DIN EN 16603-50-12

ICS 49.140

Raumfahrttechnik – SpaceWire – Verbindungen, Knoten, Router und Netzwerke; Englische Fassung EN 16603-50-12:2020

Space engineering – SpaceWire – Links, nodes, routers and networks; English version EN 16603-50-12:2020

Ingénierie spatiale – SpaceWire – Liens, noeuds, routeurs et réseaux; Version anglaise EN 16603-50-12:2020

Gesamtumfang 141 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Documents Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16603-50-12:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/CLC/JTC 5 „Raumfahrt“ (Sekretariat DIN, Deutschland) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-06-02 AA „Interoperabilität von Informations-, Kommunikations- und Navigationssystemen“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Diese Europäische Norm enthält unter Berücksichtigung des DIN-Präsidialbeschlusses 1/2004 nur die englische Originalfassung von EN 16603-50-12:2020.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Begriffe und Abkürzungen

Die Benummerung der folgenden Begriffe und Abkürzungen sind identisch mit der Benummerung in der englischen Fassung.

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe aus anderen Normen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ECSS-S-ST-00-01.

3.2 Für diese Norm spezifische Begriffe

Die UML-Diagramme in 5.6, Bild 5-22, Bild 5-26, Bild 5-27 und Bild 5-28, veranschaulichen die Beziehungen zwischen den verschiedenen Begriffen, die in dieser Norm verwendet werden.

3.2.1
zugewiesener Ausgabeport
Ausgabeport, durch den ein **Paket** geleitet wird

3.2.2
nach 6,4 µs
Verzögerung von 6,4 µs (Nennwert), gemessen vom Zeitpunkt des Eintretens eines Zustands

3.2.3
nach 12,8 µs
Verzögerung von 12,8 µs (Nennwert), gemessen vom Zeitpunkt des Eintretens eines Zustands

3.2.4
AutoStart
Management-Parameter, der durch die Hardware oder die Software eingestellt wird und der, wenn er gesetzt ist, die Einleitung der SpaceWire-**Verbindung** durch einen empfangsbereiten **SpaceWire-Port** nur zulässt, wenn dieser eine **Null** empfängt

3.2.5
Bitfehlerrate
Verhältnis der Anzahl von empfangenen fehlerhaften Bits zur Gesamtzahl der über eine Verbindung übertragenen Bits

3.2.6
Broadcast-Code
Zeitcode oder **Code für einen verteilten Interrupt**

3.2.7
Bezeichner des Broadcast-Codes
2-Bit-Code zur Bezeichnung des Typs des **Broadcast-Codes**: 0b00 bezeichnet einen **Zeitcode** und 0b10 bezeichnet einen **Code für einen verteilten Interrupt**

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.8
Byte
acht Bits

3.2.9
Sendung
Informationen zur Übertragung von einer **Quelle** zu einem **Ziel**, die in einem **Paket** eingekapselt sind

3.2.10
Zeichen
Steuerzeichen oder **Datenzeichen**

3.2.11
Codierung
Prozess der Übersetzung einer Bitgruppe in eine andere für die Übertragung über ein Medium besser geeignete Bitgruppe

3.2.12
Konfigurationsport
Port an einem **Routing-Switch** oder **Knoten**, der den Zugang zu einem **Konfigurationsknoten** bereitstellt

3.2.13
Konfigurationsknoten
Typ eines **Knotens**, dessen Aufgabe das Konfigurieren des **Routing-Switches** ist, der Bestandteil des **Knotens** ist

3.2.14
Steuerzeichen
ESC-, FCT-, EOP- oder EEP**-Zeichen** zur Übermittlung von Steuerinformationen über eine **Verbindung**

3.2.15
Steuercode
Folge aus einem ESC-Zeichen gefolgt von einem FCT-Zeichen, die eine **Null** bildet und verwendet wird, um eine **Verbindung** im aktiven Zustand zu halten, oder eine Folge aus einem **ESC-Zeichen** gefolgt von einem **Datenzeichen**, die einen **Broadcast-Code** bildet und verwendet wird, um **Zeitcodes** und **Codes für einen verteilten Interrupt** über ein **SpaceWire-Netzwerk** zu senden

3.2.16
Steuersymbol
in 4 Bit codiertes **Steuerzeichen** zur Übertragung über eine **Verbindung**

3.2.17
Datenzeichen
Zeichen zur Beförderung von 8 Bit Daten über eine **Verbindung**

3.2.18
Sicherungsschicht
Protokollschicht, die für die Initialisierung einer SpaceWire-**Verbindung**, für die Übertragung von **Paketen** und **Broadcast-Codes** über die **Verbindung** und für die Fehlerbehebung in der **Verbindung** zuständig ist

3.2.19
Datenrate
Geschwindigkeit, mit der die Anwendungsdaten über eine **Verbindung** übertragen werden

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.20
Übertragungsgeschwindigkeit
Geschwindigkeit, mit der die Bits, aus denen sich die **Steuer-** und **Datensymbole** zusammensetzen, über eine **Verbindung** übertragen werden

3.2.21
Daten-Strobe
Folge von Daten-Bits und Bit-Takt, die in zwei Signalen codiert ist, wobei ein Signal die Daten-Bitfolge (Daten) enthält und das andere Signal seinen Zustand ändert, wenn es die Daten-Bitfolge nicht tut (Strobe)

3.2.22
Datensymbol
in 10 Bit codiertes **Datenzeichen** zur Übertragung über eine **Verbindung**

3.2.23
Decodierung
Prozess der Übersetzung einer codierten Bitgruppe zurück in die ursprüngliche Bitgruppe vor der Codierung

3.2.24
Deserialisierung
Umwandlung eines seriellen Bitstroms in eine Folge von **Steuer-** oder **Datensymbolen**

3.2.25
Ziel
Endpunkt, an den ein **Paket** gesendet wird

3.2.26
Zieladresse
durch eine **Pfadangabe** beschriebene Übertragungstrecke, der ein **Paket** bei der Übermittlung von der **Quelle** zum **Ziel** folgen muss, oder ein Bezeichner in Form einer **logischen Adresse**, die das **Ziel** kennzeichnet

3.2.27
Zielknoten
Knoten, der das **Ziel** von einem oder mehreren **SpaceWire-Paketen** ist

3.2.28
Verbindung trennen
Anzeige von einem **Empfänger**, dass in den letzten 850 ns (Nennwert) keine Flanke im Daten- oder im Strobesignal vorhanden war, was darauf hinweist, dass die **Verbindung** getrennt ist

3.2.29
verteilter Interrupt
Interrupt, der an alle oder viele **Knoten** im **Netzwerk** verteilt wird

3.2.30
Code für einen verteilten Interrupt
Broadcast-Code zur Verteilung von Interrupts in einem **SpaceWire-Netzwerk**, der entweder ein **Interrupt-Code** oder ein **Interrupt-Quittierungscode** ist

3.2.31
Treiber
elektronische Schaltung, die Signale über ein bestimmtes Übertragungsmedium überträgt

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.32
Treibermasse
Masse am 0-V-Kontaktstift oder an den 0-V-Kontaktstiften der Differenzausgänge des **Treibers**

Anmerkung: Wenn der Treiber einen 0-V-Kontaktstift für Signale hat, wie bei TTL oder CMOS, und einen gesonderten 0-V-Kontaktstift für die Differenzausgänge, dann ist die Treibermasse der 0-V-Kontaktstift für die Differenzausgänge. Die Treibermasse ist eine Masseflächе oder sind Masseflächen, die eine gesteuerte Impedanz für die differentiellen Paare des Treibers bereitstellt bzw. bereitstellen.

3.2.33
Codierungsschicht
Protokollschicht, die für die Codierung von **Zeichen** in **Symbole**, die Serialisierung der **Symbole**, die Codierung des Daten-Strobes des seriellen Bitstroms, die Decodierung des Daten-Strobes, die Deserialisierung der **Symbole** und die Decodierung der **Symbole** in **Zeichen** zuständig ist

3.2.34
Markierung Paketende
Steuerzeichen, das das Ende eines **Pakets** kennzeichnet

3.2.35
Endpunkt
Schnittstelle zwischen dem **Netzwerk** und einem **Host-System**, die einen einzelnen **Port** zum **Netzwerk** bereitstellt

3.2.36
Fehlerbehebungsschema
Verfahren für die Behandlung von Fehlern, die in einer SpaceWire-**Verbindung** festgestellt werden

3.2.37
ESC
Steuerzeichen, dem ein weiteres **Steuerzeichen** oder **Datenzeichen** folgt, um einen **Steuercode** zu bilden

3.2.38
ESC-Fehler
ungültige **ESC**-Folge, die durch ein **ESC**-Zeichen gebildet wird, dem unmittelbar ein EOP-, ein EEP- oder ein ESC-Zeichen folgt

3.2.39
FIFO-Port
Port mit einer FIFO-Schnittstelle anstelle einer **SpaceWire-Schnittstelle**

3.2.40
Abfallzeit
Zeit, in der eine abfallende Signalspannung in einem Bereich zwischen 80 % und 20 % der Differenz zwischen den beiden Beharrungswerten liegt

3.2.41
erste Null
einleitende **Null**, die ohne Paritätsfehler empfangen wird, wenn sich die Zustandsmaschine der Verbindung nicht im Zustand ErrorReset befindet

3.2.42
Datenflusssteuerungs-Token
Steuerzeichen, das zur Verwaltung des Datenflusses über eine **Verbindung** verwendet wird und das für acht **N-Zeichen** eingesetzt wird

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.43
gotBC
irgendwann ist nach dem Empfang der ersten **Null** ein **Broadcast-Code** ohne einen Paritätsfehler empfangen worden

3.2.44
gotFCT
irgendwann ist nach dem Empfang der ersten **Null** ein FCT-Zeichen ohne einen Paritätsfehler empfangen worden

3.2.45
gotNchar
irgendwann ist nach dem Empfang der ersten **Null** ein **N-Zeichen** ohne einen Paritätsfehler empfangen worden

3.2.46
gotNull
nach der Aktivierung des **Empfängers** ist eine erste **Null** ohne Paritätsfehler empfangen worden

3.2.47
angepasste Gruppen-Leitweglenkung
Zuweisung einer Gruppe mehrerer **Ports** zu einer **logischen Adresse** oder zu einer **Pfadangabe**, sodass bei der Ankunft eines **Pakets** mit dieser Adresse dieses zu einem der **Ports** aus der Gruppe mehrerer **Ports** befördert wird, der gerade für den Empfang des **Pakets** verfügbar ist oder der zuerst verfügbar wird

3.2.48
Host-Schnittstelle
Schnittstelle zu einem **Host-System**

3.2.49
Host-System
System, das über einen **Endpunkt** mit einem **SpaceWire-Netzwerk** verbunden ist und das die Dienste dieses **SpaceWire-Netzwerks** nutzt

3.2.50
Eingabeport
Empfangsseite eines **Ports**

3.2.51
Interrupt-Quittierungscode
Code für die Bestätigung, dass ein **verteilter Interrupt** den entsprechenden **Interrupt-Handler** erreicht hat

3.2.52
Interrupt-Code
Code für die Verteilung eines Interrupts über ein **SpaceWire-Netzwerk**

3.2.53
Interrupt-Ziel
Knoten, der einen **verteilten Interrupt** empfängt und verarbeitet

3.2.54
Interrupt-Handler
Knoten, der für die Verarbeitung eines **Interrupt-Codes** mit einem spezifischen Wert eines **Interrupt-Bezeichners** zuständig ist

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.55
Interrupt-Bezeichner
5-Bit-Wert, der einen von 32 möglichen Interrupts darstellt und der im Wertefeld eines **Interrupt-Codes** angegeben wird und den bestimmten Interrupt bezeichnet, der vom **Interrupt-Code** ausgeführt oder durch einen **Interrupt-Quittierungscode** quittiert wird

3.2.56
Interrupt-Relay-Register
Register in einem **Routing-Switch**, das den aktuellen Zustand des **verteilten Interrupts** enthält, wobei das *i*-te Bit des Registers auf den **Interrupt-Bezeichner** des Werts i verweist, und das verwendet wird, um die zirkulare Verbreitung von **verteilten Interrupt-Codes** zu verhindern

3.2.57
Interrupt-Quelle
Knoten, der einen **verteilten Interrupt** erzeugt

3.2.58
Jitter
zufällige Abweichungen im Zeitablauf eines Signals

3.2.59
L-Zeichen
Verbindungszeichen

3.2.60
führendes Datenzeichen
allererstes **Datenzeichen**, das nach der Initialisierung über eine Verbindung gesendet wird, oder das erste **Datenzeichen**, dass dem EOP oder dem EEP folgt, welches das vorangegangene Paket beendet hat

3.2.61
Leitungstreiber
elektronische Schaltung, die Signale über ein bestimmtes Übertragungsmedium ansteuert

3.2.62
Leitungsempfänger
elektronische Schaltung, die Signale empfängt, die über ein bestimmtes Übertragungsmedium gesendet werden

3.2.63
Verbindung
bidirektionale Verbindung zwischen zwei **Ports**, die zur Übertragung von **Paketen** und **Broadcast-Codes** zwischen den beiden **Ports** verwendet wird

3.2.64
Verbindungszeichen
Steuerzeichen oder **Steuercode**, das bzw. der nur in der **Verbindung** erscheint und nicht von der Sicherungsschicht zur Vermittlungsschicht übertragen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die einzigen Verbindungszeichen sind **FCT** und **Null**.

3.2.65
LinkDisabled
Management-Parameter, der den Betrieb eines **SpaceWire-Ports** verhindert, wenn er gesetzt ist

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.66
Verbindungsfehler
Abschaltfehler, Paritätsfehler, **ESC**-Fehler oder Credit-Fehler

3.2.67
Verbindungsempfänger
Empfänger an einem Ende einer SpaceWire-**Verbindung**

3.2.68
LinkStart
Management-Parameter, der durch die Hardware oder die Software eingestellt wird und der, wenn er gesetzt ist, einen empfangsbereiten **SpaceWire-Port** veranlasst, die Einleitung der SpaceWire-**Verbindung** durch das Senden von **Nullen** zu versuchen

3.2.69
Verbindungssender
Sender an einem Ende einer SpaceWire-**Verbindung**

3.2.70
logische Adresse
Datenzeichen, das das **Ziel** für das **Paket** bezeichnet

3.2.71
differentielles Niederspannungssignal
besondere Form der differentiellen Signalübertragung mit Niederspannungssignalen

3.2.72
Management-Parameter
Konfigurationsparameter, Steuervariable oder Zustandsvariable eines **SpaceWire-Knotens** oder **-Routing-Switches**, mit dem dessen Betrieb gesteuert wird

3.2.73
Multicast
gleichzeitiges Senden desselben **Pakets** über zwei oder mehr Ausgabe**ports** eines **Routing-Switches**

3.2.74
Multicast-Gruppe
Gruppe von einer **logischen Adresse** zugeordneten **Ausgabeports**, über die ein **Paket** mit dieser **logischen Adresse** gleichzeitig befördert wird

3.2.75
N-Zeichen
normales Zeichen

3.2.76
Netzwerkebene
Protokollebene, die für die Übertragung von **Paketen** über ein **SpaceWire-Netzwerk** vom **Quellknoten** zum **Zielknoten** über **Verbindungen** und **Router** zuständig ist

3.2.77
Knoten
Quelle oder **Ziel** von SpaceWire-**Paketen** und **Broadcast-Codes**, die einen oder mehrere **Endpunkte** umfassen, die jeweils eine Schnittstelle zwischen einem **Port** und einem **Host-System** bereitstellen

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.78
normales Zeichen
Datenzeichen wie EOP oder EEP

3.2.79
Null
Steuercode aus einem **ESC**-Zeichen gefolgt von einem **FCT**-Zeichen, der gesendet wird, um die Daten**verbindung** in einem aktiven Zustand zu halten, wenn keine **Daten**- oder **Steuerzeichen** zu senden sind, und um so eine Trennung der Verbindung zu verhindern

3.2.80
Ausgabeport
Sendeseite eines **Ports**

3.2.81
Paket
Folge von **normalen Zeichen**, die eine **Zieladresse**, eine **Sendung** und eine **Markierung Paketende** umfasst

3.2.82
Pfadangabe
Abfolge eines oder mehrerer **Datenzeichen** am Anfang eines **Pakets**, die dessen Übertragungstrecke über ein **SpaceWire-Netzwerk** von der **Quelle** bis zum **Ziel** festlegt

3.2.83
Bitübertragungsschicht
Protokollschicht, die Kabel, Verbinder, Kabelsätze, **Leitungstreiber** und **Leitungsempfänger** festlegt

3.2.84
Port
SpaceWire-Schnittstelle oder FIFO-Schnittstelle mit einem **Eingabeport** und einem **Ausgabeport**

3.2.85
Port rücksetzen
Rücksetzsignal, das einen einzelnen **SpaceWire-Port** rücksetzt

3.2.86
Empfangsfehler
Fehler, der beim Empfang eines **Symbols** festgestellt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Dabei handelt es sich um einen Paritätsfehler oder einen Fehler durch einen ungültigen Code.

3.2.87
Empfangs-FIFO
FIFO-Speicher, der empfangene **N-Zeichen** speichert**,** bis sie durch eine Anwendung über die Schnittstelle des **SpaceWire-Ports** ausgelesen werden können

3.2.88
Empfänger
Schaltung, die Signale vom **Leitungsempfänger** empfängt und diese Signale zu einem **Zeichen**strom decodiert

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.89
Empfängermasse
Masse am 0-V-Kontaktstift oder an den 0-V-Kontaktstiften der Differenzeingänge des **Empfängers**

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn der Treiber einen 0-V-Kontaktstift für Signale hat, wie bei TTL oder CMOS, und einen gesonderten 0-V-Kontaktstift für die Differenzeingänge, dann ist die Empfängermasse der 0-V-Kontaktstift für die Differenzeingänge. Die Treibermasse ist eine Massefläche oder sind Masseflächen, die eine gesteuerte Impedanz für die differentiellen Paare des Empfängers bereitstellt bzw. bereitstellen.

3.2.90
Rücksetzen
Power-On-Reset, anderes Hardware-Rücksetzen oder Rücksetzen durch Softwarebefehl

3.2.91
Anstiegszeit
Zeit, in der eine ansteigende Signalspannung in einem Bereich zwischen 20 % und 80 % der Differenz zwischen den beiden Beharrungswerten liegt

3.2.92
Router
Routing-Switch

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Router“ wird aufgrund der Tradition des SpaceWire-Standards verwendet, der sich auf das Dokument IEEE1355-1995 stützt, welches wiederum auf früheren Arbeiten zur Transputer-Technologie beruht. Diese Arbeiten sind dem Internet und der Verwendung des Begriffs „Router“ zur Bezeichnung eines Geräts vorausgegangen, das die Übertragungsstrecke zu einem Ziel bestimmt, im Gegensatz zu einem „Switch“, der ein Paket anhand einer Adresse auf einen Ausgabeport umschaltet. Im SpaceWire-Standard wird der Begriff „Router“ zur Bezeichnung eines Routing-Switches verwendet. Das ist die allgemein anerkannte Terminologie in der SpaceWire-Gemeinschaft.

3.2.93
Routing-Switch
Switchmatrix, die mit einem oder mehreren **SpaceWire-Ports**, einem **Konfigurationsport** und einem lokalen **Broadcast-Code**-Register verbunden ist und die wahlfrei **Broadcast-Codes** sendet und **Pakete** von einem **Port** auf einen oder mehrere andere **Ports** umschaltet, wobei die **Zieladresse** jedes **Pakets** vom **Routing-Switch** dazu verwendet wird, um zu bestimmen, über welchen **Port** das **Paket** befördert wird

3.2.94
Routing-Tabelle
Tabelle in einem **Routing-Switch**, in der das führende **Datenzeichen** des **Pakets** auf die Auswahl des **Ausgabeports**, über den ein **Paket** befördert wird, verweist

3.2.95
Serialisierung
Umwandlung einer Folge von **Steuer-** oder **Datensymbolen** in einen seriellen Bitstrom

3.2.96
Signal
messbare Größe, die zeitveränderlich ist und sich entlang eines Übertragungsmediums fortpflanzt, um Informationen über dieses Medium zu übertragen

3.2.97
Laufzeitunterschied
Zeitunterschied zwischen der erwarteten Position der ansteigenden oder abfallenden Flanke eines Signals und der tatsächlichen Position dieses Signals

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.98
Quelle
Urheber eines **Pakets**, Signals oder einer anderen Informationsform

3.2.99
Quellknoten
Knoten, der die **Quelle** von einem oder mehreren SpaceWire-**Paketen** ist

3.2.100
SpaceWire-Schnittstelle
Schnittstelle mit einem Sender zum Senden von Informationen über eine SpaceWire-**Verbindung** und mit einem Empfänger zum Empfangen von Informationen von dieser SpaceWire-**Verbindung**

3.2.101
SpaceWire-Netzwerk
zwei oder mehr **Knoten**, die über eine oder mehrere **Verbindungen** und ohne oder mit mehrere **Routing-Switches** miteinander verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen zwei Knoten wird daher als ein Netzwerk angesehen.

3.2.102
SpaceWire-Knoten
Knoten

3.2.103
SpaceWire-Port
Port mit einer **SpaceWire-Schnittstelle**

3.2.104
Switchmatrix
nicht gesperrter Wormhole-**Routing-Switch**, der ein **Paket**, das an einem **Eingabeport** eines **Routing-Switches** ankommt, zum entsprechenden **Ausgabeport** oder bei Multicast zu mehreren **Ausgabeports** befördert

3.2.105
Symbol
codiertes **Datenzeichen**, codiertes **Steuerzeichen** oder codierter **Steuercode**

3.2.106
Zeitcode
Code für die Verteilung von Synchronisationsinformationen in einem **SpaceWire-Netzwerk**

3.2.107
Zeitcode-Master
Host-Anwendung an einem **Knoten**, der für das periodische Aussenden von **Zeitcodes** zuständig ist, die über das **SpaceWire-Netzwerk** gesendet werden

3.2.108
Zeitcode-Masterknoten
Knoten, an dem sich der **Zeitcode-Master** befindet und der auf Anforderung von einem **Zeitcode-Master** **Zeitcodes** von einem oder mehreren **Endpunkten** aus sendet

3.2.109
Zeitcode-Register
Register in einem **Knoten** oder **Routing-Switch**, das den Wert des letzten empfangenen **Zeitcodes** enthält

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.110
Zeitcode-Wert
sechs Informations-Bits, die in einem **Zeitcode** enthalten sind

3.2.111
Übertragungsmedium
Medium, über das Daten übertragen werden, z. B. geschirmte verdrillte Leitungspaare

3.2.112
Sende-FIFO
FIFO-Speicher, der **N-Zeichen** speichert, bis sie über die **Verbindung** gesendet werden können

3.2.113
Sender
Schaltung, die die über eine **Verbindung** gesendeten **Zeichen** codiert, serialisiert, mit einem Daten-Strobe codiert und die resultierenden Daten- und Strobesignale zu **Leitungstreibern** weiterleitet

3.2.114
Einheit
Instanz, wie ein Gerät, ein Prozessor oder ein Massenspeicher, die keinen oder mehrere **Knoten** und keinen oder mehrere **Routing-Switches** und mindestens einen **Knoten** oder einen **Routing-Switch** enthält

3.3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Abkürzungen:

Abkürzung	Bedeutung
AWG	amerikanische Drahtlehre (en: American Wire Gauge)
BC	Broadcast-Code (en: broadcast code)
BER	Bitfehlerrate (en: bit error rate)
DC	Gleichstrom (en: direct current)
DS	Daten-Strobe (en: Data-Strobe)
ECSS	Europäische Kooperation für Raumfahrtnormung (en: European Cooperation for Space Standardization)
EEP	Fehlermeldung Paketende (en: error end of packet)
EOP	Paketende (en: end of packet)
ESA	Europäische Weltraumorganisation (en: European Space Agency)
ESC	Escape-Zeichen (en: escape character)
ESCC	European Space Components Coordination
FCT	Datenflusssteuerungs-Token (en: flow control token)
FIFO	first-in-first-out
ID	Bezeichner (en: identifier)
IID	Interrupt-Bezeichner (en: Interrupt identifier)
LS	niedrigstwertig (en: least-significant)
LSB	niedrigstwertiges Bit (en: least significant bit)

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

Abkürzung	Bedeutung
LVDS	differentielles Niederspannungssignal (en: low voltage differential signalling)
LVTTL	Niederspannungs-Transistorlogik (en: low voltage transistor-transistor logic)
Mbps	Megabit je Sekunde (en: Megabits per second)
MS	höchstwertig (en: most-significant)
MSB	höchstwertiges Bit (en: most-significant bit)
PCB	Leiterplatte (en: printed circuit board)
PSELFEXT	leistungssummierte relative Fernnebensprechdämpfung (en: Power Sum Equal Level Far-End Cross-Talk)
PSNEXT	leistungssummierte Nahnebensprechdämpfung (en: Power Sum Near End Cross-Talk)
RX	Empfangen (en: receive)
SpW	SpaceWire
TDR	Zeitbereichsreflektometrie (en: time domain reflectometer)
TX	Senden (en: transmit)
UML	vereinheitlichte Modellierungssprache (en: Unified Modelling Language)

3.4 Konventionen

3.4.1 Zahlen

In diesem Dokument werden Hexadezimalzahlen mit dem Präfix 0x versehen, z. B. 0x34 und 0xDF15.

Binärzahlen werden mit dem Präfix 0b versehen, z. B. 0b01001100 und 0b01.

Dezimalzahlen haben kein Präfix.

3.4.2 Signaldifferenz

Die beiden Signale, die ein differentielles Paar bezeichnen, werden mit den Suffixen „+“ und „−“ versehen, um die positive bzw. die negative Komponente der Signaldifferenz zu bezeichnen.

Die SpaceWire-Signaldifferenz wird bezeichnet mit D+, D− und S+, S− für Daten- bzw. Strobesignale. Für die Beschreibung des angesteuerten Endes einer SpaceWire-Verbindung werden diese Signale bezeichnet mit Dout+, Dout− und Sout+, Sout− für Daten- bzw. Strobesignale. Dementsprechend sind die Signale am Eingabeende einer SpaceWire-Verbindung Din+, Din− und Sin+, Sin−.

3.4.3 Reihenfolge der Sendung von Bits in Symbolen

Das erste Bit eines zu sendenden Datensymbols oder Steuersymbols ist das Paritätsbit.

Die Daten-Bits eines Datensymbols werden mit dem niedrigstwertigen Bit zuerst gesendet.

Wie in Bild 3-1 dargestellt, werden die entsprechenden Diagramme mit einem Pfeil ergänzt, um die Richtung anzuzeigen, in die sich die Daten bewegen, und welches Bit zuerst gesendet wird.

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

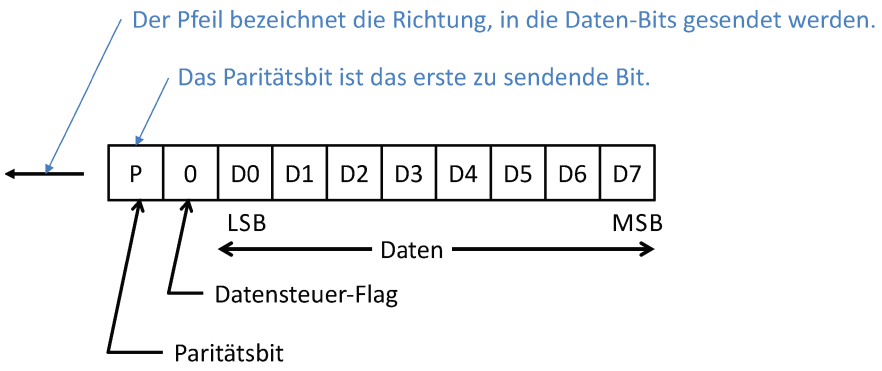

Bild 3-1 — Konventionen für das erste zu sendende Bit

3.4.4 Graphische Darstellung von Paketen

Pakete und ihre Komponentenfelder werden graphisch, wie in Bild 3-2 angegeben, dargestellt. Der Pfeil gibt die Richtung an, in die sich das Paket bewegt, sodass das Zieladressenfeld zuerst gesendet wird.

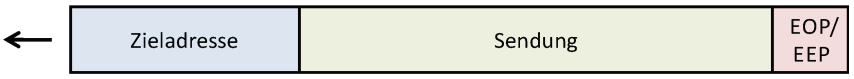

Bild 3-2 — Grafische Darstellung von Paketen

3.4.5 Darstellung von Zustandsdiagrammen

Mit Zustandsdiagrammen wird das Verhalten verschiedener Teile des SpaceWire-Protokolls dargestellt. Alle Zustandsdiagramme in der vorliegenden Norm werden in der Form nach Bild 3-3 dargestellt. Zustände werden mit Ellipsen dargestellt, wobei der Zustandsname in fetter Schrift in die Ellipse geschrieben wird. Aktionen im speziellen Zustand werden in kursiver Schrift unter den Zustandsnamen in die Ellipse geschrieben. Übergänge von einem Zustand in einen anderen werden mit Pfeilen angegeben. Das Ereignis, das den Übergang verursacht, wird entlang des Pfeils geschrieben. Unbedingte Übergänge werden mit Pfeilen angegeben, ohne dass ein Ereignisname daneben geschrieben wird. Rücksetzbedingungen werden mit Übergangspfeilen bezeichnet, die in einem leeren Raum beginnen.

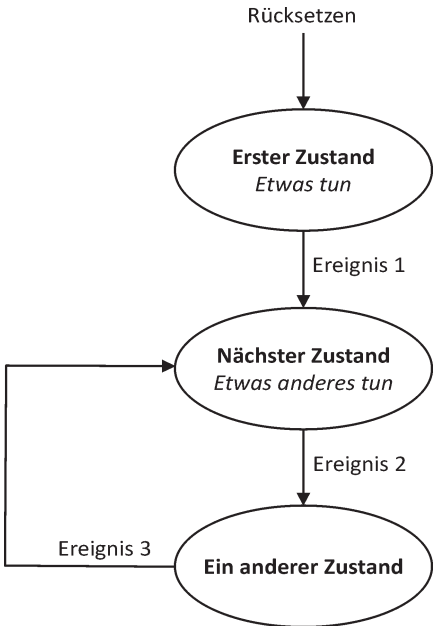

Bild 3-3 — Form des Zustandsdiagramms

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.4.6 Darstellung von UML-Diagrammen

UML-Diagramme in diesem Dokument verwenden die in Bild 3-4 angegebene Darstellungsweise.

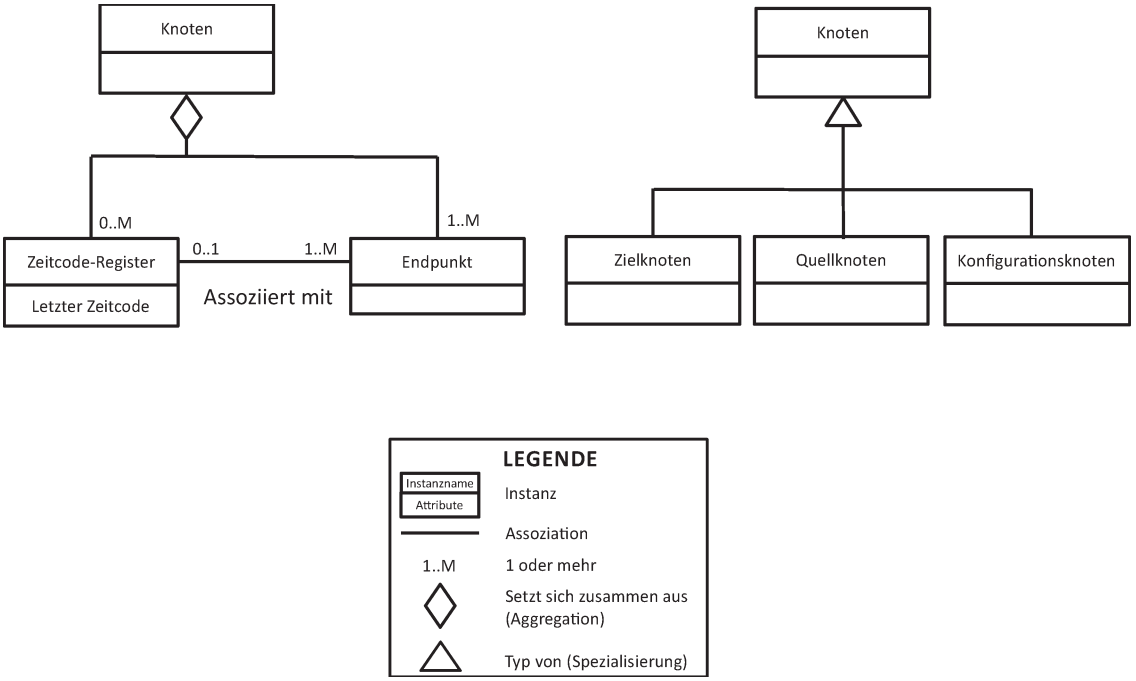

Bild 3-4 — UML-Darstellung

Jede Instanz (oder jedes Objekt) wird als Rechteck dargestellt, das mit einer waagerechten Linie in zwei Rechtecke unterteilt ist. Der Name der Instanz steht über der Linie und eine Liste der Schlüsselattribute steht unter der Linie. Es sind nur die Attribute angegeben, die für das Verständnis eines Diagramms von besonderer Bedeutung sind, z. B. „Letzter Zeitcode“ im Zeitcode-Register.

Mit einer Raute wird eine Aggregation dargestellt, die übersetzt wird mit „setzt sich zusammen aus“, also setzt sich in Bild 3-4 ein Knoten zusammen aus einem oder mehreren (1..M) Endpunkten und keinem oder mehreren (0..M) Zeitcode-Registern. Die Anzahl am Ende der Zeile gibt die Kardinalität der Beziehung an und ist entweder eine Zahl (z. B. 1) oder ein Bereich (z. B. 1..M), wobei M mehrere oder viele darstellt.

Ein Dreieck stellt in einer Richtung eine Spezialisierung dar (in die Richtung gelesen, in die das Dreieck zeigt) und in der anderen Richtung eine Verallgemeinerung. So ist in Bild 3-4 ein Zielknoten eine besondere Art eines Knotens. In der anderen Richtung gelesen, ist ein Knoten eine Verallgemeinerung eines Zielknotens, Quellknotens und Konfigurationsknotens.

Weitere Assoziationen zwischen Instanzen sind als Linien dargestellt, die zwei Objekte verbinden. Entlang der Linie wird ein Name geschrieben, der den Zweck der Assoziation erfasst. Falls die Assoziation allgemein gültig ist, braucht sie keinen Name zu erhalten. In Bild 3-4 ist somit jeder Endpunkt mit keinem oder mehreren Zeitcode-Registern assoziiert und jedes Zeitcode-Register ist mit 1 oder mehreren Endpunkten assoziiert.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.5 Nomenklatur

Für dieses Dokument gilt folgende Nomenklatur:

a) Das Wort „müssen“ (en: shall) wird in dieser Norm zur Formulierung von Anforderungen verwendet. Sämtliche Anforderungen werden durch das Wort „müssen“ ausgedrückt.

b) Das Wort „sollten“ (en: should) wird in dieser Norm zur Formulierung von Empfehlungen verwendet. Sämtliche Empfehlungen werden durch das Wort „sollten“ ausgedrückt.

ANMERKUNG Es ist zu erwarten, dass die Empfehlungen in diesem Dokument während der Anpassung entweder in Anforderungen umgewandelt oder gestrichen werden.

c) Die Wörter „dürfen“ (en: may) und „brauchen nicht“ (en: need not) werden in dieser Norm zur Formulierung der Zulässigkeit oder Unzulässigkeit verwendet. Sämtliche Zulässigkeiten werden über das Wort „dürfen“ ausgedrückt. Sämtliche Unzulässigkeiten werden über die Wörter „brauchen nicht“ ausgedrückt.

d) Das Wort „können“ (en: can) wird in dieser Norm zur Formulierung von Fähigkeiten oder Möglichkeiten verwendet und stellt daher, wenn nicht durch eines der vorstehenden Worte begleitet, einen beschreibenden Text dar.

ANMERKUNG Beim ECSS haben „dürfen“ (en: may) und „können“ (en: can) völlig unterschiedliche Bedeutungen: „dürfen“ wird normativ (Zulässigkeit) und „können“ beschreibend verwendet.

e) Zeitformen der Gegenwart und Vergangenheit werden in dieser Norm verwendet, um Tatsachenaussagen zu treffen, und stellen daher einen beschreibenden Text dar.

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

— Leerseite —

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

EN 16603-50-12

March 2020

ICS 49.140

English version

Space engineering - SpaceWire - Links, nodes, routers and networks

Ingénierie spatiale - SpaceWire - Liaisons, noeuds, routeurs et réseaux

Raumfahrttechnik - SpaceWire - Verbindungen, Knoten, Router und Netzwerke

This European Standard was approved by CEN on 29 December 2019.

CEN and CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN and CENELEC member.

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

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

CEN-CENELEC Management Centre:
Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

Table of contents

European Foreword **7**

1 Scope **8**

2 Normative references **9**

3 Terms, definitions and abbreviated terms **10**

3.1 Terms from other standards 10

3.2 Terms specific to the present standard 10

3.3 Abbreviated terms 20

3.4 Conventions 21

3.4.1 Numbers 21

3.4.2 Differential signals 21

3.4.3 Order of sending bits in symbols 21

3.4.4 Graphical representation of packets 22

3.4.5 State diagram notation 22

3.4.6 UML diagram notation 23

3.5 Nomenclature 24

4 Overview of SpaceWire **25**

4.1 Introduction 25

4.2 SpaceWire Spacecraft Data-Handling Network 25

4.2.1 The Rationale for SpaceWire 25

4.2.2 Example SpaceWire Application 26

4.2.3 How SpaceWire Works 28

5 Requirements **33**

5.1 Overview 33

5.2 Protocol stack and interface architecture 33

5.2.1 Protocol stack 33

5.2.2 Network layer 34

5.2.3 Data Link layer 34

5.2.4 Encoding layer 35

5.2.5 Physical layer 35

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

5.2.6 Management Information Base 36
5.2.7 Service interfaces 36
5.2.8 SpaceWire Port architecture 36
5.3 Physical layer 37
5.3.1 Introduction 37
5.3.2 Cables 38
5.3.3 Connectors 41
5.3.4 Cable assemblies 45
5.3.5 PCB tracks 50
5.3.6 Line drivers and receivers 51
5.3.7 Data-Strobe skew 59
5.3.8 Physical layer management parameters 62
5.4 Encoding layer 63
5.4.1 Introduction 63
5.4.2 Serialisation and de-serialisation 63
5.4.3 Character and control code encoding 63
5.4.4 Data strobe encoding and decoding 66
5.4.5 First Null 68
5.4.6 Null detection 68
5.4.7 Parity error 69
5.4.8 Disconnect 69
5.4.9 ESC error 69
5.4.10 Data signalling rate 70
5.4.11 Encoding layer management parameters 71
5.5 Data link layer 71
5.5.1 Introduction 71
5.5.2 Data link layer interfaces 71
5.5.3 Data link layer management interface 72
5.5.4 Flow control 73
5.5.5 Flow control errors 74
5.5.6 Sending priority 75
5.5.7 Link initialisation behaviour 75
5.5.8 Link error recovery 80
5.5.9 Accepting broadcast codes for sending 82
5.6 SpaceWire network layer 82
5.6.1 Introduction 82
5.6.2 SpaceWire packets 83

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

5.6.3 Broadcast codes 83
5.6.4 SpaceWire time-codes 84
5.6.5 SpaceWire distributed interrupts 87
5.6.6 SpaceWire nodes 94
5.6.7 SpaceWire node management parameters 96
5.6.8 SpaceWire routing 96
5.6.9 SpaceWire routing switch management parameters 104
5.6.10 SpaceWire network 104
5.7 SpaceWire management information base 106
5.7.1 Introduction 106
5.7.2 General 106
5.7.3 Physical layer management parameters 106
5.7.4 Encoding layer management parameters 106
5.7.5 Data link layer management parameters 106
5.7.6 Network layer management parameters 106

6 Service interfaces 107
6.1 Network layer service interface 107
6.1.1 Packet service interface 107
6.1.2 Time-code service interface 108
6.1.3 Distributed interrupt service interface 109
6.2 Data link layer service interface 111
6.2.1 N-Char service interface 111
6.2.2 Broadcast code service interface 113
6.3 Encoding layer service interface 114
6.3.1 Encoding service interface 114
6.3.2 Decoding service interface 115
6.4 Physical layer service interface 117
6.4.1 Line transmit service interface 117
6.4.2 Line receive service interface 118
6.5 Management information base service interface 119
6.5.1 Set parameter service interface 119
6.5.2 Get parameter service interface 119

Annex A (informative) Technical Changes 121

Bibliography 123

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

Figures

Figure 3-1: Convention for first bit to be sent 21
Figure 3-2: Graphical packet notation 22
Figure 3-3: State diagram style 22
Figure 3-4: UML notation 23
Figure 4-1: Example SpaceWire Architecture without redundancy 27
Figure 4-2: SpaceWire Packet Format 29
Figure 4-3: Path Addressing 31
Figure 4-4 Logical Addressing 32
Figure 5-1: SpaceWire protocol stack 34
Figure 5-2: SpaceWire port architecture 37
Figure 5-3: SpaceWire connector contact identification 44
Figure 5-4: SpaceWire cable assembly Type A 47
Figure 5-5: SpaceWire cable assembly Type AL 49
Figure 5-6: SpaceWire LVDS 53
Figure 5-7: LVDS line driver output signals 54
Figure 5-8: LVDS line driver differential output signal 56
Figure 5-9: Physical layer components 59
Figure 5-10: Skew and jitter 62
Figure 5-11: Data character encoding 64
Figure 5-12: Control character encoding 65
Figure 5-13: Null control code encoding 65
Figure 5-14: Broadcast code encoding 66
Figure 5-15: Parity coverage 66
Figure 5-16: Data-Strobe (DS) encoding 67
Figure 5-17: Data and strobe signals for first Null 68
Figure 5-18: Null detection sequence 69
Figure 5-19: Link initialisation behaviour 76
Figure 5-20: Link error recovery behaviour 81
Figure 5-21: SpaceWire packet format 83
Figure 5-22: Specialisations and relationships of a SpaceWire broadcast code 84
Figure 5-23 Network layer time-code 85
Figure 5-24: Network layer interrupt 88
Figure 5-25: Network layer interrupt acknowledgement code 89
Figure 5-26: Components and specialisations of a SpaceWire node 95
Figure 5-27: Components of a SpaceWire routing switch 97
Figure 5-28: Components of a SpaceWire network 105

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

Tables

Table 5-1: Constants for a SpW cable using 28 AWG differential pairs 39
Table 5-2: Insertion loss values 28AWG SpW cable.....40
Table 5-3: Constants for a SpaceWire cable using 26 AWG differential pairs.....40
Table 5-4: Insertion loss values for 26 AWG SpaceWire cable.....40
Table 5-5: Cable PSNEXT specification 41
Table 5-6: Cable PSELFEXT specification 41
Table 5-7: Connector contact identification.....43
Table 5-8: Cable assembly Type A signal wire connections 47
Table 5-9: Cable assembly Type AL signal wire connections 49
Table 5-10 Example calculation of maximum bit rate.....61
Table 5-11: Address function.....99

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

European Foreword

This document (EN 16603-50-12:2020) has been prepared by Technical Committee CEN-CENELEC/TC 5 “Space”, the secretariat of which is held by DIN.

This standard (EN 16603-50-12:2020) originates from ECSS-E-ST-50-12C Rev.1.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by September 2020, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by September 2020.

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

This document has been prepared under a standardization request given to CEN by the European Commission and the European Free Trade Association.

This document has been developed to cover specifically space systems and has therefore precedence over any EN covering the same scope but with a wider domain of applicability (e.g. : aerospace).

According to the CEN-CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

1 Scope

SpaceWire technology has grown from the needs of spacecraft on-board data handling applications. This Standard provides a formal basis for the exploitation of SpaceWire in a wide range of future on-board processing systems.

One of the principal aims of SpaceWire is the support of equipment compatibility and reuse at both the component and subsystem levels. In principle a data-handling system developed for an optical instrument, for example, can be used for a radar instrument by unplugging the optical sensor and plugging in the radar one. Processing units, mass-memory units and down-link telemetry systems developed for one mission can be readily used on another mission, reducing the cost of development, improving reliability and most importantly increasing the amount of scientific work that can be achieved within a limited budget.

Integration and test of complex on-board systems is also supported by SpaceWire with ground support equipment plugging directly into the on-board data-handling system. Monitoring and testing can be carried out with a seamless interface into the on-board system.

SpaceWire is the result of the efforts of many individuals within the European Space Agency, European Space Industry and academia.

This standard may be tailored for the specific characteristics and constraints of a space project in conformance with ECSS-S-ST-00.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

2
Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this ECSS Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revision of any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this ECSS Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the more recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies.

EN reference	Reference in text	Title
EN 16601-00-01	ECSS-S-ST-00-01	ECSS system - Glossary of terms
EN 16602-70-08	ECSS-Q-ST-70-08	Space product assurance - Manual soldering of high-reliability electrical connections
EN 16602-70-26	ECSS-Q-ST-70-26	Space product assurance - Crimping of high-reliability electrical connections
	ESCC 3401	Connectors, electrical, non-filtered circular and rectangular, ESCC Generic Specification no. 3401, Issue 5, March 2018
	ESCC 3401/029:2017	Connectors, Electrical, Rectangular, Microminiature, based on type MDMA, ECSS Detail Specification no. 3401/029, Issue 15, November 2017.
	ESCC 3401/077:2016	Connectors, Electrical, Rectangular, Microminiature, Removable Crimp Contacts, based on type MDMA, ECSS Detail Specification no. 3401/077, Issue 7, April 2016.
	ESCC 3902/003:2014	Cable, “SpaceWire”, Round, Quad using Symmetric Cables, Flexible, –200 to +180 °C, Detail Specification no. 3902/003, Issue 4, November 2014.
	ESCC 3902/004:2014	Cable, Low Mass, “SpaceWire”, Round, Quad using Symmetric Cables, Flexible, –100 to +150 °C, Detail Specification no. 3902/004, Issue 1, October 2014.
	MIL-DTL-17J:2014	Military Specification: Cables, Radio, Frequency, Flexible and Semirigid, General Specification for, 10th February 2014.
	TIA-644-A:2012	TIA-644-A, Electrical Characteristics of Low Voltage Differential Signalling (LVDS) Interface Circuits, Revision A, Reaffirmed 12/07/12, Telecommunications Industry Association, 2012.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms from other standards

For the purpose of this Standard, the terms and definitions from ECSS-S-ST-00-01 apply.

3.2 Terms specific to the present standard

The UML diagrams of Figure 5-22, Figure 5-26, Figure 5-27 and Figure 5-28 in clause 5.6 illustrate the relationships between various terms used within this standard.

3.2.1 allocated output port

output port that a **packet** is routed through

3.2.2 after 6,4 µs

delay of 6,4 µs (nominal) measured from when a state is entered

3.2.3 after 12,8 µs

delay of 12,8 µs (nominal) measured from when a state is entered

3.2.4 AutoStart

management parameter set by hardware or software which when asserted allows an enabled **SpaceWire port** to start the SpaceWire **link** only when a **Null** is received

3.2.5 bit error rate

ratio of the number of bits received in error to the total number of bits sent across a link

3.2.6 broadcast code

time-code or **distributed interrupt code**

3.2.7 broadcast code identifier

two-bit code that identifies the type of **broadcast code**: 0b00 identifies a **time-code** and 0b10 identifies a **distributed interrupt code**

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.8 byte

eight bits

3.2.9 cargo

some information for transfer from a **source** to a **destination** which is encapsulated in a **packet**

3.2.10 character

control character or **data character**

3.2.11 coding

act of translating a set of bits into another set of bits which are more appropriate for transmitting across a medium

3.2.12 configuration port

port in a **routing switch** or **node** that gives access to a **configuration node**

3.2.13 configuration node

type of **node** whose purpose is to configure the **routing switch** or **node** that it is part of

3.2.14 control character

ESC, FCT, EOP or EEP **character** that is used to pass control information across a **link**

3.2.15 control code

sequence of an ESC followed by an FCT forming a **Null** which is used to keep a **link** active, or a sequence of an **ESC character** followed by a **data character** forming a **broadcast code** which is used to broadcast **time-codes** and **distributed interrupt codes** over a **SpaceWire network**

3.2.16 control symbol

control character encoded in 4-bits for transfer across a **link**

3.2.17 data character

character that is used to pass 8 bits of data across a **link**

3.2.18 data link layer

protocol layer which is responsible for the initialisation of a SpaceWire **link**, for transferring **packets** and **broadcast codes** over the **link** and for recovery from errors on the **link**

3.2.19 data rate

rate at which the application data is transferred across a **link**

3.2.20 data signalling rate

rate at which the bits constituting **control** and **data symbols** are transferred across a **link**

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.21 data-strobe

sequence of data bits and bit clock encoded into two signals, one containing the data bit sequence (data) and the other changing state whenever the data bit sequence does not (strobe)

3.2.22 data symbol

data character encoded in 10 bits for transfer across a **link**

3.2.23 decoding

act of translating an encoded set of bits back into the original set of bits prior to encoding

3.2.24 de-serialisation

transformation of a serial bit stream into a sequence of **control** or **data symbols**

3.2.25 destination

end-point that a **packet** is being sent to

3.2.26 destination address

route, described by a **path address**, to be taken by a **packet** in moving from **source** to **destination** or an identifier, in the form of a **logical address**, specifying the **destination**

3.2.27 destination node

node that is the **destination** of one or more **SpaceWire packets**

3.2.28 disconnect

indication from a **receiver** that there has been no edge on the data or strobe signals for the past 850 ns (nominal) indicating that the **link** is disconnected

3.2.29 distributed interrupt

interrupt that is distributed to all or many **nodes** on the **network**

3.2.30 distributed interrupt code

broadcast code used to distribute interrupts over a **SpaceWire network** which is either an **interrupt code** or an **interrupt acknowledgement code**

3.2.31 driver

electronic circuit that transmits signals across a particular transmission medium

3.2.32 driver ground

ground at the 0V pin or pins of the **driver** differential outputs

NOTE If the driver has one 0V for signals such as TTL or CMOS, and a separate 0V for the differential outputs, the driver ground is the 0V for the differential outputs. The driver ground is a ground plane or planes which provide

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

controlled impedance for the driver's differential pairs.

3.2.33 encoding layer

protocol layer which is responsible for the encoding of **characters** into **symbols**, **symbol** serialisation, data-strobe encoding of the serial bit stream, data-strobe decoding, **symbol** de-serialisation and decoding of **symbols** into **characters**

3.2.34 end of packet marker

control character which indicates the end of a **packet**

3.2.35 end-point

interface between the **network** and a **host system** providing a single **port** into the **network**

3.2.36 error recovery scheme

method for handling errors detected within a SpaceWire **link**

3.2.37 ESC

control character which is followed by another **control character** or **data character** to form a **control code**

3.2.38 ESC error

invalid **ESC** sequence, formed from an **ESC** followed immediately by an EOP, EEP, or ESC

3.2.39 FIFO port

port that has a FIFO interface rather than a **SpaceWire interface**

3.2.40 fall time

time during which a falling signal voltage is within the range of 80 % to 20 % of the difference between the two steady state values

3.2.41 first Null

initial **Null** received without a parity error when the link state machine is not in the ErrorReset state

3.2.42 flow control token

control character used to manage the flow of data across a **link**, and being exchanged for eight **N-Chars**

3.2.43 gotBC

sometime after the first **Null** was received, a **broadcast code** has been received without a parity error

3.2.44 gotFCT

sometime after the first **Null** was received, an FCT has been received without a parity error

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.45 gotNchar

sometime after the first **Null** was received, an **N-Char** has been received without a parity error

3.2.46 gotNull

first **Null**, after the **receiver** has been enabled, has been received without a parity error

3.2.47 group adaptive routing

assignment of a set of several **ports** to a **logical** or **path address** so that when a **packet** arrives with that address it is switched to one of the set of several **ports** that is currently available to accept the **packet** or that becomes available first

3.2.48 host interface

interface to a **host system**

3.2.49 host system

system that is connected to a **SpaceWire network** via an **end-point** and which uses the services of that **SpaceWire network**

3.2.50 input port

receive side of a **port**

3.2.51 interrupt acknowledgement code

code used to confirm that a **distributed interrupt** has reached the appropriate **interrupt handler**

3.2.52 interrupt code

code used to distribute an interrupt over a **SpaceWire network**

3.2.53 interrupt destination

node that receives and handles a **distributed interrupt**

3.2.54 interrupt handler

node that is responsible for handling an **interrupt code** with a specific value of **interrupt identifier**

3.2.55 interrupt identifier

5-bit value representing one of 32 possible interrupts, which is held in the value field of an **interrupt code** and which identifies the particular interrupt being carried by the **interrupt code** or being acknowledged by an **interrupt acknowledgement code**

3.2.56 interrupt relay register

register in a **routing switch** that holds the current state of the **distributed interrupt** where the i^{th} bit of the register relates to the **interrupt identifier** of value i, and is used to prevent repeated circular propagation of **distributed interrupt codes**

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.57 interrupt source

node that generates a **distributed interrupt**

3.2.58 jitter

random errors in the timing of a signal

3.2.59 L-Char

link character

3.2.60 leading data character

very first **data character** sent over a link after initialisation or the first **data character** following the EOP or EEP that terminated the previous packet

3.2.61 line driver

electronic circuit that drives signals across a particular transmission medium

3.2.62 line receiver

electronic circuit that receives signals sent across a particular transmission medium

3.2.63 link

bi-directional connection between two **ports** used to transfer **packets** and **broadcast codes** between the two **ports**

3.2.64 link character

control character or **control code** which appears on the **link** only and is not passed between the data link and network layers

NOTE The **FCT** and **Null** are the only link characters

3.2.65 LinkDisabled

management parameter which when asserted prevents a **SpaceWire port** from operating

3.2.66 link error

disconnect error, parity error, **ESC** error or credit error

3.2.67 link receiver

receiver at an end of a SpaceWire **link**

3.2.68 LinkStart

management parameter set by hardware or software which when asserted causes an enabled **SpaceWire port** to attempt to start the SpaceWire **link** by sending **Nulls**

3.2.69 link transmitter

transmitter at an end of a SpaceWire **link**

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.70 logical address

data character which identifies the **destination** for the **packet**

3.2.71 low voltage differential signalling

particular form of differential signalling using low voltage signals

3.2.72 management parameter

configuration parameter, control variable or status variable of a **SpaceWire node** or **routing switch** used to manage its operation

3.2.73 multicast

sending of the same **packet** through two or more output **ports** of a **routing switch** concurrently

3.2.74 multicast set

set of **output ports** assigned to a **logical address** through which a **packet** with that **logical address** is forwarded concurrently

3.2.75 N-Char

normal-character

3.2.76 network level

protocol level responsible for transferring **packets** across a **SpaceWire network** from **source node** to **destination node** via **links** and **routers**

3.2.77 node

source or **destination** of SpaceWire **packets** and **broadcast codes** comprising one or more **end-points** each providing an interface between a **port** and a **host system**

3.2.78 normal-character

data character, EOP or EEP

3.2.79 Null

control code made up of an **ESC** followed by an **FCT** which is sent to keep the data **link** active when there are no **data** or **control characters** to send, thus preventing a disconnect

3.2.80 output port

transmit side of a **port**

3.2.81 packet

sequence of **normal-characters** comprising a **destination address**, **cargo** and an **end of packet marker**

3.2.82 path address

series of one or more **data characters** at the start of a **packet** which define the route to be taken across a **SpaceWire network** from **source** to **destination**

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.83 physical layer

protocol layer which specifies the cables, connectors, cable assemblies, **line drivers** and **line receivers**

3.2.84 port

SpaceWire interface or FIFO interface comprising an **input port** and an **output port**

3.2.85 port reset

reset signal that resets a single **SpaceWire port**

3.2.86 receive error

error detected when receiving a **symbol**

NOTE This is a parity error or invalid code error

3.2.87 receive FIFO

FIFO memory which stores received **N-Chars** until they can be read by the application via the **SpaceWire port** interface

3.2.88 receiver

circuit that receives signals from the **line receiver** and decodes those signals into a stream of **characters**

3.2.89 receiver ground

ground at the 0V pin or pins of the **receiver** differential inputs

NOTE If the driver has one 0V for signals such as TTL or CMOS, and a separate 0V for the differential inputs, the receiver ground is the 0V for the differential inputs. The receiver ground is a plane or planes which provide controlled impedance for the receiver's differential pairs.

3.2.90 reset

power on reset, other hardware reset or software commanded reset

3.2.91 rise time

time during which a rising signal voltage is within the range of 20 % to 80 % of the difference between the two steady state values

3.2.92 router

routing switch

NOTE The term “router” is used because of the heritage of SpaceWire which is based on IEEE1355-1995 which is in turn based on earlier work on Transputer technology. This work predated the Internet and the use of the term “router” to mean a device that determines the

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

route to a destination as opposed to a "switch" that switches a packet to an output port based on an address. In SpaceWire the term "router" is used to mean a routing switch. This is widely understood terminology in the SpaceWire community.

3.2.93 routing switch

switch matrix connected to one or more **SpaceWire ports**, a **configuration port** and a local **broadcast code** register, which optionally broadcasts **broadcast codes** and which switches **packets** from one **port** to one or more other **ports** where the **destination address** of each **packet** is used by the **routing switch** to determine which **port** the **packet** is forwarded through

3.2.94 routing table

table in a **routing switch** which is indexed by the leading **data character** of the **packet** to look-up the **output port** for forwarding a **packet** through

3.2.95 serialisation

transformation of a sequence of **control** or **data symbols** into a serial bit stream

3.2.96 signal

measurable quantity that varies with time and propagates along a transmission medium to transfer information across that medium

3.2.97 skew

difference in time between the expected position of the rising or falling edge of a signal and the actual position of that signal

3.2.98 source

originator of a **packet**, signal or other form of information

3.2.99 source node

node that is the **source** of one or more SpaceWire **packets**

3.2.100 SpaceWire interface

interface comprising a transmitter for sending information across a SpaceWire **link**, and a receiver for receiving information from that SpaceWire **link**

3.2.101 SpaceWire network

two or more **nodes** connected together via one or more **links** and zero or more **routing switches**

NOTE A point-to-point link between two nodes is therefore regarded as a network.

3.2.102 SpaceWire node

node

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.2.103 SpaceWire port

port which has a **SpaceWire interface**

3.2.104 switch matrix

non-blocking, worm-hole **routing switch** that switches a **packet** arriving at an **input port** of a **routing switch** to the appropriate **output port**, or to several **output ports** in case of multicasting

3.2.105 symbol

encoded **data character**, encoded **control character** or encoded **control code**

3.2.106 time-code

code used to distribute synchronisation information over a **SpaceWire network**

3.2.107 time-code master

host application on a **node** that is responsible for periodically sending out **time-codes** which are broadcast across the **SpaceWire network**

3.2.108 time-code master node

node on which the **time-code master** resides and which when requested by a **time-code master** sends **time-codes** out of one or more **end-points**

3.2.109 time-code register

register in a **node** or **routing switch** that holds the value of the last **time-code** received

3.2.110 time-code value

six bits of information contained in a **time-code**

3.2.111 transmission medium

medium over which data is transferred e.g. screened twisted-pair wires

3.2.112 transmit FIFO

FIFO memory which stores **N-Chars** until they can be sent across the **link**

3.2.113 transmitter

circuit that encodes the **characters** being sent across a **link**, serialises them, data-strobe encodes them and passes the resulting data and strobe signals to **line drivers**

3.2.114 unit

entity, like an instrument, processor or mass memory, which contains zero or more **nodes** and zero or more **routing switches**, and which contains at least one **node** or one **routing switch**

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.3 Abbreviated terms

The following abbreviations are defined and used within this standard:

Abbreviation	Meaning
AWG	American Wire Gauge
BC	broadcast code
BER	bit error rate
DC	direct current
DS	Data-Strobe
ECSS	European Cooperation for Space Standardization
EEP	error end of packet
EOP	end of packet
ESA	European Space Agency
ESC	escape character
ESCC	European Space Components Coordination
FCT	flow control token
FIFO	first in first out
ID	identifier
IID	Interrupt identifier
LS	least-significant
LSB	least significant bit
LVDS	low voltage differential signalling
LVTTL	low voltage transistor-transistor logic
Mbps	Megabits per second
MS	most-significant
MSB	most-significant bit
PCB	printed circuit board
PSELFEXT	Power Sum Equal Level Far-End Cross-Talk
PSNEXT	Power Sum Near End Cross-Talk
RX	receive
SpW	SpaceWire
TDR	time domain reflectometer
TX	transmit
UML	Unified Modelling Language

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.4 Conventions

3.4.1 Numbers

In this document hexadecimal numbers are written with the prefix 0x, for example 0x34 and 0xDF15.

Binary numbers are written with the prefix 0b, for example 0b01001100 and 0b01.

Decimal numbers have no prefix.

3.4.2 Differential signals

The two signals making up a differential pair are given the suffixes + and – to indicate the positive and negative components of the differential signal, respectively.

The SpaceWire differential signals are referred to as D+, D- and S+, S- for Data and Strobe, respectively. When considering the driven end of a SpaceWire link, these signals are designated Dout+, Dout- and Sout+, Sout- for Data and Strobe, respectively. Similarly, the signals at the input end of a SpaceWire link are Din+, Din- and Sin+, Sin-.

3.4.3 Order of sending bits in symbols

The first bit of a data symbol or control symbol to be sent is the parity bit.

The data bits of a data symbol are sent least significant bit first.

An arrow is added to relevant diagrams to illustrate the direction that the data moves, and which bit is sent first as shown in Figure 3-1.

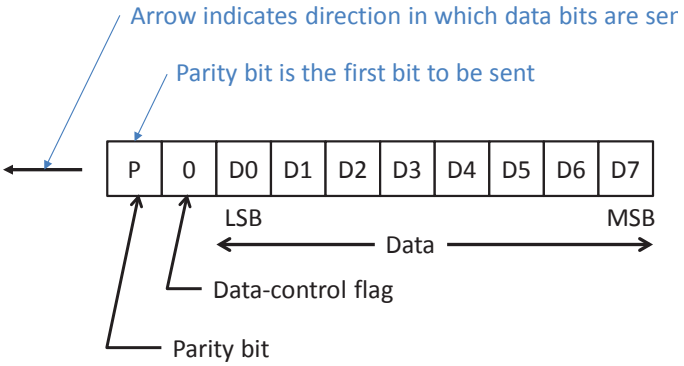

Figure 3-1: Convention for first bit to be sent

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.4.4 Graphical representation of packets

Packets and their component fields are represented graphically as shown in Figure 3-2. The arrow indicates the direction that the packet is travelling, so the destination field is sent first.

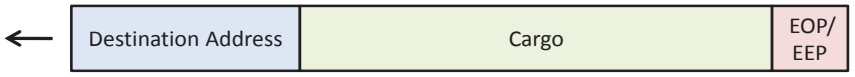

Figure 3-2: Graphical packet notation

3.4.5 State diagram notation

State diagrams are used to represent the behaviour of several parts of the SpaceWire protocol. All state diagrams in this Standard use the style shown in Figure 3-3. States are represented by ellipses with the state name written inside the ellipse in bold. Actions to take while in a particular state are written in italics inside the ellipse underneath the state name. Transitions from one state to another are indicated by arrows. The event that causes a transition is written alongside the arrow. Unconditional transitions are indicated by arrows without an event name written next to it. Reset conditions are indicated by transition arrows that start in empty space.

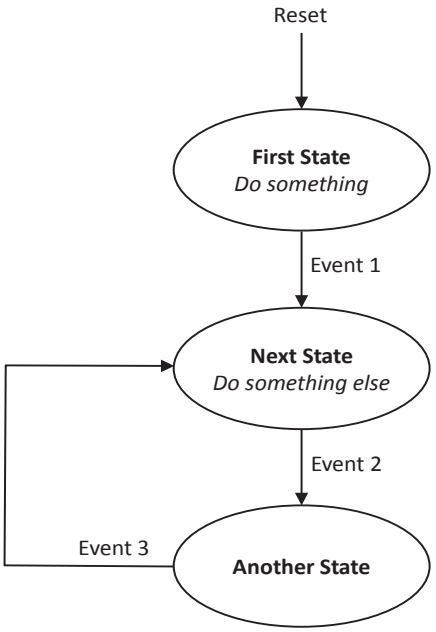

Figure 3-3: State diagram style

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.4.6 UML diagram notation

UML diagrams in this document use the notation illustrated in Figure 3-4.

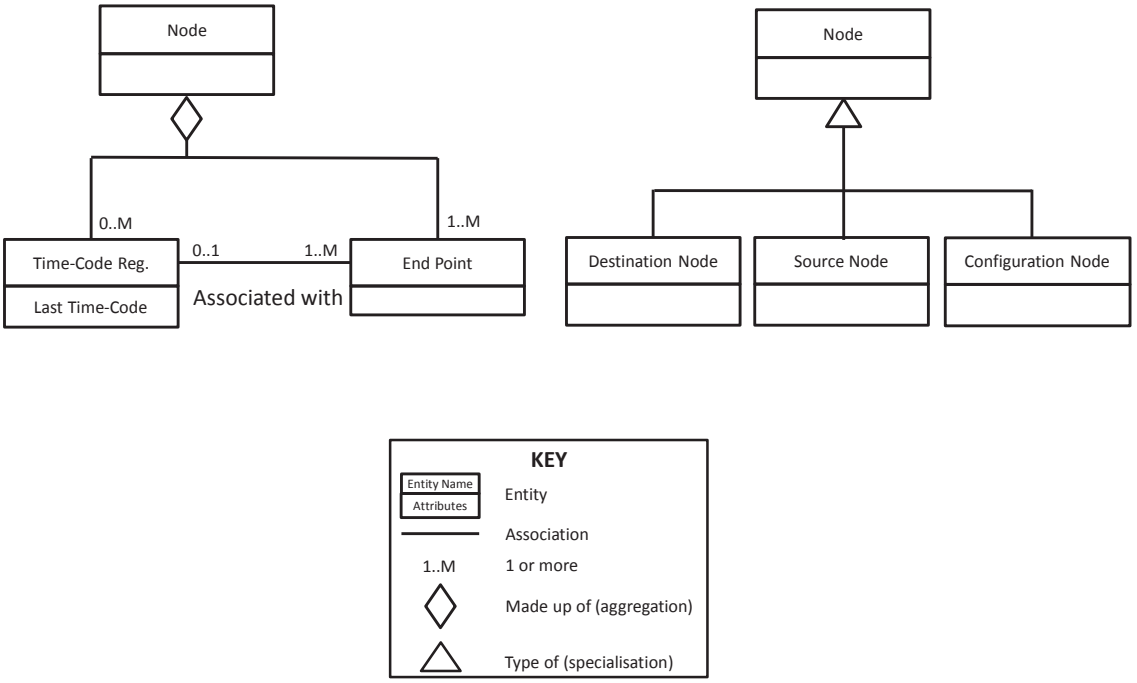

Figure 3-4: UML notation

Each entity (or object) is shown as a rectangle divided in two by a horizontal line. The name of the entity is at the top above the line and a list of key attributes is below the line. Only those attributes that are particularly relevant to understanding a diagram are shown, for example “Last Time-Code” in the Time-Code Register.

A diamond is used to represent aggregation and is translated as “is made up of”, hence in Figure 3-4 a node is made up of one or more (1..M) end-points and zero or more (0..M) time-code registers. The number at the end of the line shows the cardinality of the relationship and is either a number (e.g. 1) or a range (e.g. 1..M) with M representing more or many.

A triangle represents specialisation in one direction (reading in the direction the triangle is pointing) and generalisation in the other. So, in Figure 3-4, a destination node is a special type of node. Reading in the other direction, a node is a generalisation of destination node, source node and configuration node.

Other associations between entities are shown as lines connecting the two objects. A name capturing the intent of the association is written alongside the line. If the association is general, no name needs to be given to it. Hence, in Figure 3-4, each end-point is associated with zero or more time-code registers and each time-code register is associated with 1 or more end-points.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

3.5 Nomenclature

The following nomenclature applies throughout this document:

a. The word “shall” is used in this Standard to express requirements. All the requirements are expressed with the word “shall”.

b. The word “should” is used in this Standard to express recommendations. All the recommendations are expressed with the word “should”.

NOTE It is expected that, during tailoring, recommendations in this document are either converted into requirements or tailored out.

c. The words “may” and “need not” are used in this Standard to express positive and negative permissions, respectively. All the positive permissions are expressed with the word “may”. All the negative permissions are expressed with the words “need not”.

d. The word “can” is used in this Standard to express capabilities or possibilities, and therefore, if not accompanied by one of the previous words, it implies descriptive text.

NOTE In ECSS “may” and “can” have completely different meanings: “may” is normative (permission), and “can” is descriptive.

e. The present and past tenses are used in this Standard to express statements of fact, and therefore they imply descriptive text.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06

4 Overview of SpaceWire

4.1 Introduction

SpaceWire is a data-handling network for use on-board spacecraft, which connects together instruments, mass-memory, processors, downlink telemetry, and other on-board sub-systems. SpaceWire provides 2 Mbps to 200 Mbps, bi-directional, full-duplex data-links, which connect together SpaceWire-enabled equipment. Data rates of over 400 Mbps are possible when matched impedance connectors are used. It delivers high-speed, low-power, simplicity, relatively low implementation cost, and its architectural flexibility makes it ideal for many space missions. Data-handling networks can be built to suit particular applications using point-to-point data-links and routing switches [ESA Bulletin Vol. 145].

Since the SpaceWire standard was published by the European Cooperation for Space Standardization in January 2003, it has been adopted by ESA, NASA, JAXA and Roscosmos for many missions and is being widely used on scientific, Earth observation, commercial and other spacecraft. High-profile missions using SpaceWire include: Gaia, ExoMars, Bepi-Colombo, James Webb Space Telescope, GOES-R, Lunar Reconnaissance Orbiter and Astro-H.

SpaceWire has been developed in an extremely successful collaboration between ESA, academia and space industry, involving spacecraft engineers from across the world. This revision of the SpaceWire standard aims to correct errors, remove ambiguities and make clarifications to the previous version. It adjusts the SpaceWire protocol stack to make the layer interfaces clear and provides abstract service interface descriptions for each layer. Distributed interrupts are added to SpaceWire and time-codes are generalised into broadcast codes which comprise time-codes and distributed interrupt codes.

4.2 SpaceWire Spacecraft Data-Handling Network

4.2.1 The Rationale for SpaceWire

Before SpaceWire became a standard, many spacecraft primes and equipment manufacturers had to use ad hoc or their own proprietary interfaces for inter-unit communications, e.g. connecting high data-rate instruments to mass-memory units. This resulted in several different types of communication links being used on a spacecraft, increasing the cost and extending the time required

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN 16603-50-12:2020-06