	1 Scope.....		28
6	2 Normative references		28
7	3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions		29
8	3.1 Reference model terms and definitions		29
9	3.2 Terms and definitions from ISO/IEC 7498-1 terms.....		29
10	3.2.1 Terms and definitions from ISO/IEC 9545		30
11	3.2.2 Terms and definitions from ISO/IEC 8824		30
12	3.2.3 Terms and definitions from ISO/IEC 8825		30
13	3.3 Specific terms and definitions		30
14	3.4 Abbreviations		39
15	3.5 Conventions.....		41
16	3.5.1 Conventions used for DL-services		41
17	3.5.2 Conventions used for DL-protocol (state machine).....		42
18	3.5.3 Conventions for Application Layer service		42
19	3.5.4 Conventions for the AL-protocol.....		45
20	4 Physical layer specification and service definition.....		49
21	4.1 General.....		49
22	4.2 Physical layer service definition		49
23	4.2.1 General overview.....		49
24	4.2.2 Physical layer services		50
25	4.3 Physical layer protocol specification.....		54
26	5 Data-link layer service definition – Type 20 elements		54
27	5.1 General.....		54
28	5.2 Data-link layer services.....		54
29	5.2.1 Facilities of the data-link layer services		54
30	5.2.2 QoS for message service.....		55
31	5.2.3 Sequence of primitives		55
32	5.2.4 DL-TRANSMIT service		57
33	5.2.5 DL-RECEIVE service		59
34	5.2.6 DL-DISCONNECT service		59
35	5.2.7 DL-PATH-FAILURE service		60
36	5.2.8 DL-ADVERTISE service.....		60
37	5.2.9 DL-NEIGHBOR service.....		60
38	5.2.10 DLM-SET		61
39	5.2.11 DLM-GET		61
40	5.2.12 DLM-ACTION		62
41	5.2.13 DLM-EVENT.....		63
42	5.3 Network layer services.....		63
43	5.3.1 Facilities of the network layer services.....		63
44	5.3.2 QoS for message service.....		63
45	5.3.3 Sequence of primitives		64
46	5.3.4 NL-TRANSMIT Service		64
47	5.3.5 NLM-SET		65

48	5.3.6	NLM-GET	66
49	5.3.7	NLM-ACTION	67
50	5.4	Transport layer services.....	67
51	5.4.1	Facilities of the transport layer services.....	67
52	5.4.2	QoS for message service.....	68
53	5.4.3	Sequence of primitives	68
54	5.4.4	TL-DATA-TRANSFER Service	69
55	5.4.5	TL-DATA-EXCHANGE Service	71
56	5.4.6	TLM-SET	72
57	5.4.7	TLM-GET	73
58	6	Data-link layer protocol specification – Type 20 elements.....	74
59	6.1	General.....	74
60	6.2	Overview.....	74
61	6.2.1	Data-link layer operation.....	74
62	6.2.2	Network layer operation.....	77
63	6.2.3	Device procedures.....	78
64	6.3	Logical link control	79
65	6.3.1	General DLPDU structure	79
66	6.3.2	DLPDU-specific structure, encoding and elements of	
67		procedure	82
68	6.3.3	DLPDU Priority and Flow Control.....	86
69	6.3.4	Error detection and security.....	87
70	6.4	Medium Access Control	88
71	6.4.1	Function	88
72	6.4.2	Slot timing	89
73	6.4.3	Communication tables and buffers	91
74	6.4.4	Link scheduling.....	97
75	6.4.5	MAC operation.....	100
76	6.5	DL-management-information.....	110
77	6.5.1	General	110
78	6.5.2	DL attributes.....	110
79	6.5.3	DLM actions	111
80	6.6	Network layer.....	111
81	6.6.1	Two level model of NL	111
82	6.6.2	NPDU structure	114
83	6.6.3	Security function.....	117
84	6.6.4	Network layer tables	121
85	6.6.5	NLE machine	124
86	6.6.6	NLE elements of procedure	126
87	6.6.7	NL-management information	129
88	6.7	Transport layer	130
89	6.7.1	General	130
90	6.7.2	TPDU structure.....	130
91	6.7.3	Transport pipe table.....	131
92	6.7.4	TLE elements of procedure.....	132
93	6.7.5	TLE state machines	135
94	6.7.6	TL-management information	137
95	7	Application layer service definition – Type 20 elements	138
96	7.1	Common concepts	138

97	7.2	General.....	138
98	7.3	Data type ASE	138
99	7.3.1	Overview	138
100	7.3.2	Formal definition of data type objects	140
101	7.3.3	FAL defined data types	141
102	7.3.4	Data type ASE service specification.....	145
103	7.3.5	Summary of data types	145
104	7.4	Communication model specification	145
105	7.4.1	Common parameters	145
106	7.4.2	ASEs	146
107	7.4.3	ARs	215
108	7.4.4	Summary of classes	217
109	7.4.5	Permitted services by AREP role	217
110	8	Application layer protocol specification – Type 20 elements.....	218
111	8.1	General.....	218
112	8.2	Abstract syntax	218
113	8.3	Transfer syntax	218
114	8.3.1	Common APDU fields	218
115	8.3.2	Common APDU structure	219
116	8.3.3	Device application service-specific APDU structures.....	221
117	8.3.4	Layer management service specific APDU structures	244
118	8.3.5	Gateway and network manager specific APDU structures	284
119	8.3.6	Network management configuration specific APDU structures	305
120	8.3.7	Data coding rules.....	321
121	8.4	Common procedures	326
122	8.4.1	Delayed response.....	326
123	8.4.2	Response time.....	329
124	8.5	FAL service protocol machine (FSPM)	330
125	8.5.1	General	330
126	8.5.2	FSPM state tables	330
127	8.5.3	Functions used by FSPM	332
128	8.5.4	Parameters of FSPM/ARPM primitives	333
129	8.6	Application relationship protocol machines (ARPMs).....	334
130	8.6.1	AREP mapping to transport layer.....	334
131	8.6.2	Application relationship protocol machines (ARPMs)	335
132	8.6.3	AREP state machine primitive definitions	337
133	8.6.4	AREP state machine functions	337
134	8.7	TL mapping protocol machine (TMPM)	338
135	8.7.1	TMPM states	338
136	8.7.2	TMPM state machines	338
137	8.7.3	Primitives exchanged between transport layer and TMPM	339
138	8.7.4	Functions used by TMPM	339
139	9	Communication Profile Family 9 (HART™)	339
140	9.1	General Overview	339
141	9.2	Profile 9/1	340
142	9.3	Profile 9/2	340
143	9.3.1	Conformance statement.....	340
144	9.3.2	Device types.....	341
145	9.3.3	Physical layer	343

146	9.3.4	Data-link layer	347
147	9.3.5	Application layer	348
148	Annex A (normative)	Security	358
149	A.2	General.....	358
150	A.3	Joining	359
151	A.3.1	The join sequence	359
152	A.3.2	The network layer join process	364
153	A.3.3	The data-link layer join process	365
154	A.4	Network key change operation	368
155	A.5	Security management	369
156	A.6	Maintenance Port.....	369
157	Annex B (normative)	Wireless procedures	371
158	B.1	Initializing a wireless network.....	371
159	B.2	Neighbor Discovery.....	371
160	B.3	Path failure	372
161	B.4	Device leaving the network	373
162	Annex C (normative)	Network management	375
163	C.1	Overview.....	375
164	C.2	Network manager functions.....	376
165	Annex D (normative)	Gateway	378
166	D.1	Overview.....	378
167	D.2	Access point	378
168	D.3	Functions.....	380
169	D.3.1	General requirements	380
170	D.3.2	Adding new network devices.....	381
171	D.3.3	Device configuration change status notifications.....	381
172	D.3.4	Gateway change notification function.....	381
173	D.3.5	Cached response messages	381
174	D.3.6	Service access point.....	382
175	D.3.7	Communication between gateway and network manager	382
176	Annex E (normative)	Command response codes	383
177	E.1	Overview.....	383
178	E.1.1	General	383
179	E.1.2	Response code classifications	383
180	E.1.3	Reserved values	383
181	E.1.4	Unimplemented command.....	383
182	E.1.5	Busy	384
183	E.2	Response code definitions	384
184	E.2.1	General	384
185	E.2.2	Value '0'	384
186	E.2.3	Value '1' – single-definition error	384
187	E.2.4	Value '2' – single-definition error	384
188	E.2.5	Value '3' – single-definition error	384
189	E.2.6	Value '4' – single-definition error	384
190	E.2.7	Value '5' – single-definition error	384
191	E.2.8	Value '6' – single-definition error	384
192	E.2.9	Value '7' – single-definition error	384
193	E.2.10	Value '8' – multi-definition warning	384

194	E.2.11	Value '9' – multi-definition error	385
195	E.2.12	Value '10' – multi-definition error	385
196	E.2.13	Value '11' – multi-definition error	385
197	E.2.14	Value '12' – multi-definition error	386
198	E.2.15	Value '13' – multi-definition error	386
199	E.2.16	Value '14' – multi-definition warning	386
200	E.2.17	Value '15' – multi-definition error	386
201	E.2.18	Value '16' – single-definition error	386
202	E.2.19	Value '17' – single-definition error	387
203	E.2.20	Value '18' – single-definition error	387
204	E.2.21	Value '19' – single-definition error	387
205	E.2.22	Value '20' – single-definition error	387
206	E.2.23	Values '21' to '23' – single-definition error	387
207	E.2.24	Values '24' to '27' – single-definition warning	387
208	E.2.25	Value '28' – multi-definition error	387
209	E.2.26	Value '29' – multi-definition error	387
210	E.2.27	Value '30' – multi-definition warning	387
211	E.2.28	Value '31' – multi-definition warning	387
212	E.2.29	Value '32' – single-definition error	387
213	E.2.30	Value '33' – single-definition error	387
214	E.2.31	Value '34' – single-definition error	388
215	E.2.32	Value '35' – single-definition error	388
216	E.2.33	Value '36' – single-definition error	388
217	E.2.34	Values '37' to '59' – single-definition error	388
218	E.2.35	Value '60' – single-definition error	388
219	E.2.36	Value '61' – single-definition error	388
220	E.2.37	Value '62' – single-definition error	388
221	E.2.38	Value '63' – single-definition error	388
222	E.2.39	Value '64' – single-definition error	388
223	E.2.40	Value '65' – multi-definition error	388
224	E.2.41	Value '66' – multi-definition error	389
225	E.2.42	Value '67' – multi-definition error	389
226	E.2.43	Value '68' – multi-definition error	390
227	E.2.44	Value '69' – multi-definition error	390
228	E.2.45	Value '70' – multi-definition error	390
229	E.2.46	Value '71' – multi-definition error	390
230	E.2.47	Values '72' to '95' – multi-definition error	390
231	E.2.48	Values '96' to '111' – single-definition warning	390
232	E.2.49	Values '112' to '127' – multi-definition warning	390
233	Annex F (normative) Common tables		391
234	F.1	Overview	391
235	F.1.1	General	391
236	F.1.2	Enumeration	391
237	F.1.3	Bit Field	391
238	F.2	Table definitions	392
239	F.2.1	Publish mode control codes	392
240	F.2.2	Write device variable codes	392
241	F.2.3	Device variable family codes	393
242	F.2.4	Device variable classification codes	393

243	F.2.5	Analog channel saturated codes	394
244	F.2.6	Analog channel fixed codes	395
245	F.2.7	Standardized status 0 codes	395
246	F.2.8	Standardized status 1 codes	395
247	F.2.9	Standardized status 2 codes	395
248	F.2.10	Standardized status 3 codes	396
249	F.2.11	Publish trigger mode codes	396
250	F.2.12	Event notification control codes	397
251	F.2.13	Event status codes	397
252	F.2.14	Timetable request codes	397
253	F.2.15	Timetable application domain codes	397
254	F.2.16	Synchronous action control codes	397
255	F.2.17	Real-time clock flags codes	398
256	F.2.18	Wireless timer codes	398
257	F.2.19	Device power source codes	398
258	F.2.20	Link_type codes	399
259	F.2.21	Link option flags codes	399
260	F.2.22	Superframe mode flags codes	399
261	F.2.23	Session_type codes	399
262	F.2.24	Timetable deletion reason codes	399
263	F.2.25	Disconnect cause codes	400
264	F.2.26	Wireless operation codes	400
265	F.2.27	Join process status codes	400
266	F.2.28	Security type codes	401
267	F.2.29	Device list codes	401
268	F.2.30	Network access mode codes	402
269	F.2.31	Device profile codes	402
270	F.2.32	Device power status codes	402
271	F.2.33	Neighbor flags codes	403
272	F.2.34	Notification mask codes	403
273	F.2.35	Join mode codes	403
274	F.2.36	Device scheduling flags codes	403
275	F.2.37	Network optimization flags codes	404
276	F.2.38	Wireless capabilities codes	404
277	F.2.39	CCA mode codes	404
278	F.2.40	Wireless device connection status	404
279	F.2.41	Wireless device health status	405
280	F.2.42	Change key flag codes	405
281	F.2.43	Join key mode code	405
282	Annex G (informative)	Application of publish data mode and event commands	406
283	G.1	Publish data mode operation	406
284	G.1.1	Overview	406
285	G.1.2	Configuring a device for publish data mode operation	406
286	G.1.3	Response for publish data mode operation	407
287	G.1.4	Publish data mode update periods	407
288	G.2	Event notification operation	408
289	G.2.1	Overview	408
290	G.2.2	Configuring a device event notification operation	408
291	G.2.3	Handling of Event Notification in a Device	408

292	Annex H (informative) Network redundancy	410
293	Annex I (informative) Network manager implementation	411
294	I.1 Overview	411
295	I.2 Network manager model	411
296	I.2.1 General	411
297	I.2.2 Initializing the network manager	413
298	I.2.3 Types of network devices	413
299	I.2.4 Network routing	414
300	I.2.5 Network schedule	415
301	I.2.6 Security manager	418
302	I.2.7 Detailed model of the network manager	419
303	I.3 Routing	420
304	I.3.1 General	420
305	I.3.2 Routing requirements	420
306	I.3.3 Routing strategy	421
307	I.4 Scheduling	421
308	I.4.1 General	421
309	I.4.2 Scheduling requirements	421
310	I.4.3 Scheduling strategy	422
311	I.4.4 Networking scheduling example	424
312	I.5 Network manager interface	428
313	I.5.1 General	428
314	I.5.2 Initializing a wireless network	429
315	I.5.3 Allocating communication resources	430
316	I.5.4 Adjusting network schedule	431
317	I.5.5 Health reports	432
318	Annex J (informative) Gateway implementation	433
319	J.1 Overview	433
320	J.2 Gateway model	433
321	J.2.1 General	433
322	J.2.2 Host interface	434
323	J.2.3 Logical network device	434
324	J.2.4 Physical network device	435
325	J.2.5 Communication interface	435
326	J.2.6 Cached response messages	436
327	J.3 Gateway management	437
328	J.3.1 Addressing	437
329	J.3.2 Retry mechanisms	437
330	J.3.3 Power-on-reset	437
331	J.3.4 Network access point reset	438
332	J.3.5 Gateway reset	438
333	J.3.6 Re-build publish data periodic data	438
334	J.3.7 Gateway self test	438
335	J.3.8 Adding new network device	438
336	J.3.9 Device configuration change status notifications	439
337	J.4 Gateway superframe	439
338	J.5 Gateway change notification services	439
339	J.6 HART™ commands interface	440
340	J.6.1 General	440

341	J.6.2	Host to gateway command request and response	441
342	J.6.3	Pass-through of HART™ command request and response	441
343	J.6.4	Caching publish data command response messages	442
344	J.6.5	Gateway status error flag bits	442
345	J.6.6	Gateway additional status flags	442
346	J.6.7	Gateway capacities.....	442
347	J.6.8	Gateway commands	443
348	Annex K (informative)	Handheld device	444
349	K.1	Overview.....	444
350	K.2	Maintenance port connection	444
351	K.3	Network device connection	444
352	K.3.1	General	444
353	K.3.2	Install session keys	444
354	K.3.3	View network diagnostics and health reports	445
355	K.4	Network connection as a maintenance device	445
356	Annex L (informative)	Application of WirelessHART Commands.....	446
357	L.1	Provisioning	446
358	L.1.1	Basic Provisioning	446
359	L.1.2	Joining.....	446
360	L.1.3	Enabling Faster Network Detection and Joining	447
361	L.1.4	Adjusting Transmit Power	447
362	L.2	Managing Superframes and Links	447
363	L.3	WirelessHART Handheld Support	448
364	L.4	Specifying and Managing Routes	449
365	L.5	Security	450
366	L.5.1	TDMA Data-Link Key Management	450
367	L.5.2	Session Key Management	450
368	L.5.3	Access Control	451
369	L.5.4	Simple Key Management	451
370	L.6	Device Lists	452
371	L.7	Network Management Commands	453
372	L.7.1	Bandwidth Management.....	453
373	L.7.2	Network Maintenance	454
374	L.7.3	Coexistence.....	454
375	L.7.4	Device Management	455
376	L.8	Net work Health Reporting and Status	455
377	L.9	Gateway Commands	456
378	L.9.1	General	456
379	L.9.2	Device Identification	456
380	L.9.3	Network Information and Statistics.....	456
381	L.9.4	Network Management	457
382	L.9.5	Cache Management.....	457
383	Annex M (informative)	Common modification for European spectrum regulation.....	459
384	M.1	General.....	459
385	M.2	Compliance with ETSI EN 300 440.....	459
386	M.3	Compliance with ETSI EN 300 328.....	459
387	M.3.1	General	459
388	M.3.2	WirelessHART device requirements.....	459
389	M.3.3	Conclusion	462

390	Bibliography	463
391		
392	Figure 1 – Superframe class example	47
393	Figure 2 – Inheritance example	48
394	Figure 3 – Basic aggregation example	49
395	Figure 4 – Composition aggregation example	49
396	Figure 5 – Physical layer service sequences	51
397	Figure 6 – Message service error-free sequences	56
398	Figure 7 – Message service sequences with errors	57
399	Figure 8 – Receive only message service	57
400	Figure 9 – NLL Data transfer service sequences	64
401	Figure 10 – Data transfer service error-free sequences	69
402	Figure 11 – Data transfer service sequences with errors	69
403	Figure 12 – A TDMA slot and superframe	75
404	Figure 13 – Channel hopping	76
405	Figure 14 – Wireless network	78
406	Figure 15 – DLPDU Structure	79
407	Figure 16 – Address specifier	79
408	Figure 17 – Construction of 8-octet EUI-64 Address	80
409	Figure 18 – DLPDU specifier	81
410	Figure 19 – Slot timing details	89
411	Figure 20 – DLE tables and relationship	91
412	Figure 21 – Relationships used for link scheduling	98
413	Figure 22 – MAC components	101
414	Figure 23 – TDMA state machine	102
415	Figure 24 – XMIT state machine	106
416	Figure 25 – RECV state machine	108
417	Figure 26 – ACK transmission state machine	110
418	Figure 27 – Graph routing	113
419	Figure 28 – Source routing	114
420	Figure 29 – NPDU Structure	115
421	Figure 30 – NPDU control octet	115
422	Figure 31 – Security control octet	116
423	Figure 32 – NLE tables and relationship	122
424	Figure 33 – NLE state machine	125
425	Figure 34 – Routing decision of the NPDU	128
426	Figure 35 – TPDU Structure	130
427	Figure 36 – TPDU control octet	131
428	Figure 37 – Transition diagram of the client data transfer state machine	135
429	Figure 38 – Transition diagram of the client data exchange state machine	135
430	Figure 39 – Transition diagram of the server state machine	136
431	Figure 40 – Data type class hierarchy	139
432	Figure 41 – Request APDU format from master to slave	249

433	Figure 42 – Normal response APDU format from slave to master	220
434	Figure 43 – Command error response APDU format from slave to master	220
435	Figure 44 – Aggregated command APDU	221
436	Figure 45 – Windowed trigger mode	233
437	Figure 46 – Windowed trigger mode with maximum update time expired	233
438	Figure 47 – Level trigger mode	234
439	Figure 48 – Coding without identification	321
440	Figure 49 – Coding of Integer type data	322
441	Figure 50 – Coding of Unsigned type data	322
442	Figure 51 – Coding of single precision floating point type data	323
443	Figure 52 – Coding of double precision floating point type data	323
444	Figure 53 – Coding of Date type data	324
445	Figure 54 – Normal DR operation	327
446	Figure 55 – Command responses during DR processing	328
447	Figure 56 – Slaves with multiple DR buffers	329
448	Figure 57 – State transition diagram of FSPM	330
449	Figure 58 – State transition diagram of the client ARPM	335
450	Figure 59 – State transition diagram of the server ARPM	336
451	Figure 60 – State transition diagram of TMPM	338
452	Figure 61 – Wireless network components	341
453	Figure A.1 – Join sequence	360
454	Figure A.2 – Network layer join procedure	364
455	Figure A.3 – Data-link layer join procedure	366
456	Figure A.4 – Network Key change operation	369
457	Figure B.1 – Neighbor Discovery	372
458	Figure B.2 – Path failure	373
459	Figure B.3 – Device leaving the network	374
460	Figure C.1 – Network manager in wireless network	375
461	Figure D.1 – Single network access point with clock	379
462	Figure D.2 – Multiple network access points with clocks	379
463	Figure D.3 – Network access point not providing clock	380
464	Figure G.1 – Enabling or disabling publishing sequence	407
465	Figure H.1 – Network routing	410
466	Figure I.1 – General model for network manager	412
467	Figure I.2 – Device type data model	413
468	Figure I.3 – Network routing	414
469	Figure I.4 – Network schedule	416
470	Figure I.5 – Example of a three-slot superframe	417
471	Figure I.6 – Multiple superframes in a network	417
472	Figure I.7 – Security manager	419
473	Figure I.8 – Detailed model of the network manager	419
474	Figure I.9 – Four network device wireless network	424
475	Figure I.10 – APDU sequences	426

476	Figure I.11 – Initializing a wireless network.....	430
477	Figure I.12 – Allocating and using network resources	431
478	Figure I.13 – Adjusting network schedule.....	432
479	Figure I.14 – Health reports	432
480	Figure J.1 – General model for gateway.....	434
481	Figure J.2 – Logical network device	435
482	Figure J.3 – Physical network device	435
483	Figure J.4 – Managing notification services.....	440
484	Figure M.5 – Consecutive Transmit Sequence in WirelessHART (IEC 62591:2010)	461
485	Figure M.6 – ACK-Transmit Sequence in WirelessHART (IEC 62591:2010)	462
486		
487	Table 1 – Conventions used for state machines	46
488	Table 2 – Class relationship notation	47
489	Table 3 – Multiplicity notation	49
490	Table 4 – PH-ENABLE primitives and parameters	51
491	Table 5 – PH-CCA primitives and parameters.....	52
492	Table 6 – PH-DATA primitives and parameters.....	52
493	Table 7 – PHM-SET primitive and parameters.....	53
494	Table 8 – PHM-GET primitive and parameters	53
495	Table 9 – DL-Transmit primitives and parameters	58
496	Table 10 – DL-RECEIVE primitive and parameters.....	59
497	Table 11 – DL-DISCONNECT primitive and parameters.....	60
498	Table 12 – DL-PATH-FAILURE primitive and parameters.....	60
499	Table 13 – DL-ADVERTISE primitive and parameters	60
500	Table 14 – DL-NEIGHBOR primitive and parameters	61
501	Table 15 – DLM-SET primitive and parameters.....	61
502	Table 16 – DLM-GET primitive and parameters	62
503	Table 17 – DLM-ACTION primitive and parameters.....	62
504	Table 18 – NL-TRANSMIT primitives and parameters	64
505	Table 19 – NLM-SET primitive and parameters.....	66
506	Table 20 – NLM-GET primitive and parameters	66
507	Table 21 – NLM-ACTION primitive and parameters.....	67
508	Table 22 – TL-DATA-TRANSFER primitives and parameters	70
509	Table 23 – TL-DATA-EXCHANGE primitives and parameters.....	71
510	Table 24 – TLM-Set primitive and parameters.....	73
511	Table 25 – TLM-Get primitive and parameters	73
512	Table 26 – Network_ID Allocation	80
513	Table 27 – Contents of the ACK DLPDU payload	83
514	Table 28 –ACK response-code	83
515	Table 29 – Contents of the Advertise DLPDU payload	84
516	Table 30 – Beginning of the superframe.....	84
517	Table 31 – The next field after the last superframe size	85
518	Table 32 – Repeated for each link	85

519	Table 33 – Channel and frequency assignments	85
520	Table 34 – Slot timing definitions and values	89
521	Table 35 – Minimum DLE Table and buffer space requirement.....	92
522	Table 36 – Superframe attributes	92
523	Table 37 – Link attributes	93
524	Table 38 – Neighbor attributes and variables	94
525	Table 39 – Graph attributes	95
526	Table 40 – Packet record	96
527	Table 41 – Example Backoff_cntr selection sets	99
528	Table 42 – TDMA state machine	102
529	Table 43 – XMIT state transitions.....	106
530	Table 44 – RECV state machine	108
531	Table 45 – ACK transmission state machine	110
532	Table 46 – DL attributes.....	111
533	Table 47 – DL actions	111
534	Table 48 – Counter value.....	117
535	Table 49 – Session attributes.....	118
536	Table 50 – NPDU nonce	119
537	Table 51 – Minimum NLE Table space requirement	122
538	Table 52 – Route attributes.....	122
539	Table 53 – Source route attributes	123
540	Table 54 – TimeTable attributes.....	123
541	Table 55 – NLE states	124
542	Table 56 – NPDU construction.....	126
543	Table 57 – Routing actions	128
544	Table 58 – NL attributes.....	129
545	Table 59 – NL actions	129
546	Table 60 – Transport pipe attributes	131
547	Table 61 – Transport control encoding for TL-DATA-TRANSFER request.....	132
548	Table 62 – Transport control encoding for TL-DATA-EXCHANGE request.....	132
549	Table 63 – Transport control encoding for TL-DATA-EXCHANGE response	133
550	Table 64 – Client data transfer state table	135
551	Table 65 – Client data exchange state table	136
552	Table 66 – Server state table	137
553	Table 67 – Data type summary	145
554	Table 68 – Response code values	146
555	Table 69 – Read service parameters.....	149
556	Table 70 – Write service parameters.....	151
557	Table 71 – Information report service parameters	152
558	Table 72 – Action service parameters	153
559	Table 73 – AR get attributes service parameters.....	216
560	Table 74 – AR set attributes service parameters	217
561	Table 75 – Class summary.....	217

562	Table 76 – Confirmed services by AREP class	217
563	Table 77 – Unconfirmed services by AREP class	218
564	Table 78 – Response code values	218
565	Table 79 – Extended status values	219
566	Table 80 – Reset configuration changed flags value field	222
567	Table 81 – Reset configuration changed flag command specific Response codes	223
568	Table 82 – Perform self test command specific Response codes	223
569	Table 83 – Perform device reset command specific Response codes	224
570	Table 84 – Read additional device status value field	224
571	Table 85 – Read additional device status command specific Response codes	225
572	Table 86 – Read additional device status value field	225
573	Table 87 – Read additional device status command specific Response codes	226
574	Table 88 – Read device variable information value field	226
575	Table 89 – Read device variable information response value field	226
576	Table 90 – Read device variable information command specific Response codes	227
577	Table 91 – Write device variable value field	227
578	Table 92 – Write device variable command specific response codes	228
579	Table 93 – Read Sub-Device Identity Summary value field	229
580	Table 94 – Read Sub-Device Identity Summary command specific response codes	229
581	Table 95 – Read real-time clock value field	230
582	Table 96 – Read real-time clock command specific response codes	230
583	Table 97 – Write publish data period value field	230
584	Table 98 – Write publish data period command specific response codes	230
585	Table 99 – Write publish data trigger field	231
586	Table 100 – Write publish data trigger command specific response codes	232
587	Table 101 – Publish data message trigger source	232
588	Table 102 – Read publish data mode configuration request value field	234
589	Table 103 – Read publish data mode configuration response value field	234
590	Table 104 – Read publish data mode configuration command specific response codes	235
591	Table 105 – Flush delayed responses command specific Response codes	235
592	Table 106 – Write publish data mode configuration value field	236
593	Table 107 – Write publish data device variables command specific response codes	236
594	Table 108 – Write publish data mode command number value field	237
595	Table 109 – Write publish data mode command number value field	237
596	Table 110 – Write publish data mode command number command specific response	
597	codes	237
598	Table 111 – Write publish data mode control value field	238
599	Table 112 – Write publish data mode control command specific response codes	238
600	Table 113 – Read event notification summary request value field	240
601	Table 114 – Read event notification summary response value field	240
602	Table 115 – Read event notification summary command specific response codes	240
603	Table 116 – Write event notification bit mask value field	241
604	Table 117 – Write event notification bit mask command specific response codes	241

605	Table 118 – Write event notification timing value field	241
606	Table 119 – Write event notification timing command specific response codes	242
607	Table 120 – Write event notification control value field.....	242
608	Table 121 – Write event notification control command specific response codes	243
609	Table 122 – Write event notification acknowledgement value field	243
610	Table 123 – Write event notification acknowledgement command specific response	
611	codes.....	244
612	Table 124 – Write Join_key value field	244
613	Table 125 – Write Join_key command specific response codes	245
614	Table 126 – Read join status value field.....	245
615	Table 127 – Read join status command specific response codes	245
616	Table 128 – Write Active_search_shed_time request value field	246
617	Table 129 – Write Active_search_shed_time response value field.....	246
618	Table 130 – Write Active_search_shed_time command specific response codes	246
619	Table 131 – Write Join mode configuration value field	247
620	Table 132 – Write Join mode configuration command specific response codes	247
621	Table 133 – Read Join mode configuration response value field	248
622	Table 134 – Read Join mode configuration command specific response codes	248
623	Table 135 – Write network_ID value field	248
624	Table 136 – Write network_ID value field	248
625	Table 137 – Write network_ID command specific response codes.....	248
626	Table 138 – Read network_ID value field	249
627	Table 139 – Read network_ID command specific response codes.....	249
628	Table 140 – Write Network_tag value field	250
629	Table 141 – Write Network_tag command specific Response codes	250
630	Table 142 – Read Network_tag response value field.....	250
631	Table 143 – Read Network_tag command-specific response codes	250
632	Table 144 – Read wireless device capabilities value field	251
633	Table 145 – Read wireless device capabilities command specific response codes	251
634	Table 146 – Read battery life response value field	252
635	Table 147 – Read battery life command-specific response codes.....	252
636	Table 148 – Report device health response value field	252
637	Table 149 – Report device health command specific response codes	253
638	Table 150 – Read neighbor health list request value field	253
639	Table 151 – Read neighbor health list response value field.....	253
640	Table 152 – Read neighbor health list command specific response codes.....	254
641	Table 153 – Read device nickname response value field	254
642	Table 154 – Read device nickname command-specific response codes	254
643	Table 155 – Read session list request value field.....	255
644	Table 156 – Read session list response value field	255
645	Table 157 – Read session list command specific response codes	255
646	Table 158 – Read superframe list request value field	256
647	Table 159 – Read superframe list response value field	256

648	Table 160 – Read superframe list command specific response codes	256
649	Table 161 – Read link list request value field	257
650	Table 162 – Read link list response value field	257
651	Table 163 – Read link list command specific response codes	257
652	Table 164 – Read graph list request value field	258
653	Table 165 – Read graph list response value field	258
654	Table 166 – Read graph list command specific response codes	258
655	Table 167 – Read neighbor attribute flag request value field	258
656	Table 168 – Read neighbor attribute flag response value field	259
657	Table 169 – Read neighbor attribute flag command specific response codes	259
658	Table 170 – Read neighbor signal level request value field	259
659	Table 171 – Read neighbor signal level response value field	259
660	Table 172 – Read neighbor signal level command specific response codes	259
661	Table 173 – Report path down alarm response value field	260
662	Table 174 – Report path down alarm command specific response codes	260
663	Table 175 – Report source route failed alarm response value field	261
664	Table 176 – Report source route failed alarm command specific response codes	261
665	Table 177 – Report graph route failed alarm response value field	261
666	Table 178 – Report graph route failed alarm command specific response codes	261
667	Table 179 – Report transport layer failed alarm response value field	262
668	Table 180 – Report transport layer failed alarm command specific response codes	262
669	Table 181 – Write UTC time mapping value field	262
670	Table 182 – Write UTC time mapping command specific response codes	262
671	Table 183 – Read UTC time mapping response value field	263
672	Table 184 – Read UTC time mapping command specific response codes	263
673	Table 185 – Write timer interval value field	263
674	Table 186 – Write timer interval command specific response codes	263
675	Table 187 – Read timer interval request value field	264
676	Table 188 – Read timer interval response value field	264
677	Table 189 – Read timer interval command specific response codes	264
678	Table 190 – Write radio power output value field	264
679	Table 191 – Write radio power output command specific response codes	265
680	Table 192 – Read radio power output response value field	265
681	Table 193 – Read radio power output command specific response codes	265
682	Table 194 – Request TimeTable value field	266
683	Table 195 – Response TimeTable value field	266
684	Table 196 – Request TimeTable command specific response codes	266
685	Table 197 – Read TimeTable list request value field	267
686	Table 198 – Read TimeTable list response value field	267
687	Table 199 – Read TimeTable list command specific response codes	268
688	Table 200 – Delete TimeTable request value field	268
689	Table 201 – Delete TimeTable response value field	269
690	Table 202 – Delete TimeTable command specific response codes	269

691	Table 203 – Read route list request value field	269
692	Table 204 – Read route list response value field	269
693	Table 205 – Read route list command specific response codes	270
694	Table 206 – Read source route request value field	270
695	Table 207 – Read source route response value field	270
696	Table 208 – Read source route command specific response codes	271
697	Table 209 – Read CCA mode response value field	271
698	Table 210 – Read CCA mode command specific response codes	271
699	Table 211 – Write CCA mode value field	271
700	Table 212 – Write CCA mode command specific response codes	272
701	Table 213 – Read handheld superframe response value field	272
702	Table 214 – Read handheld superframe command specific response codes	272
703	Table 215 – Write handheld superframe value field	273
704	Table 216 – Write handheld superframe command specific response codes	273
705	Table 217 – Read packet hop-to-live response value field	273
706	Table 218 – Read packet hop-to-live command specific response codes	273
707	Table 219 – Write packet hop-to-live value field	274
708	Table 220 – Write packet hop-to-live command specific response codes	274
709	Table 221 – Read Join_priority response value field	275
710	Table 222 – Read Join_priority command specific response codes	275
711	Table 223 – Write Join_priority value field	275
712	Table 224 – Write Join_priority command specific response codes	275
713	Table 225 – Read receive Priority_threshold response value field	276
714	Table 226 – Read receive Priority_threshold command specific response codes	276
715	Table 227 – Write receive Priority_threshold value field	276
716	Table 228 – Write receive Priority_threshold command specific response codes	276
717	Table 229 – Read device list request value field	277
718	Table 230 – Read device list response value field	277
719	Table 231 – Read device list command specific response codes	277
720	Table 232 – Add device list entry request value field	278
721	Table 233 – Add device list entry response value field	278
722	Table 234 – Add device list entry command specific response codes	278
723	Table 235 – Delete device list entry request value field	279
724	Table 236 – Delete device list entry response value field	279
725	Table 237 – Delete device list entry command specific response codes	279
726	Table 238 – Read channel blacklist response value field	279
727	Table 239 – Read channel blacklist command specific response codes	280
728	Table 240 – Write channel blacklist value field	280
729	Table 241 – Write channel blacklist command specific response codes	280
730	Table 242 – Read back-off exponent response value field	281
731	Table 243 – Read back-off exponent command specific response codes	281
732	Table 244 – Write back-off exponent value field	281
733	Table 245 – Write back-off exponent command specific response codes	282

734	Table 246 – Write network access mode value field	282
735	Table 247 – Write network access mode command specific response codes	282
736	Table 248 – Read network access mode response value field	283
737	Table 249 – Read network access mode command specific response codes	283
738	Table 250 – Request Session request value field	283
739	Table 251 – Request Session response value field	284
740	Table 252 – Request Session command specific response codes	284
741	Table 253 – Read network device identity request value field	284
742	Table 254 – Read network device identity response value field	284
743	Table 255 – Read network device identity command specific response codes	284
744	Table 256 – Read device's neighbor health request value field	285
745	Table 257 – Read device's neighbor health response value field	285
746	Table 258 – Read device's neighbor health command specific response codes	285
747	Table 259 – Read network topology information request value field	286
748	Table 260 – Read network topology information response value field	286
749	Table 261 – Read network topology information command specific response codes	286
750	Table 262 – Read publish data message list request value field	287
751	Table 263 – Read publish data message list response value field	287
752	Table 264 – Read publish data message list command specific response codes	287
753	Table 265 – Flush cached value field	288
754	Table 266 – Flush cached responses command specific response codes	288
755	Table 267 – Read network device statistics request value field	288
756	Table 268 – Read network device statistics response value field	288
757	Table 269 – Read network device statistics command specific response codes	289
758	Table 270 – Read network device identity request value field	289
759	Table 271 – Read network device identity response value field	290
760	Table 272 – Read network device identity command specific response codes	290
761	Table 273 – Write network device's scheduling flags value field	290
762	Table 274 – Write network device's scheduling flags command specific response codes	290
763	Table 275 – Read network device's scheduling flags request value field	291
764	Table 276 – Read network device's scheduling flags response value field	291
765	Table 277 – Read network device's scheduling flags command specific response codes	291
766	Table 278 – Read network constraints value field	292
767	Table 279 – Read network constraints command specific response codes	292
768	Table 280 – Write network constraints value field	292
769	Table 281 – Write network constraints command specific response codes	292
770	Table 282 – Read network statistics response value field	293
771	Table 283 – Read network command specific response codes	293
772	Table 284 – Transfer network list to white list response value field	293
773	Table 285 – Transfer network list to white list command specific response codes	294
774	Table 286 – Generate key request value field	294
775	Table 287 – Generate key response value field	294
776	Table 288 – Generate key command specific response codes	294

777	Table 289 – Read device join key request value field	295
778	Table 290 – Read device join key response value field	295
779	Table 291 – Read device join key command specific response codes	295
780	Table 292 – Write device join key	296
781	Table 293 – Write device join key command specific response codes	296
782	Table 294 – Change key now request value field	297
783	Table 295 – Change key now response value field	297
784	Table 296 – Change key now command specific response codes	297
785	Table 297 – Change key now response value field	298
786	Table 298 – Change key now command specific response codes	298
787	Table 299 – Write stale data timer response value field	298
788	Table 300 – Write stale data timer command specific response codes	298
789	Table 301 – Write stale data count request value field	299
790	Table 302 – Write stale data count command specific response codes	299
791	Table 303 – Read session extended request value field	300
792	Table 304 – Read session extended response value field	300
793	Table 305 – Read session extended command specific response codes	300
794	Table 306 – Read device suspend settings response value field	301
795	Table 307 – Read device suspend settings command specific response codes	301
796	Table 308 – Read security level advertised response value field	301
797	Table 309 – Read security level advertised command specific response codes	301
798	Table 310 – Reset availability statistics request value field	302
799	Table 311 – Reset availability statistics command specific response codes	302
800	Table 312 – Read active advertising status response value field	302
801	Table 313 – Read active advertising status command specific response codes	303
802	Table 314 – Read join key mode response value field	303
803	Table 315 – Read join key mode command specific response codes	303
804	Table 316 – Write join key mode request value field	303
805	Table 317 – Write join key mode command specific response codes	304
806	Table 318 – Read Timetable by ID request value field	304
807	Table 319 – Read Timetable by ID response value field	304
808	Table 320 – Read Timetable by ID command specific response codes	305
809	Table 321 – Disconnect device value field	305
810	Table 322 – Disconnect device command specific response codes	305
811	Table 323 – Write network key value field	305
812	Table 324 – Write network key command specific response codes	306
813	Table 325 – Write device nickname value field	306
814	Table 326 – Write device nickname command specific response codes	306
815	Table 327 – Write session request value field	307
816	Table 328 – Write session response value field	307
817	Table 329 – Write session command specific response codes	307
818	Table 330 – Delete session request value field	308
819	Table 331 – Delete session response value field	308

820	Table 332 – Delete session command specific response codes	308
821	Table 333 – Write superframe request value field	309
822	Table 334 – Write superframe response value field	309
823	Table 335 – Write superframe command specific response codes	309
824	Table 336 – Delete superframe request value field	310
825	Table 337 – Delete superframe response value field	310
826	Table 338 – Delete superframe command specific response codes	310
827	Table 339 – Write link request value field	310
828	Table 340 – Write link response value field	311
829	Table 341 – Write link command specific response codes	311
830	Table 342 – Delete link request value field	312
831	Table 343 – Delete link response value field	312
832	Table 344 – Delete link command specific response codes	312
833	Table 345 – Write graph connection request value field	312
834	Table 346 – Write graph connection response value field	313
835	Table 347 – Write graph connection command specific response codes	313
836	Table 348 – Delete graph connection request value field	313
837	Table 349 – Delete graph connection response value field	314
838	Table 350 – Delete graph connection command specific response codes	314
839	Table 351 – Write neighbor attribute flag value field	314
840	Table 352 – Write neighbor attribute command specific response codes	314
841	Table 353 – Write network suspend value field	315
842	Table 354 – Write network suspend command specific response codes	315
843	Table 355 – Write TimeTable request value field	315
844	Table 356 – Write TimeTable response value field	316
845	Table 357 – Write TimeTable command specific response codes	316
846	Table 358 – Write route request value field	317
847	Table 359 – Write route response value field	317
848	Table 360 – Write route command specific response codes	317
849	Table 361 – Delete route request value field	317
850	Table 362 – Delete route response value field	318
851	Table 363 – Delete route command specific response codes	318
852	Table 364 – Write source route request value field	318
853	Table 365 – Write source route response value field	319
854	Table 366 – Write source route command specific response codes	319
855	Table 367 – Delete source route request value field	319
856	Table 368 – Delete source route response value field	319
857	Table 369 – Delete source route command specific response codes	320
858	Table 370 – Write status counter mode request value field	320
859	Table 371 – Write status counter mode command specific response codes	320
860	Table 372 – Write security level supported request value field	321
861	Table 373 – Write security level supported command specific response codes	321
862	Table 374 – Coding of Integer16 type data	322

863	Table 375 – Coding of Unsigned16 type data.....	322
864	Table 376 – Coding for Date type	324
865	Table 377 – Coding of 1-octet Bit Field type data.....	324
866	Table 378 – Coding of 2-octet Bit Field type data.....	324
867	Table 379 – Packed ASCII character set.....	325
868	Table 380 – Subset of ISO Latin-1 characters.....	326
869	Table 381 – DRM related response codes.....	327
870	Table 382 – FSPM state Table – client transactions.....	330
871	Table 383 – FSPM state Table – server transactions	332
872	Table 384 – Function TransportType ()	332
873	Table 385 – Function PriorityType ()	332
874	Table 386 – Function FormReqApdu ()	332
875	Table 387 – Function FormRspApdu ().....	333
876	Table 388 – Function RetrieveCommand ()	333
877	Table 389 – Function CommandErr ()	333
878	Table 390 – Function ResponseCode ()	333
879	Table 391 – Function DeviceStat ()	333
880	Table 392 – Function Value ()	333
881	Table 393 – Parameters used with primitives exchanged between FSPM and ARPM	333
882	Table 394 – Client ARPM states	335
883	Table 395 – Client ARPM state table	336
884	Table 396 – Server ARPM states	336
885	Table 397 – Server ARPM state table	337
886	Table 398 – Primitives issued from ARPM to TPM.....	337
887	Table 399 – Primitives issued by TPM to ARPM.....	337
888	Table 400 – TPM state descriptions	338
889	Table 401 – TPM state Table – Client transactions	338
890	Table 402 – TPM state Table – Server transactions	338
891	Table 403 – Primitives exchanged between network layer and TPM.....	339
892	Table 404 – CPF 9: overview of profile sets	340
893	Table 405 – CP 9/2: PhL selection	344
894	Table 406 – CP 9/2: PhL protocol selection	345
895	Table 407 – Transceiver Specifications.....	345
896	Table 408 – Frequency assignments.....	346
897	Table 409 – PHY PIB attributes	347
898	Table 410 – CP 9/2: DLL service selection.....	347
899	Table 411 – CP 9/2: DLL protocol selection	348
900	Table 412 – CP 9/2: AL service selection.....	348
901	Table 413 – CP 9/2: Device application service selection.....	349
902	Table 414 – CP 9/2: Layer management service selection	350
903	Table 415 – CP 9/2: Gateway and network manager service selection	351
904	Table 416 – CP 9/2: Network management configuration service selection	352
905	Table 417 – CP 9/2: AL protocol selection	353

906	Table 418 – Application process status values	353
907	Table 419 – CP 9/2: Device application service-specific APDU selection	354
908	Table 420 – CP 9/2: Layer management service-specific APDU selection	355
909	Table 421 – CP 9/2: Gateway and network manager service-specific APDU selection.....	356
910	Table 422 – CP 9/2: Network management configuration service-specific APDU	
911	selection	357
912	Table C.1 – Network manager requirements	376
913	Table D.1 – Cached Response Messages	382
914	Table E.1 – Response code values	383
915	Table F.1 – Reserved values	391
916	Table F.2 – Publish mode control codes	392
917	Table F.3 – Write device variable codes	393
918	Table F.4 – Device variable family codes	393
919	Table F.5 – Device variable classification codes	393
920	Table F.6 – Analog channel saturated codes	394
921	Table F.7 – Analog channel fixed codes.....	395
922	Table F.8 – Standardized status 0 codes	395
923	Table F.9 – Standardized status 1 codes	395
924	Table F.10 – Standardized status 2 codes	396
925	Table F.11 – Standardized status 3 codes	396
926	Table F.12 – Publish trigger mode codes	396
927	Table F.13 – Event notification control codes.....	397
928	Table F.14 – Event status codes	397
929	Table F.15 – TimeTable request codes	397
930	Table F.16 – TimeTable application domain codes.....	397
931	Table F.17 – Synchronous action control codes	398
932	Table F.18 – Real-time clock flags codes	398
933	Table F.19 – Wireless timer codes	398
934	Table F.20 – Device power source codes.....	398
935	Table F.21 – Link_type codes	399
936	Table F.22 – Link option flags codes.....	399
937	Table F.23 – Superframe mode flags codes	399
938	Table F.24 – Session_type codes	399
939	Table F.25 – TimeTable deletion reason codes	400
940	Table F.26 – Disconnect cause codes.....	400
941	Table F.27 – Wireless operation codes	400
942	Table F.28 – Join process status codes	400
943	Table F.29 – Security type codes.....	401
944	Table F.30 – Device list codes	401
945	Table F.31 – Network access mode codes	402
946	Table F.32 – Device profile codes	402
947	Table F.33 – Device power status codes.....	403
948	Table F.34 – Neighbor flags codes.....	403

949	Table F.35 – Notification mask codes	403
950	Table F.36 – Join mode codes	403
951	Table F.37 – Device scheduling flags codes	403
952	Table F.38 – Network optimization flags codes	404
953	Table F.39 – Network optimization flags codes	404
954	Table F.40 – CCA mode codes	404
955	Table F.41 – Wireless device connection status	405
956	Table F.42 – Wireless device health status	405
957	Table F.43 – Change key flags codes	405
958	Table F.44 – Join key mode code	405
959	Table I.1 – Routing requirements	420
960	Table I.2 – Scheduling requirements	421
961	Table I.3 – Superframe ID 1: 1 s update rate, superframe length 100	425
962	Table I.4 – Superframe ID 4: 4 s update rate, superframe length 400	425
963	Table I.5 – Superframe ID 0: management superframe	425
964	Table I.6 – Join request (shared with management responses)	425
965	Table I.7 – Join response (shared with management requests)	425
966	Table I.8 – Commands	426
967	Table I.9 – Command responses	426
968	Table I.10 – Device A	426
969	Table I.11 – Device B	427
970	Table I.12 – Device C	427
971	Table I.13 – Device D	428
972	Table I.14 – Network manager universal commands	429
973	Table J.1 – Required command responses	439
974	Table J.2 – Gateway status flags	442
975	Table J.3 – Gateway capacity guidelines	442
976	Table M.4 – Applicable requirements list	460
977		
978		
979		

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**Industrial communication 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.
 - 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.
- 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.

The main changes with respect to the previous edition are listed below:

- 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;

- 1037 • bug fixes.

1038

1039 This bilingual version, published in 2014-xx, corresponds to the English version.

1040 The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
65C/xxx/FDIS	65C/xxx/RVD

1041

1042 Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on
1043 voting indicated in the above table.

1044 This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

1045 The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until
1046 the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data
1047 related to the specific publication. At this date, the publication will be

- 1048 • reconfirmed,
1049 • withdrawn,
1050 • replaced by a revised edition, or
1051 • amended.

1052

1053 The National Committees are requested to note that for this publication the stability date is
1054 2018.

1055 THIS TEXT IS INCLUDED FOR THE INFORMATION OF THE NATIONAL COMMITTEES AND WILL BE
1056 DELETED AT THE PUBLICATION STAGE.

1057

1058 **IMPORTANT – The 'color inside' logo on the cover page of this publication indicates that it**
1059 **contains colors which are considered to be useful for the correct understanding of its**
1060 **contents. Users should therefore print this document using a color printer.**

1061

INTRODUCTION

1062

1063 This International standard provides the specification, definitions, and profile for a Wireless
1064 communication network. It supplements IEC 61158-5-20, IEC 61158-6-20 where some
1065 services and commands are specified and it supplements IEC 61784-1 where a
1066 Communication Profile CP 9/1, universal command, is specified.

1067 This document follows the structure and conventions of IEC 61158 series (for example
1068 separation of DL-service definitions and DL-protocol specification) and conventions of
1069 IEC 61784-1. IEC 61158 series specify different communication networks. These are
1070 structured in different Types. The Type 20 is assigned to technologies of Hart™¹
1071 Communication Foundation (HCF). For other assignments of Type numbers see IEC 61158-1.

1072 NOTE IEC 61158 series do not contain a DLL specification for Type 20. However, this standard includes a DLL
1073 specification.

1074 IEC 61784-1, and IEC 61784-2 provide Communication Profile Families (CPF), and, within a
1075 family, one to n Communication Profiles. The assigned CPF number for technologies of the
1076 HCF is CPF 9. For other assignments of CPF numbers see IEC 61158-1.

1077 A new project number IEC 62591 was assigned to the Type 20 enhancements and the
1078 associated CP 9/2, so that this document contains the equivalent subparts of the
1079 IEC 61158 series and of IEC 61784-1 organized here in different clauses.

1080 The Type 20 protocol supports two way digital communications for process measurement and
1081 control devices. Applications include remote process variable interrogation, cyclical access to
1082 process data, parameter setting and diagnostics. This document defines the specification that
1083 comprises the Type 20 field communications protocol for wireless devices. Specification of the
1084 Type 20 protocol is based largely on the OSI 7-layer Communication Model.

1085 The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is
1086 claimed that compliance with this document may involve the use of patents concerning the
1087 claims of the patents listed below given in the normative Clauses.

1088

1089 US08/04750 & PCT 12/100986 [HCF] Combined Wired and Wireless Communications with Field
1090 Devices

1091 US08/04777 & PCT 12/100927 [HCF] Increasing Reliability and Reducing Latency in a Wireless
1092 Network

1093 US08/04677 & PCT 12/100995 [HCF] Adaptive Scheduling in a Wireless Network

1094 US08/04716 & PCT 12/101000 [HCF] Wireless Protocol Adaptor

1095 US08/04775 & PCT 12/101005 [HCF] Synchronizing Timeslots in a Wireless Communication
1096 Protocol

1097 US08/04751 & PCT 12/101011 [HCF] Suspending Transmissions in a Wireless Communication
1098 Network

1099 US08/04678 & PCT 12/101021 [HCF] Enhancing Security in a Wireless Network

1100 US08/04746 & PCT 12/101037 [HCF] Wireless Gateway in a Process Control Environment

1101 US08/04676 & PCT 12/101043 [HCF] Efficient Addressing in Wireless HART Protocol

1102 US08/04745 & PCT 12/101049 [HCF] Support for Network Management and Device
1103 Communications in a Wireless Network

1104 US08/04749 & PCT 12/101054 [HCF] Priority Based Scheduling and Routing in a Wireless
1105 Network

1106 US08/04740 & PCT 12/101071 [HCF] Routing Packets on a Network Using Directed Graphs

1107 US08/04761 & PCT 12/101074 [HCF] Scheduling Communication Frames in a Wireless Network

¹ HART™ and WirelessHART™ are the trade names of HART™ Communication Foundation (HCF). HCF 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.

- 1108 IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of these patent rights.
- 1109 The holder of these patent rights has assured IEC that she/he is willing to negotiate licenses
1110 either free of charge or under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with
1111 applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of these patent
1112 rights is registered with IEC. Information may be obtained from:
- 1113 [HCF] Hart Communication Foundation
1114 9390 Research Boulevard
1115 Suite I-350
1116 Austin TX 78759, USA
- 1117 Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this standard may be the
1118 subject of patent rights other than those identified above. IEC shall not be held responsible for
1119 identifying any or all such patent rights.
- 1120 ISO (www.iso.org/patents) and IEC (http://www.iec.ch/tctools/patent_decl.htm) maintain on-
1121 line data bases of patents relevant to their standards. Users are encouraged to consult the
1122 data bases for the most up to date information concerning patents.
- 1123

**Industrial communication networks –
Wireless communication network and communication profiles –
WirelessHART™**

1 Scope

This International Standard specifies an additional Type 20 communication network to 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 referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60559, *Binary floating-point arithmetic for microprocessor systems*

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

IEC 61158-5-20:2014², *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-20: Application layer service definition – Type 20 elements*

IEC 61158-6-20:2014², *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6-20: Application layer protocol specification – Type 20 elements*

IEC 61784-1:2014², *Industrial Communication Networks – Profiles – Part 1: Fieldbus profiles*

IEC 61784-2:2014², *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 8824, *Information Technology – Open Systems Interconnection – Specification of 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*

² To be published

1163 ISO/IEC 9545, *Information technology – Open Systems Interconnection – Application Layer*
1164 *structure*

1165 ISO/IEC 10731, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference*
1166 *Model – Conventions for the definition of OSI services*

1167 IEEE Std 802-2001, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and*
1168 *Architecture*

1169 IEEE Std 802.15.4-2011, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks- Part 15.4:*
1170 *Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)*

1171 **3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions**

1172 For the purposes of this document, the following terms as defined in these publications apply.

1173 **3.1 Reference model terms and definitions**

1174 This standard is based in part on the concepts developed in ISO/IEC 7498-1 and
1175 ISO/IEC 7498-3, and makes use of the following terms defined therein.

DL-entity (N=2)	[7498-1]
DL protocol-data-unit	[7498-1]
DL service-data-unit	[7498-1]
DLS user-data	[7498-1]
NL-entity (N=3)	[7498-1]
NL protocol-data-unit	[7498-1]
NL service-data-unit	[7498-1]
NLS user-data	[7498-1]
TL-entity (N=4)	[7498-1]
TL protocol-data-unit	[7498-1]
TL service-data-unit	[7498-1]
TLS user-data	[7498-1]

1176

1177 **3.2 Terms and definitions from ISO/IEC 7498-1 terms**

- 1178 a) abstract syntax
- 1179 b) application entity
- 1180 c) application process
- 1181 d) application protocol data unit
- 1182 e) application service element
- 1183 f) application entity invocation
- 1184 g) application process invocation
- 1185 h) application transaction

1186 i) presentation context

1187 j) real open system

1188 k) transfer syntax

1189 **3.2.1 Terms and definitions from ISO/IEC 9545**

1190 a) application-association

1191 b) application-context

1192 c) application context name

1193 d) application-entity-invocation

1194 e) application-entity-type

1195 f) application-process-invocation

1196 g) application-process-type

1197 h) application-service-element

1198 i) application control service element

1199 **3.2.2 Terms and definitions from ISO/IEC 8824**

1200 a) object identifier

1201 b) type

1202 c) value

1203 d) simple type

1204 e) structured type

1205 f) component type

1206 g) tag

1207 i) true

1208 j) false

1209 k) integer type

1210 m) octet string type

1211 n) null type

1212 o) sequence type

1213 p) sequence of type

1214 q) choice type

1215 r) tagged type

1216 s) any type

1217 t) module

1218 u) production

1219 **3.2.3 Terms and definitions from ISO/IEC 8825**

1220 a) encoding (of a data value)

1221 b) data value

1222 c) identifier octets (the singular form is used in this standard)

1223 d) length octet(s) (both singular and plural forms are used in this standard)

1224 e) contents octets

1225 **3.3 Specific terms and definitions**

1226 **3.3.1**

1227 **absolute slot number**

1228 count of all slots that have occurred since the network was formed

1229 Note 1 to entry: This number always increments and is never reset to any fixed value or zero. Its current value is
1230 always the sequence number of the current slot. Its maximum value is $(2^{40} - 1)$ after that it rolls over to zero.

1231 3.3.2

1232 acknowledge

1233 explicit data-link response to the successful reception of a directed, non-broadcast DLPDU
1234 from a DLE source device and the second DLPDU of a two-DLPDU transaction

1235 3.3.3

1236 adapter

1237 network device that enables connection and communication with a field device which does not
1238 have a direct connection to a Type 20 network

1239 3.3.4

1240 advertise DLPDU

1241 invite new devices into the network

1242 Note 1 to entry: When a device wishes to join a network, it listens for these DLPDUs and then uses the
1243 information in the DLPDU to synchronize with the network and initiate the join process.

1244 3.3.5

1245 analog channel

1246 continuously varying electrical signal connecting a field device to the remainder of the data
1247 acquisition or control system

1248 Note 1 to entry: Some field devices support multiple analog channels (input or output).

1249 Note 2 to entry: Each analog channel transmits a single dynamic variable to or from the field device.

1250 3.3.6

1251 application

1252 function or data structure for which data is consumed or produced

1253 [IEC 61158-6-9]

1254 3.3.7

1255 application domain

1256 classification of the application process based on communication priority and capacity
1257 requirement

1258 3.3.8

1259 application object

1260 object class that manages and provides the run time exchange of messages across the
1261 network and within the network device

1262 Note 1 to entry: Multiple types of application object classes may be defined.

1263 [SOURCE: IEC 61158-6-9:2014]

1264 3.3.9

1265 application relationship

1266 cooperative association between two or more application-entity-invocations for the purpose of
1267 exchange of information and coordination of their joint operation

1268 Note 1 to entry: This relationship is activated either by the exchange of application-protocol-data-units or as a
1269 result of pre-configuration activities.

1270 [SOURCE: IEC 61158-6-9:2014]

1271 3.3.10

1272 application relationship endpoint

1273 context and behavior of an application relationship as seen and maintained by one of the
1274 application processes involved in the application relationship

1275 Note 1 to entry: Each application process involved in the application relationship maintains its own application
1276 relationship endpoint.

- 1277 **3.3.11**
1278 **ASN time**
1279 time represented as absolute slot number; any instance in time is equal to absolute slot
1280 number at that instance
- 1281 **3.3.12**
1282 **attribute**
1283 description of an externally visible characteristic or feature of an object
- 1284 Note 1 to entry: The attributes of an object contain information about variable portions of an object. Typically,
1285 they provide status information or govern the operation of an object. Attributes may also affect the behavior of an
1286 object. Attributes are divided into class attributes and instance attributes.
- 1287 **3.3.13**
1288 **availability**
1289 percentage of packets that arrive at the gateway within the burst period of the device
- 1290 **3.3.14**
1291 **behavior**
1292 indication of how the object responds to particular events
- 1293 Note 1 to entry: Its description includes the relationship between attribute values and services.
- 1294 **3.3.15**
1295 **broadcast**
1296 process of sending a PDU to all devices that are connected to the network and are able to
1297 receive the transmission
- 1298 **3.3.16**
1299 **broadcast address**
1300 address used by a master to send a command to all devices
- 1301 **3.3.17**
1302 **busy**
1303 state of a device which is active on different tasks and cannot execute a command at the time
- 1304 **3.3.18**
1305 **channel**
1306 RF frequency band used to transmit a modulated signal carrying packets
- 1307 **3.3.19**
1308 **channel blacklisting**
1309 method of eliminating an RF channel from usage
- 1310 **3.3.20**
1311 **channel hopping**
1312 regular change of transmit or receive frequency to combat interference and fading
- 1313 **3.3.21**
1314 **channel offset**
1315 link-specific value provided by the network manager that is used to calculate the channel to
1316 use when channel hopping
- 1317 **3.3.22**
1318 **class**
1319 set of objects, all of which represent the same kind of system component
- 1320 Note 1 to entry: A class is a generalization of the object; a template for defining variables and methods. All
1321 objects in a class are identical in form and behavior, but usually contain different data in their attributes.
- 1322 **3.3.23**
1323 **class attributes**
1324 attribute that is shared by all objects within the same class

- 1325 **3.3.24**
1326 **class code**
1327 unique identifier assigned to each object class
- 1328 **3.3.25**
1329 **class specific service**
1330 service defined by a particular object class to perform a required function which is not
1331 performed by a common service
- 1332 Note 1 to entry: A class specific object is unique to the object class which defines it.
- 1333 **3.3.26**
1334 **clear channel assessment**
1335 testing while the RF channel is in use to avoid initiating a transaction
- 1336 Note 1 to entry: It is performed by listening to the channel prior to sending the first DLPDU of a transaction. If
1337 signal is detected, then the transaction is deferred to a later TDMA slot.
- 1338 **3.3.27**
1339 **client**
1340 a) object which uses the services of another (server) object to perform a task

1341 b) initiator of a message to which a server reacts, such as the role of an AR endpoint in which
1342 it issues confirmed service request APDUs to a single AR endpoint acting as a server
- 1343 [SOURCE: IEC 61158-6-9:2014]
- 1344 **3.3.28**
1345 **coexistence**
1346 state in which all wireless communication solutions of a plant using shared medium fulfill all
1347 their application communication requirements
- 1348 Note 1 to entry: This is consistent with the definition of coexistence in IEEE 802.15.2-2003.
- 1349 [SOURCE: IEC 62657-2:2013]
- 1350 **3.3.29**
1351 **conformity, conform to**
1352 result of an systematic examination of the extent to which a product, process or service fulfils
1353 specified requirements
- 1354 [SOURCE modified: IEC 60050-151-16-14 and ISO/IEC Guide 2 (14.1)]
- 1355 **3.3.30**
1356 **connected**
1357 device has issued a join request
- 1358 **3.3.31**
1359 **compliance, comply with**
1360 data or information belonging or pertaining to a standard, which match the requirements of
1361 another standard, law, or base document
- 1362 **3.3.32**
1363 **conveyance path**
1364 unidirectional flow of APDUs across an application relationship
- 1365 **3.3.33**
1366 **cyclic**
1367 term used to describe events which repeat in a regular and repetitive manner
- 1368 **3.3.34**
1369 **device**
1370 any entity containing an implementation of Type 20 fieldbus
- 1371 Note 1 to entry: The term device and WirelessHART device are synonyms of the term Radio and
1372 Telecommunications Terminal Equipment (R&TTE) and the term equipment used in some harmonized standards
1373 like EN 300 328.

- 1374 **3.3.35**
1375 **device ID**
1376 serial number for a device that is unique among all instances of one type of device
- 1377 **3.3.36**
1378 **device profile**
1379 collection of device dependent information and functionality providing consistency between
1380 similar devices of the same device type
- 1381 **3.3.37**
1382 **expanded device type**
1383 manufacturer's type of a device as specified in IEC 61158-6-20:2014, Table 7
- 1384 **3.3.38**
1385 **device variable**
1386 uniquely defined data item within a Field Device that is always associated with cyclical
1387 process information
- 1388 Note 1 to entry: A device variable's value varies in response to changes and variations in the process to which the
1389 device is connected.
- 1390 **3.3.39**
1391 **discovery**
1392 process of finding a new neighbor by listening to the special DLPDU that indicates the
1393 presence of the device
- 1394 **3.3.40**
1395 **discovery link**
1396 link that is used for transmitting and receiving the special DLPDU that indicates the presence
1397 of the device
- 1398 **3.3.41**
1399 **dynamic variable**
1400 connection between a process and an analog channel
- 1401 Note 1 to entry: A device may contain primary, secondary, tertiary, and quaternary variables. These are
1402 collectively called the dynamic variables.
- 1403 **3.3.42**
1404 **endpoint**
1405 one of the communicating entities involved in a connection
- 1406 **3.3.43**
1407 **error**
1408 discrepancy between a computed, observed or measured value or condition and the specified
1409 or theoretically correct value or condition
- 1410 **3.3.44**
1411 **error code**
1412 identification of a specific type of error within an error class
- 1413 **3.3.45**
1414 **field device**
1415 network device that is connected to the process or to plant equipment
- 1416 Note 1 to entry: It directly connects to the sensor or actuator or performs process control function and it is directly
1417 connected to the physical layer of Type 20.
- 1418 **3.3.46**
1419 **frequency channel**
1420 allocation of the frequency spectrum in a given frequency range

- 1421 **3.3.47**
1422 **gateway**
1423 network device containing at least one host interface such as serial or Ethernet, acting as
1424 ingress or an egress point enabling communication between host applications and field
1425 devices
- 1426 **3.3.48**
1427 **graph**
1428 collection of directed paths among network devices such that more than one route is possible
1429 from a source device to destination device
- 1430 **3.3.49**
1431 **Graph_ID**
1432 identifier used to indicate a specific graph entry
- 1433 **3.3.50**
1434 **joined**
1435 device is in communication with the network manager and has received at least: the network
1436 key, its nickname, the unicast network manager session, a Superframe and links from the
1437 network manager, graph edges, a time-source neighbor, and a route to the network manager
1438 handheld host application residing on a portable device
- 1439 **3.3.51**
1440 **handheld superframe**
1441 specific superframe for diagnostics
- 1442 **3.3.52**
1443 **hop**
1444 movement of a packet directly between two adjacent neighbors in one network transaction
1445 without the participation of any other node in the network
- 1446 **3.3.53**
1447 **hop to live**
1448 field in the network header of each packet that specifies how many more hops a packet can
1449 travel before being discarded
- 1450 **3.3.54**
1451 **join**
1452 process by which a network device is authenticated and allowed to participate in the network
- 1453 Note 1 to entry: A device is considered Joined when it has the network key, a network manager session and a
1454 normal (not join) superframe and links.
- 1455 **3.3.55**
1456 **join_key**
1457 security key that is used to start the join process
- 1458 **3.3.56**
1459 **latency**
1460 time it takes for a packet to cross a network connection, from sender to receiver
- 1461 **3.3.57**
1462 **link**
1463 full communication specification between adjacent devices in a network and it includes the
1464 communication parameters necessary to move a DLPDU one hop
- 1465 Note 1 to entry: A Link is a function of source and destination address pairing, slot and channel offset
1466 assignment, direction of communication, dedicated or shared communication, and type. Links are assigned to
1467 superframes as part of the scheduling process.
- 1468 **3.3.58**
1469 **logical link control**
1470 higher of the two data-link layer sublayers and used for error detection, flow control, framing,
1471 and addressing

- 1472 **3.3.59**
1473 **long_tag**
1474 32-character restricted ISO Latin-1 string used to identify a field device
- 1475 **3.3.60**
1476 **loop current**
1477 value measured by a mA in series with the field device
- 1478 Note 1 to entry: The loop current is a near DC analog 4 mA to 20 mA signal used to communicate a single value
1479 between the control system and the field device. Voltage mode devices use "Volts DC" as their engineering units
1480 where "loop current" values are used.
- 1481 **3.3.61**
1482 **maintenance port**
1483 interface in the network device that is used for provisioning
- 1484 Note 1 to entry: This interface is used to write the Join_key and network identifier, and to monitor the join
1485 process.
- 1486 **3.3.62**
1487 **management information**
1488 network-accessible information that supports managing the operation of the fieldbus system,
1489 including the application layer
- 1490 Note 1 to entry: Managing includes functions such as controlling, monitoring, and diagnosing.
- 1491 **3.3.63**
1492 **manufacturer ID**
1493 2 octet enumeration identifying the manufacturer that produced a device
- 1494 Note 1 to entry: A manufacturer is required to use the value assigned to it and is not permitted to use the value
1495 assigned to another manufacturer.
- 1496 **3.3.64**
1497 **master**
1498 device that initiates communication activity by sending request APDU to a device and
1499 expecting a response PDU
- 1500 **3.3.65**
1501 **medium access control**
1502 lower of the two data-link sublayers and used for controlling the access to the communication
1503 channel
- 1504 **3.3.66**
1505 **multicast**
1506 sending of one packet to more than one device in the network using only one transmission
- 1507 **3.3.67**
1508 **neighbor**
1509 adjacent node in the network such that the receive signal level (RSL) from it suggests that the
1510 communication is possible in at least one direction
- 1511 **3.3.68**
1512 **neighbor table**
1513 list of all devices that the device considers as neighbor
- 1514 Note 1 to entry: It also stores the attributes of the neighbor.
- 1515 **3.3.69**
1516 **network**
1517 series of nodes connected by some type of communication medium
- 1518 Note 1 to entry: The connection paths between any pair of nodes can include repeaters, routers and gateways.
- 1519 **3.3.70**
1520 **network device**
1521 device with a direct physical layer connection to the network