

DIN EN 16603-50-11

ICS 49.140

**Raumfahrttechnik –
SpaceFibre –
Sehr schnelle serielle Schnittstelle;
Englische Fassung EN 16603-50-11:2020**

Space engineering –
SpaceFibre –
Very high-speed serial link;
English version EN 16603-50-11:2020

Ingénierie spatiale –
SpaceFibre –
Liaison série très haut débit;
Version anglaise EN 16603-50-11:2020

Gesamtumfang 254 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16603-50-11:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/CLC/TC 5 „Raumfahrt“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

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).

Dieses Dokument (EN 16603-50-11:2020) basiert auf ECSS-E-ST-50-11C.

Dieses Dokument enthält unter Berücksichtigung des DIN-Präsidialbeschlusses 1/2004 nur die Englische Fassung von EN 16603-50-11:2020.

Dieses Dokument wurde speziell zur Behandlung von Raumfahrtssystemen erarbeitet und hat daher Vorrang vor jeglicher Europäischer Norm, die denselben Anwendungsbereich hat, jedoch über einen größeren Geltungsbereich (z. B. Luft- und Raumfahrt) verfügt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Begriffe und Abkürzungen

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

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe aus anderen Normen

a) Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ECSS-S-ST-00-01.

3.2 Für diese Norm spezifische Begriffe

3.2.1

aktiver Verbindungskanal

unidirektionaler Verbindungskanal oder **bidirektionaler Verbindungskanal**, der im aktiven Zustand ist

3.2.2

asymmetrische Verbindung

Verbindung mit mehreren Verbindungskanälen, die einen oder mehrere **unidirektionale Verbindungskanäle** umfasst

3.2.3

verfügbare Bandbreite

Anzahl von **Datenwörtern** oder **Steuerwörtern**, die seit der letzten Aktualisierung des **Bandbreitenguthabens** gesendet wurden

3.2.4

Bandbreitenguthaben

Menge der **Verbindungsbandbreite**, die ein **virtueller Kanal** angesammelt hat

3.2.5

Grenzwert des Bandbreitenguthabens

größte Menge des positiven oder negativen **Bandbreitenguthabens**, die ein **virtueller Kanal** ansammeln darf

3.2.6

Bandbreitennutzung

Maß dafür, wie stark die einem **virtuellen Kanal** zugeordnete Bandbreite zuletzt genutzt worden ist unter Berücksichtigung des Verlusts der gemessenen Nutzung der Bandbreite, wenn entweder der positive oder der negative **Grenzwert des Bandbreitenguthabens** erreicht wird

3.2.7

bidirektionaler Verbindungskanal

aktiver Verbindungskanal oder **inaktiver Verbindungskanal**, bei dem an beiden Enden der **Verbindung** das TX_EN- und das RX_EN-Konfigurationsbit gesetzt sind, sodass der aktive Verbindungskanal Informationen in beiden Richtungen der **Verbindung** senden kann

3.2.8

Bitfehlerrate

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

3.2.9

Bitintervall

Übertragungsdauer für ein Bit über eine serielle Schnittstelle

3.2.10

Broadcast-Rahmen

Broadcast-Nachricht, die mit einem SBF am Anfang der **Broadcast-Nachricht** und einem EBF am Ende der **Broadcast-Nachricht** eingekapselt ist

3.2.11

Broadcast-Nachricht

acht Bytes Anwendungsdaten, die zu jedem **Knoten** im **Netzwerk** gesendet werden, zusammen mit dem Acht-Bit-Broadcast-Typ, der die Bedeutung der Anwendungsdaten bestimmt

3.2.12

Byte

acht Bits

3.2.13

Sendung

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

3.2.14

Zeichen

Datenzeichen oder **Kontrollzeichen**

3.2.15

Codierung

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

3.2.16

Komma

Steuersymbol K28.5 oder K28.7

3.2.17

Konfigurationsport

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

3.2.18

Konfigurationsknoten

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

3.2.19

kontinuierlicher Modus

Betriebsmodus des **virtuellen Kanals**, der die Datenflusssteuerung ignoriert, so dass Daten immer von der Netzwerkschicht akzeptiert werden können, aber wenn der Puffer des **virtuellen Kanals** voll ist, werden diese Daten verworfen

3.2.20**Steuerzeichen**

Zeichen, das 8-Bit-Steuerinformationen enthält

3.2.21**Steuersymbol****K-Symbol****3.2.22****Steuerwort**

Wort, mit dem das SpaceFibre-Protokoll gesteuert wird und das ein **Komma** oder den K-Code eines EBF, EDF, FCT oder **RXERR** umfasst, gefolgt von drei **Datenzeichen** oder **Füllzeichen**

3.2.23**laufende Disparität**

akkumulierte Disparität eines Bitstroms von dessen Beginn bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt

3.2.24**Datenzeichen**

Zeichen, das 8-Bit-Dateninformationen enthält

3.2.25**Datenrahmen**

Segment von **N-Zeichen** und **Füllzeichen** von einem oder mehreren Paketen, die für jeden Verbindungskanal vor dem Segment mit einem SDF und am Ende des Segments mit einem EDF eingekapselt worden sind

3.2.26**Sicherungsschicht**

Protokollschicht, die für die Übertragung von **Paketen** und **Broadcast-Nachrichten** über die **Verbindung**, für die Dienstqualität über der **Verbindung** und für die Fehlerbehebung in der **Verbindung** zuständig ist

3.2.27**Steuerwort der Sicherungsschicht**

Steuerwort ACK, NACK, FULL, RETRY, SDF, EDF, SBF, EBF, SIF oder FCT

3.2.28**Datenrate**

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

3.2.29**Datenempfangs-Verbindungskanal**

aktiver, empfangsbereiter **Verbindungskanal**, der mit einem **Datensendungs-Verbindungskanal** so verbunden ist, dass er **Steuerwörter der Sicherungsschicht** empfangen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Empfangsbereiter Verbindungskanal bedeutet, dass RX_EN am nahen Ende der **Verbindung** gesetzt ist.

3.2.30**Datensegment**

Gruppe von bis zu Nx64 fortlaufenden **Datenwörtern** aus einem oder mehreren **Paketen**, wobei N eine ganze Zahl kleiner oder gleich dem Parameter der „größten Anzahl von Datensendungs-Verbindungskanälen“ ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Benennung „Segment“ ist ein Synonym.

3.2.31

Datensendungs-Verbindungskanal

aktiver, sendebereiter **Verbindungskanal**, der, wenn er mit **Wörtern der Sicherungsschicht** belegt ist, diese zum **Datenempfangs-Verbindungskanal** am fernen Ende der **Verbindung** sendet

Anmerkung 1 zum Begriff: Sendebereiter Verbindungskanal bedeutet, dass TX_EN am nahen Ende der **Verbindung** gesetzt ist.

3.2.32

Übertragungsgeschwindigkeit

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

3.2.33

Datensymbol

D-Symbol

3.2.34

Datenwort

Datenwort, das sich aus SpaceFibre-**N-Zeichen** oder -**Füllzeichen** zusammensetzt

3.2.35

Decodierung

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

3.2.36

Gerät

Knoten oder Routing-Switch

3.2.37

Deserialisierung

Umwandlung eines seriellen Bitstroms in parallele Daten

3.2.38

Serien-Parallel-Umsetzer

Netzwerk, das eine Bitfolge von einem seriellen Bitstrom in parallele Daten umwandelt

3.2.39

Ziel

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

3.2.40

Zieladresse

Übertragungsstrecke, der ein **Paket** bei der Übermittlung von der **Quelle** zum **Ziel** folgen muss, oder ein Bezeichner, der das **Ziel** kennzeichnet

3.2.41

Zielknoten

Knoten, der das **Ziel** von einem oder mehreren SpaceFibre-**Paketen** ist

3.2.42

Disparität

Anzahl von Einsen in einem Bitstrom abzüglich der Anzahl von Nullen in diesem Bitstrom

3.2.43**Treiber**

elektronische Schaltung, die Signale über ein bestimmtes **Übertragungsmedium** überträgt

3.2.44**D-Code**

9-Bit-Darstellung eines 8-Bit-**Datenzeichens**, welche mit einer 8B/10B-Codierung übertragen wird, die ein auf null gesetztes **D/K-Flag** und das 8-Bit-**Datenzeichen** enthält

3.2.45**D-Symbol**

10-Bit-**Symbol**, das durch eine 8B/10B-Codierung eines **D-Codes** gebildet wird

3.2.46**D/K-Flag**

1-Bit-Flag, das Bestandteil eines **D-Codes** oder **K-Codes** ist, welches auf null gesetzt angibt, dass der Code ein **D-Code** ist, oder auf Eins gesetzt, dass der Code ein **K-Code** ist

3.2.47**Markierung Paketende**

N-Zeichen, das das Ende eines **Pakets** kennzeichnet

3.2.48**Endpunkt**

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

3.2.49**Fehlermeldung Markierung Paketende**

EEP, en: error end of packet marker

N-Zeichen, das das Ende eines **Pakets**, in dem ein Fehler aufgetreten ist, kennzeichnet

3.2.50**FarEndActive**

Meldung, dass das ferne Ende eines Verbindungskanals im aktiven Zustand ist, wobei die Meldung in einem Steuerwort ACTIVE über einen beliebigen **Verbindungskanal** gesendet wird, der Bestandteil einer **Verbindung mit mehreren Verbindungskanälen** ist

3.2.51**Füllzeichen**

Zeichen, das in einem PAD-Steuerwort oder für die Wortausrichtung verwendet wird und in einem **Datenrahmen** zwischen dem Ende eines Pakets und dem Anfang des nächsten Pakets oder nach dem Rücksetzen vor dem Beginn des ersten Pakets auftreten kann

3.2.52**Datenflusssteuerungs-Token**

FCT, en: flow control token

Steuerwort, das zur Verwaltung des Datenflusses über eine **Verbindung** verwendet wird und für Mx64-Datenwörter eingesetzt wird, wobei M eine ganze Zahl im Bereich von 1 bis 8 ist

3.2.53**Rahmen**

Datenrahmen, Broadcast-Rahmen oder **leerer Rahmen**

3.2.54

Header-Löschung

Entfernen des führenden **Datenzeichens** eines **Pakets** durch einen **Routing-Switch**, nachdem es zur Bestimmung des **Ausgabeport**, zu dem das **Paket** befördert wird, verwendet worden ist, und bevor das **Paket** zu diesem **Ausgabeport** umgeschaltet wird, wobei dieses **führende Datenzeichen** durch ein **Füllzeichen** ersetzt wird

3.2.55

Host-Schnittstelle

Schnittstelle zu einem **Host-System**

3.2.56

Host-System

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

3.2.57

aktiver, redundanter Verbindungskanal

aktiver, sendebereiter **Verbindungskanal**, der kein **Datensendungs-Verbindungskanal** ist und der bereit ist, einen ausgefallenen **Datensendungs-Verbindungskanal** zu ersetzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Sendebereiter Verbindungskanal bedeutet, dass TX_EN am nahen Ende der **Verbindung** gesetzt ist.

3.2.58

leerer Rahmen

Rahmen von pseudozufälligen Daten, der gesendet wird, wenn keine **Datenrahmen** oder **Broadcast-Rahmen** zu senden sind

3.2.59

inaktiver Verbindungskanal

unidirektionaler Verbindungskanal oder bidirektionaler Verbindungskanal, der nicht im aktiven Zustand ist

3.2.60

Initialisierungskomma

Steuersymbol K28.5

3.2.61

Eingabeport

Empfangsseite eines **Ports**

3.2.62

ungültiges Symbol

Symbol, das in der 8B/10B-Decodierungstabelle nicht vorkommt

Anmerkung 1 zum Begriff: Dabei handelt es sich nicht um ein gültiges **Symbol** für einen **D-Code** oder einen **K-Code**.

3.2.63

Jitter

Abweichung von der wahren Periodizität eines nominell periodischen Signals

3.2.64

K-Code

9-Bit-Darstellung eines 8-Bit-**Steuerzeichens**, welches mit einer 8B/10B-Codierung übertragen wird, die ein auf Eins gesetztes **D/K-Flag** und ein auf einen von 12 möglichen gültigen Werten gesetztes 8-Bit-**Steuerzeichen** enthält

3.2.65**K-Symbol**

10-Bit-**Symbol**, das durch eine 8B/10B-Codierung eines **K-Codes** gebildet wird

3.2.66**Verbindungskanal**

physische SpaceFibre-Verbindung zwischen zwei **Geräten**

3.2.67**Steuerwort der Verbindungskanalschicht**

Steuerwort SKIP, IDLE, INIT1, iINIT1, INIT2, iINIT2, INIT3, STANDBY oder LOST_SIGNAL

3.2.68**LaneReset**

Rücksetzen der Verbindungskanalschicht einer SpaceFibre-**Verbindung** ohne Rücksetzen der Sicherungsschicht

3.2.69**LaneStart**

Management-Parameter, der durch die Hardware oder die Software eingestellt wird und der, wenn er gesetzt ist, dazu führt, dass der SpaceFibre-**Verbindungskanal** durch das Senden von INIT1 eine Initialisierung einleitet

3.2.70**führendes Datenzeichen**

allererstes **Datenzeichen**, das über eine **Verbindung** gesendet wird, oder das erste **Datenzeichen**, dass dem **EOP** oder dem **EEP** folgt, welches das vorangegangene SpaceFibre-**Paket** beendet hat

3.2.71**Leitung**

Medium zwischen einem **Treiber** und einem **Empfänger**

3.2.72**Leitungstreiber**

elektronische Schaltung, die Signale über ein bestimmtes **Übertragungsmedium** ansteuert

3.2.73**Leitungsempfänger**

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

3.2.74**Verbindung**

bidirektionale Verbindung zwischen zwei **Ports**, die einen oder mehrere **Verbindungskanäle** umfasst, welche zur Übertragung von **Paketen** und **Broadcast-Nachrichten** zwischen den beiden **Ports** verwendet werden

3.2.75**Verbindungsbandbreite**

Anzahl von **Datenwörtern** und **Steuerwörtern**, die in einer Sekunde über eine SpaceFibre-**Verbindung** übertragen werden können

3.2.76**Rücksetzen der Verbindung**

Rücksetzen der Sicherungsschicht und niedrigerer Schichten einer SpaceFibre-**Verbindung**

3.2.77

logische Adresse

Datenzeichen, das das **Ziel** für das **Paket** bezeichnet

3.2.78

Management-Parameter

Konfigurationsparameter, Steuerparameter oder Statuswert eines SpaceFibre-**Knotens** oder **-Routing-Switches**, mit dem dessen Betrieb gesteuert wird

3.2.79

Steuerwort der Mehrverbindungskanalschicht

Steuerwort ACTIVE oder ALIGN

3.2.80

Verbindung mit mehreren Verbindungskanälen

Verbindung, die einen oder mehrere **Verbindungskanäle** umfasst

3.2.81

N-Zeichen

SpaceFibre-**Datenzeichen** EOP oder EEP

3.2.82

Grenzwert des negativen Bandbreitenguthabens

kleinster Wert des **Bandbreitenguthabens**, auf den ein **virtueller Kanal** abfallen darf

3.2.83

negative Disparität

mehr Nullen als Einsen in einem Bitstrom

3.2.84

Netzwerk

zwei oder mehr **Knoten**, die über eine oder mehrere **Verbindungen** und keinen oder mehrere **Routing-Switches** miteinander verbunden sind

3.2.85

Netzwerk-Manager

Knoten, der den Zustand des SpaceFibre-**Netzwerks** konfiguriert, steuert und überwacht

3.2.86

neutrale Disparität

gleiche Anzahl von Einsen und Nullen in einem Bitstrom

3.2.87

Knoten

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

3.2.88

normierte erwartete Bandbreite

Verbindungsbandbreite, die ein **virtueller Kanal** erwartungsgemäß als Anteil der gesamten **Verbindungsbandbreite** nutzt

3.2.89

NoSignal

Signal, das anzeigt, dass der Eingang am Empfänger unterhalb eines für einen einwandfreien Betrieb notwendigen Pegels liegt

3.2.90**Ausgabeport**

Sendeseite eines **Ports**

3.2.91**Paket**

Folge von **N-Zeichen**, die eine **Zieladresse**, eine **Sendung** und eine **Markierung Paketende** umfasst

3.2.92**PAD**

Steuerwort, das aus einem **K28.7-Komma** gefolgt von drei **Füllzeichen** besteht und in einer **Verbindung mit mehreren Verbindungskanälen** zum Auffüllen nicht verwendeter **Wörter** in einer **Zeile** verwendet wird

3.2.93**parallele Schnittstelle**

Schnittstelle, die mehrere Bits gleichzeitig überträgt

3.2.94**Pfadangabe**

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

3.2.95**permanenter Fehler**

Fehler in einem **Verbindungskanal**, der nicht behoben werden kann

3.2.96**andauernder Fehler**

Fehler in einem **Verbindungskanal**, der nur durch Neuinitialisierung des fehlerhaften **Verbindungskanals** und erneute Sendung der Daten behoben werden kann

3.2.97**Bitübertragungsschicht**

Protokollschicht, die Kabel, Verbinder, Kabelsätze, **Leitungstreiber**, **Leitungsempfänger**, **Serialisierung** und **Deserialisierung** festlegt

3.2.98**Punkt-zu-Punkt-Verbindung**

Verbindung, die zwei **Knoten** verbindet

3.2.99**Port**

SpaceFibre-Schnittstelle oder parallele Schnittstelle mit einem **Eingabeport** und einem **Ausgabeport**

3.2.100**Eingangsport**

Port, an dem ein **Paket** oder eine **Broadcast-Nachricht** ankommt

3.2.101**Grenzwert des positiven Bandbreitenguthabens**

größter Wert des **Bandbreitenguthabens**, den ein **virtueller Kanal** erreichen darf

3.2.102**positive Disparität**

mehr Einsen als Nullen in einem Bitstrom

3.2.103

vorheriger Eingangsport

Port, an dem eine **Broadcast-Nachricht** vor der aktuellen **Broadcast-Nachricht** im selben **Broadcast-Kanal** angekommen ist

3.2.104

Prioritätsrang

statischer Rangwert eines **virtuellen Kanals**, der aus der Einstellung des Prioritäts-**Management-Parameters** der Dienstqualität für diesen **virtuellen Kanal** abgeleitet wird

3.2.105

betriebsbereiter virtueller Kanal

virtueller Kanal mit zum Senden bereiten Daten und Platz im Eingabezwischenspeicher des **virtuellen Kanals** am fernen Ende der **Verbindung**

3.2.106

Steuerwort zur Meldung eines Empfangsfehlers

Steuerwort RXERR, das von der Verbindungskanalschicht erzeugt wird, wenn sie einen Fehler in der über die SpaceFibre-**Verbindung** empfangenen Information feststellt, und das zur Sicherungsschicht weitergeleitet wird, um anzuzeigen, dass ein Fehler aufgetreten ist

3.2.107

Verbindungskanal nur zum Empfang

aktiver Verbindungskanal oder **inaktiver Verbindungskanal**, bei dem am nahen Ende der **Verbindung** das TX_EN-Konfigurationsbit nicht gesetzt ist und das RX_EN-Bit gesetzt ist und dieses Ende damit das Empfangsende eines **unidirektionalen Verbindungskanals** bildet

3.2.108

Empfänger

Empfangsende eines SpaceFibre-**Verbindungskanals** oder einer SpaceFibre-**Verbindung**

3.2.109

Empfangszeile

Gruppe von Wörtern, die parallel von allen Datenempfangs-**Verbindungskanälen** etwa zum gleichen Zeitpunkt empfangen werden, d.h. innerhalb der Zeit, die benötigt wird, um ein **Wort** über einen **Verbindungskanal** zu empfangen, welche die Bitperiode mal 40 beträgt

3.2.110

reservierte Bandbreite

Anteil der **Verbindungsbandbreite**, die zur Verwendung durch einen bestimmten **virtuellen Kanal** freigehalten wird

3.2.111

Rücksetzen

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

3.2.112

Rückflusssdämpfung

$10 \log_{10}(P_i/P_r) = -10 \log_{10}(P_r/P_i) = -20 \log_{10}(V_r/V_i)$, dabei ist P_i die ankommende Leistung, P_r ist die reflektierte Leistung, V_i ist die ankommende Spannung und V_r ist die reflektierte Spannung; sie hat einen positiven Wert, wenn das reflektierte Signal kleiner ist als das ankommende Signal

3.2.113

Router

siehe „**Routing-Switch**“

3.2.114**Routing-Switch**

Gerät, das aus mehreren **SpaceFibre-Ports** und einer **Switchmatrix** besteht, welche **Pakete**, die an einem **Port** ankommen, entsprechend der **Zieladresse** des **Pakets** und dem Inhalt der **Routing-Tabelle** auf einen anderen **Port** umschaltet, das **Broadcast-Nachrichten** von allen **Ports**, außer dem, an dem die **Broadcast-Nachricht** angekommen ist, überprüft und sendet und das einen **Konfigurationsport** zur Konfiguration der **Ports** und des **Routing-Switches** selbst umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Benennung „Router“ ist ein Synonym.

3.2.115**Routing-Tabelle**

Tabelle in einem **Routing-Switch**, die zur Auswahl des **Ausgabeports** für das Weiterleiten eines **Pakets** verwendet wird, wobei das **führende Datenzeichen** des **Pakets** als eine Kennzahl in dieser Tabelle verwendet wird

3.2.116**Zeile**

Sendezeile oder Empfangszeile

3.2.117**Zeitplan**

Liste von **Zeitschlitten**, während der der **virtuelle Kanal Datenrahmen** senden darf

3.2.118**Segment**

siehe „**Datensegment**“

3.2.119**Sendezeile**

Gruppe von **Wörtern**, die etwa zum selben Zeitpunkt parallel über alle **Datensendungs-Verbindungskanäle** gesendet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum selben Zeitpunkt bedeutet, innerhalb der Zeit, die zum Senden eines **Worts** benötigt wird.

3.2.120**Serialisierung**

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

3.2.121**Parallel-Serien-Umsetzer**

Schaltung, die parallele Daten in eine Bitfolge in einem seriellen Bitstrom umwandelt

3.2.122**Signal**

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

3.2.123**Laufzeitunterschied**

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

3.2.124

Quelle

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

3.2.125

Quellknoten

Knoten, der die **Quelle** von einem oder mehreren SpaceFibre-**Paketen** ist

3.2.126

SpaceFibre-Schnittstelle

Schnittstelle, die Informationen über eine SpaceFibre-**Verbindung** senden und Informationen von dieser SpaceFibre-**Verbindung** empfangen kann

3.2.127

SpaceFibre-Port

Port mit einer **SpaceFibre-Schnittstelle**

3.2.128

Switchmatrix

nicht gesperrter Switch, der ein **Paket**, das an einem **Eingabeport** eines **Routing-Switches** ankommt, zum entsprechenden **Ausgabeport** befördert

3.2.129

Symbol

D-Symbol oder **K-Symbol**

3.2.130

Symbolrate

Geschwindigkeit, mit der **Symbole** im **Sender** und im **Empfänger** verarbeitet werden können

3.2.131

Symbolwort

Gruppe von vier aufeinander folgenden **Symbolen**, die nach der Decodierung ein **Datenwort** oder ein **Steuerwort** bilden

3.2.132

Zeitschlitz

gekennzeichnetes Zeitintervall, das zur Planung der Übertragung von **Datenrahmen** verwendet wird

3.2.133

transienter Fehler

Fehler in einer **Verbindung**, der durch erneutes Senden der Daten ohne Neuinitialisierung der **Verbindung** behoben werden kann

3.2.134

Übertragungsmedium

Medium, über das Daten übertragen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel ist eine geschirmte und verdrehte Zweidrahtleitung.

3.2.135

Verbindungskanal nur zum Senden

aktiver Verbindungskanal oder **inaktiver Verbindungskanal**, bei dem am nahen Ende der **Verbindung** das TX_EN-Konfigurationsbit gesetzt ist und das RX_EN-Konfigurationsbit nicht gesetzt ist und dieses Ende damit das Sendeende eines **unidirektionalen Verbindungskanals** bildet

3.2.136**Sender**

Sendeende eines SpaceFibre-**Verbindungskanals** oder einer SpaceFibre-**Verbindung**

3.2.137**Übertragungs-Verbindungskanal**

aktiver Verbindungskanal oder **inaktiver Verbindungskanal**, bei dem das TX_EN-Konfigurationsbit am nahen Ende der **Verbindung** gesetzt ist und der als ein **Datensendungs-Verbindungskanal** oder als **aktiver redundanter Verbindungskanal** betrieben werden kann

3.2.138**unidirektionaler Verbindungskanal**

Verbindungskanal, der in nur eine Richtung Informationen sendet

3.2.139**Einheit**

Instanz, die keinen oder mehrere **Knoten** und keinen oder mehrere **Routing-Switches** und mindestens einen **Knoten** oder einen **Routing-Switch** enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für eine solche Instanz sind Geräteprozessoren und Massenspeicher.

3.2.140**nicht erkanntes Symbol**

Symbol, das in der 8B/10B-**Symbol**tabelle nicht vorkommt

3.2.141**genutzte Bandbreite**

Datenmenge, die über einen **virtuellen Kanal** im letzten **Datenrahmen** gesendet wird und für alle **virtuellen Kanäle** Null ist, außer denjenigen, die im letzten **Datenrahmen** gesendet wird

3.2.142**gültiges Symbol**

Symbol, das keinen **Disparitätsfehler** erzeugt und in der 8B/10B-Decodierungstabelle vorkommt

3.2.143**virtueller Kanal**

unabhängiger Kanal, der Informationen über eine einzelne Verbindung parallel zu anderen unabhängigen, informationsführenden Kanälen befördern kann

3.2.144**virtuelles Netzwerk**

logisches Netzwerk, das über ein einzelnes physisches Netzwerk parallel zu anderen logischen Netzwerken arbeitet

3.2.145**Wort**

Datenwort oder **Steuerwort**

3.3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen:

Abkürzung	Bedeutung	
8B/10B	8 Bit/10 Bit	
AC	Wechselstrom	(en: alternating current)
ACK	Quittung	(en: acknowledgement)
ACT_LS	niedrigstwertiges Bit des Steuerworts für Aktiv	(en: active least significant)
ACT_MS	höchstwertiges Bit des Steuerworts für Aktiv	(en: active most significant)
ACTIVE	Steuerwort für Aktiv	(en: active control word)
ALIGN	Steuerwort für Ausrichtung	(en: align control word)
ASIC	anwendungsspezifische integrierte Schaltung	(en: application specific integrated circuit)
ATA	AT Attachment	(en: advanced technology attachment)
AVIM	Luftfahrt- Zwischenwartung	(en: aviation intermediate maintenance)
B_TYPE	Broadcast-Typ	(en: broadcast type)
BC	Broadcast-Kanal	(en: broadcast channel)
BER	Bitfehlerrate	(en: bit error rate)
CDR	Takt- und Datenrückgewinnung	(en: clock data recovery)
CML	Stromschaltlogik	(en: current mode logic)
COMMA	Komma K28.7	(en: comma K28.7)
CRC	zyklischer Redundanzcode	(en: cyclic redundancy code)
DC	Gleichstrom	(en: direct current)
D/K	Daten/Steuerung	(en: data/control)
DMA	Speicherdirektzugriff	(en: direct memory access)
EBF	Ende Broadcast-Rahmen	(en: end of broadcast frame)
EDF	Ende Datenrahmen	(en: end of data frame)
EEP	Fehlermeldung Paketende	(en: error end of packet)
EGSE	elektronische Bodendienstgeräte	(en: electronic ground support equipment)
EM	elektromagnetisch	(en: electro-magnetic)
EMI	elektromagnetische Störung	(en: electro-magnetic interference)
EOP	Paketende	(en: end of packet)
ER	Extinktionsverhältnis	(en: extinction ratio)
FCT	Datenflusssteuerungs-Token	(en: flow control token)
FDIR	Fehlererkennung, -isolierung und -behebung	(en: fault detection, isolation and recovery)
FIFO	der Reihe nach	(en: first-in first-out)

Abkürzung	Bedeutung	
FPGA	feldprogrammierbares Gatterfeld	(en: field programmable gate array)
FULL	Steuerwort für Voll	(en: full control word)
Gbit/s	Gigabits je Sekunde	(en: giga bits per second)
GND	Masse	(en: ground)
I2C	inter-integrierte Schaltung	(en: inter-integrated circuit)
IDLE	Steuerwort für Leer	(en: idle control word)
iINIT1	inverses Steuerwort 1 für Initialisierung	(en: inverse initialisation control word 1)
iINIT2	inverses Steuerwort 2 für Initialisierung	(en: inverse initialisation control word 2)
iLANES	inverses Verbindungskanalfeld	(en: inverse lane field)
iLLCW	inverses Steuerwort der Verbindungskanalschicht	(en: inverse Lane layer control word)
INIT1	Steuerwort 1 für Initialisierung	(en: initialisation control word 1)
INIT2	Steuerwort 2 für Initialisierung	(en: initialisation control word 2)
INIT3	Steuerwort 3 für Initialisierung	(en: initialisation control word 3)
ITU	Internationaler Telekommunikationsverband	(en: International Telecommunication Union)
LANE	Verbindungskanalfeld	(en: lane field)
LFSR	linear rückgekoppeltes Schieberegister	(en: linear feedback shift register)
LLCW	Steuerwort der Verbindungskanalschicht	(en: Lane layer control word)
LoS	Meldung Signalverlust	(en: loss of signal indication)
LOS	Signalverlust	(en: loss of signal)
LOST_SIGNAL	Steuerwort für verlorenes Signal	(en: lost signal control word)
LS	niedrigstwertig	(en: least-significant)
LSB	niedrigstwertiges Bit	(en: least-significant bit)
LVC MOS	komplementärer Niederspannungs-Metalloxid-Halbleiter	(en: low voltage complementary metal oxide semiconductor)
LVDS	differentielles Niederspannungssignal	(en: low voltage differential signalling)
LVPECL	positive emittergekoppelte Niederspannungslogik	(en: low voltage positive emitter coupled logic)
LVTTL	Niederspannungstransistor – Transistorlogik	(en: low voltage transistor – transistor logic)
MS	höchstwertig	(en: most-significant)
MT	mechanisch übertragbar	(en: mechanically transferable)
NACK	negative Quittung	(en: negative acknowledgement)
N-Char	normales Zeichen	(en: normal character)
NO SIG	Kein Signal	(en: NoSignal)
OM	Mehrmoden-Lichtwellenleiter	(en: optical multimode)
OMA	optische Modulationsamplitude	(en: optical modulation amplitude)

Abkürzung	Bedeutung	
OSI	Kommunikation offener Systeme	(en: Open Systems Interconnection)
PAD	Steuerwort für Auffüllen	(en: pad control word)
PCB	Leiterplatte	(en: printed circuit board)
PD	Fotoempfänger	(en: photo detector)
PIN	P-Halbleiter, Eigenhalbleiter, N-Halbleiter	(en: p-type semiconductor, intrinsic semiconductor, n-type semiconductor)
PLL	Phasenregelkreis	(en: phase locked loop)
PRBS	pseudozufällige Bitfolge	(en: pseudo-random bit sequence)
QoS	Dienstqualität	(en: quality of service)
RC	Widerstand – Kondensator	(en: resistor - capacitor)
RETRY	Steuerwort für Wiederholung	(en: retry control word)
RIN	relatives Intensitätsrauschen	(en: relative intensity noise)
RMAP	Protokoll für Speicherfernzugriff	(en: remote memory access protocol)
RX	Empfangen	(en: receive)
RX_EN	Empfangen aktiviert	(en: receive enable)
RXERR	Steuerwort zur Kennzeichnung eines Empfangsfehlers	(en: receive error control word)
SBF	Beginn des Broadcast-Rahmens	(en: start of broadcast frame)
SDF	Beginn des Datenrahmens	(en: start of data frame)
SEQ_NUM	Folgenummer	(en: sequence number)
SerDes	Parallel-Serien-Umsetzer/Serien-Parallel-Umsetzer	(en: serialiser-deserialiser)
SIF	Beginn des leeren Rahmens	(en: start of idle frame)
SKIP	Steuerwort für Überspringen	(en: skip control word)
SMA	Sub-Miniaturversion A	(en: sub-miniature version A)
STANDBY	Steuerwort für Bereitschaft	(en: standby control word)
STATUS	Statusfeld	(en: status field)
TX	Senden	(en: transmit)
TX_EN	Senden aktiviert	(en: transmit enable)
UI	Einheitsintervall	(en: unit interval)
UML	vereinheitlichte Modellierungssprache	(en: universal modelling language)
VC	virtueller Kanal	(en: virtual channel)
VCB	Speicher des virtuelles Kanals	(en: virtual channel buffer)
VCSEL	vertikaler Oberflächenemitter	(en: vertical cavity surface emitting laser)
V_{DIFF}	Potentialdifferenz	(en: voltage differential)
V_{DIFF-PK}	Spitzenwert der Potentialdifferenz	(en: voltage differential peak)
V_{DIFF-PK-PK}	Spitze-Spitze-Wert der Potentialdifferenz	(en: voltage differential peak to peak)

Abkürzung	Bedeutung	
VML	Spannungsschaltlogik	(en: voltage mode logic)
VN	virtuelles Netzwerk	(en: virtual network)
XOR	exklusives ODER	(en: exclusive OR)

3.4 Konventionen

3.4.1 Zahlen

In diesem Dokument werden Hexadezimalzahlen mit dem Präfix 0× versehen, z. B. 0×34 und 0×DF15.

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

Dezimalzahlen haben kein Präfix.

Als Dezimalpunkt wird ein Komma verwendet.

3.4.2 Multiplikation

Als Multiplikationszeichen wird das Symbol „×“ verwendet, z. B. bedeutet N×64 „N mal 64“.

3.4.3 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.

3.4.4 Reihenfolge der Sendung von Bits in Symbolen

Die Bits eines 10-Bit-Symbols werden mit dem niedrigstwertigen Bit zuerst gesendet.

Die vier Symbole eines Symbolworts werden mit dem niedrigstwertigen Symbol 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.

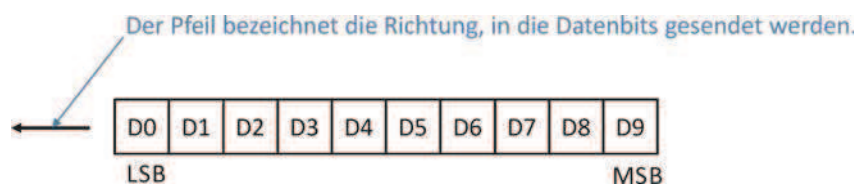


Bild 3-1 — Konvention für das erste zu sendende Bit

3.4.5 Grafische Darstellung von Paketen

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



Bild 3-2 — Grafische Darstellung von Paketen

3.4.6 Darstellung von Zustandsdiagrammen

Mit Zustandsdiagrammen wird das Verhalten verschiedener Teile des SpaceFibre-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.

Eine Bedingung in einem Zustand bezieht sich nur auf diesen Zustand, sofern es nicht eine besondere gegenteilige Aussage gibt. Zum Beispiel bedeutet die Bedingung „Wenn drei INIT3-Steuerwörter empfangen werden“, die in einem bestimmten Zustand angegeben wird, dass in diesem Zustand drei INIT3-Steuerwörter empfangen werden.

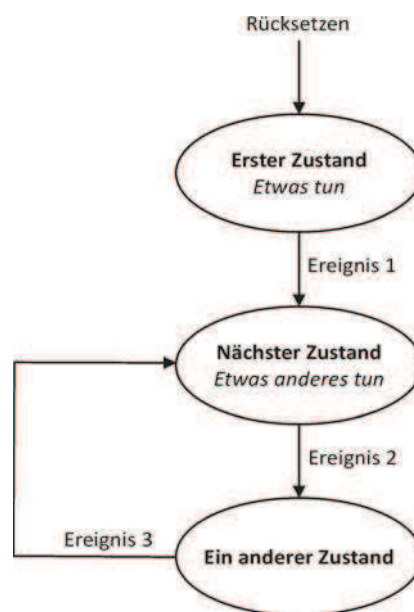


Bild 3-3 — Form des Zustandsdiagramms

3.4.7 Darstellung von UML-Diagrammen

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

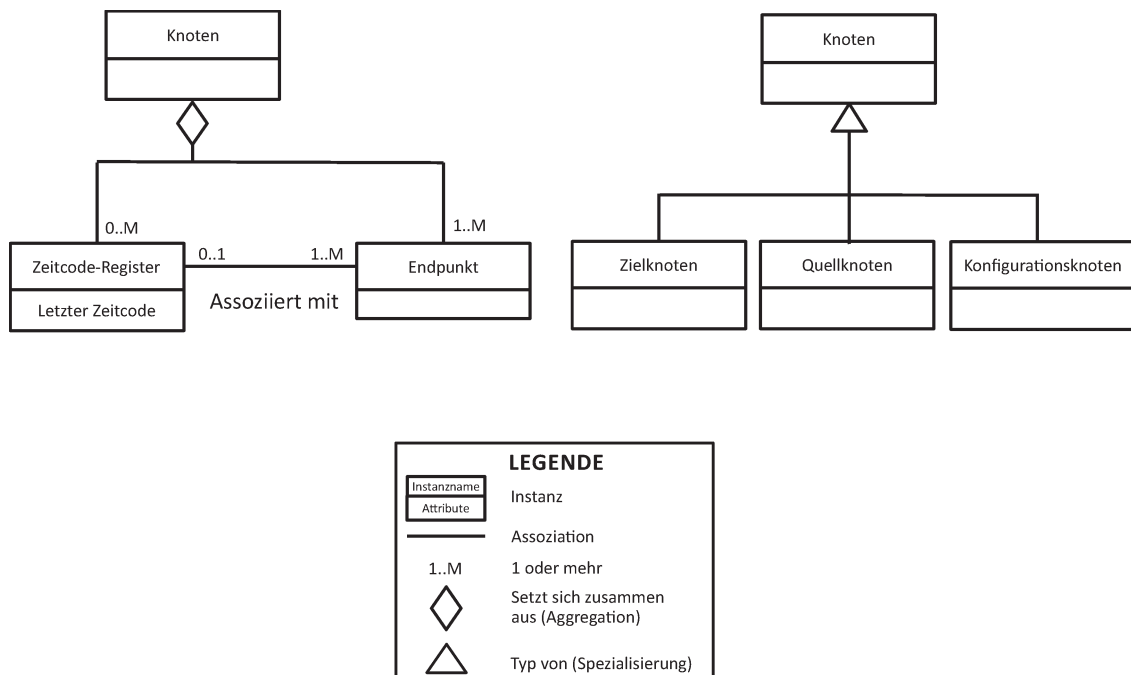


Bild 3-4 — UML-Darstellung

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 null 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 Verallgemeinerung dar (in die Richtung gelesen, in die das Dreieck zeigt) und in der anderen Richtung eine Spezialisierung. 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 Namen zu erhalten. In Bild 3-4 ist somit jeder Endpunkt mit Null oder mehreren Zeitcode-Registern assoziiert und jedes Zeitcode-Register ist mit 1 oder mehreren Endpunkten assoziiert.

3.4.8 D/K-Notation für 8B/10B-Zeichen

Das 8B/10B-Codierungsschema verwendet einen bestimmten Typ der Notation zur Beschreibung von Daten- und Steuerzeichen. Ein Datenzeichen hat das Format D/xx.y mit xx als Dezimaldarstellung der niedrigstwertigen fünf Bits des gesendeten Datenbytes und y als Dezimaldarstellung der höchstwertigen drei Bits des gesendeten Datenbytes. In gleicher Weise wird ein Steuerzeichen mit K/xx.y dargestellt. Das wird in Bild 3-5 zusammen mit zwei Beispielen veranschaulicht.

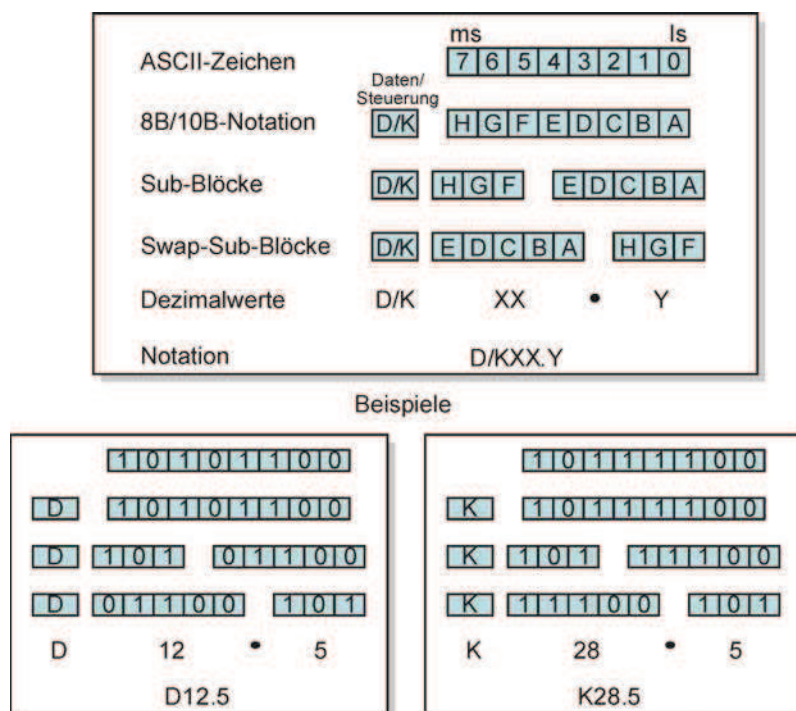


Bild 3-5 — D/K-Notation für 8B/10B-Zeichen

English version

Space engineering - SpaceFibre - Very high-speed serial link

Ingénierie spatiale - SpaceFibre - Liaison série très haut débit

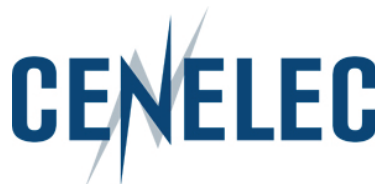
Raumfahrttechnik - SpaceFibre - Teil 50-11: Sehr schnelle serielle Schnittstelle

This European Standard was approved by CEN on 3 May 2020.

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

Table of contents

European Foreword	9
1 Scope	10
2 Normative references	11
3 Terms, definitions and abbreviated terms	13
3.1 Terms defined in other standards	13
3.2 Terms specific to the present standard	13
3.3 Abbreviated terms	26
3.4 Conventions	29
3.4.1 Numbers	29
3.4.2 Multiplication	29
3.4.3 Differential signals	29
3.4.4 Order of sending bits in symbols	29
3.4.5 Graphical representation of packets	30
3.4.6 State diagram notation	30
3.4.7 UML diagram notation	31
3.4.8 D/K notation for 8B/10B characters	32
3.5 Nomenclature	32
4 Principles	34
4.1 SpaceFibre purpose	34
4.2 SpaceFibre overview	35
5 Requirements	37
5.1 Overview	37
5.2 Protocol stack and interface architecture	37
5.2.1 General	37
5.2.2 Network layer	39
5.2.3 Data Link layer	39
5.2.4 Multi-Lane layer	40
5.2.5 Lane layer	40
5.2.6 Physical layer	41

5.2.7	Management Information Base	41
5.3	Formats	41
5.3.1	Control words and encoding/decoding	41
5.3.2	8B/10B encode/decode	42
5.3.3	Lane control words	44
5.3.4	Multi-Lane control words	51
5.3.5	Data Link control words	53
5.3.6	Receive error indication control word (RXERR)	62
5.3.7	Characters	63
5.3.8	Frames	66
5.3.9	Packets	70
5.3.10	Control word and frame precedence	70
5.3.11	K-code summary	73
5.3.12	Control word symbol summary	73
5.4	Physical layer	74
5.4.1	Physical layer responsibilities	74
5.4.2	Serialisation	75
5.4.3	Electrical physical layer	77
5.4.4	Electrical medium	88
5.4.5	Fibre optic physical layer	97
5.4.6	Fibre optic medium	103
5.5	Lane layer	112
5.5.1	Lane layer responsibilities	112
5.5.2	Lane initialisation and standby management	114
5.5.3	Data signalling rate compensation	126
5.5.4	IDLE words	126
5.5.5	Parallel loopback	127
5.5.6	Symbol synchronisation	127
5.5.7	Word synchronisation	127
5.5.8	Receive synchronisation state machine	129
5.6	Multi-Lane layer	131
5.6.1	Multi-Lane layer responsibilities	131
5.6.2	Multi-Lane link	132
5.6.3	Multi-Lane bypass	133
5.6.4	Multi-Lane distribution	133
5.6.5	Multi-Lane concentration	137
5.6.6	Lane Alignment	137

5.6.7	Alignment state diagram	141
5.6.8	Asymmetric links	144
5.6.9	Initialisation of unidirectional lanes	145
5.6.10	Hot redundant lanes	146
5.7	Data Link layer.....	149
5.7.1	Data Link layer responsibilities	149
5.7.2	Virtual channels	151
5.7.3	Flow control.....	153
5.7.4	Medium access controller.....	155
5.7.5	Broadcast flow control.....	163
5.7.6	Framing.....	164
5.7.7	Error recovery	177
5.7.8	Data word identification state machine	184
5.7.9	Link Reset state machine	189
5.7.10	Link reset	192
5.8	Network layer.....	194
5.8.1	Network layer responsibilities	194
5.8.2	SpaceFibre network	195
5.8.3	Virtual networks	196
5.8.4	Links	199
5.8.5	Packet format.....	199
5.8.6	Sending a packet	200
5.8.7	Receiving a packet.....	200
5.8.8	Routing switch.....	201
5.8.9	Packet addressing.....	207
5.8.10	Group adaptive routing.....	209
5.8.11	Packet multicast.....	209
5.8.12	Broadcast messages.....	210
5.8.13	SpaceFibre nodes	212
5.8.14	SpaceFibre units	213
5.9	Management Information Base	214
5.9.1	Management Information Base responsibilities	214
5.9.2	Network management	214
5.9.3	Configuration parameters.....	215
5.9.4	Status parameters.....	219
6	Service interfaces	221
6.1	Overview	221

6.2	Network layer service interface	221
6.2.1	Network layer services	221
6.2.2	Packet Transfer service	221
6.2.3	Broadcast message service	223
6.3	Data Link layer service interface	224
6.3.1	Data Link layer services	224
6.3.2	Virtual Channel service	224
6.3.3	Broadcast message service	225
6.3.4	Schedule synchronisation service	226
6.4	Physical layer service interfaces	227
6.4.1	Physical layer services	227
6.4.2	Transfer symbols service	227
6.4.3	Control service	228
6.5	Management Information Base service interface	230
6.5.1	Management Information Base services	230
6.5.2	Link Management service	230
Bibliography.....		232

Figures

Figure 3-1: Convention for first bit to be sent	29
Figure 3-2: Graphical packet notation	30
Figure 3-3: State diagram style	30
Figure 3-4: UML notation	31
Figure 3-5: D/K notation for 8B/10B characters	32
Figure 4-1: Overview of SpaceFibre protocol stack	35
Figure 5-1: SpaceFibre protocol stack - single-lane	38
Figure 5-2: SpaceFibre protocol stack - multi-lane	39
Figure 5-3: Fills at the end of packets	65
Figure 5-4: Fills at the start and end of a packet	66
Figure 5-5: Data frame format for a single lane	66
Figure 5-6: Idle frame format	67
Figure 5-7: Broadcast frame format	68
Figure 5-8: Interfaces to the Physical layer	75
Figure 5-9: One direction of electrical Physical layer, showing series capacitors, discharge resistors, and different grounds	77
Figure 5-10: Serial output signals	79
Figure 5-11: Serial output test circuit	80

Figure 5-12: Serial eye pattern mask.....	80
Figure 5-13: Serial input signals	86
Figure 5-14: Type-A electrical flight cable assembly	89
Figure 5-15: Type-A electrical flight connector saver	90
Figure 5-16: Type-C electrical EGSE cable assembly	93
Figure 5-17: Type-C electrical EGSE to flight adaptor cable assembly	94
Figure 5-18: One direction of fibre optic Physical layer, showing fibre optic transmitter, receiver, connectors and cable.....	97
Figure 5-19: One direction of active optical cable type of fibre optic Physical layer.....	97
Figure 5-20: Electro-optical eye pattern for 1 Gbit/s to 5 Gbit/s transmitters	99
Figure 5-21: Electro-optical eye pattern for 1 Gbit/s to 10 Gbit/s transmitters	100
Figure 5-22: SpaceFibre lane comprising two Type-A fibre optic flight cable assemblies, one for each direction.....	105
Figure 5-23: Type-B fibre optic flight cable assembly with one lane.....	107
Figure 5-24: Type-B fibre optic flight cable assembly with several lanes	108
Figure 5-25: Type-B fibre optic flight cable assembly for an asymmetric link	108
Figure 5-26: Type-C flight active optical cable assembly	111
Figure 5-27: Interfaces to the Lane layer for a single lane link	113
Figure 5-28: Interfaces to the Lane layer for a multi-lane link.....	114
Figure 5-29: Lane initialisation state machine.....	115
Figure 5-30: Receive synchronisation state machine.....	129
Figure 5-31: Interfaces to Multi-Lane layer	132
Figure 5-32: Multi-Lane link with different number of lanes at each end	133
Figure 5-33: Words forming a row across a multi-lane link	134
Figure 5-34: Spreading data across a multi-lane link	135
Figure 5-35: PAD control words in a multi-lane link	135
Figure 5-36: Row alignment across a multi-lane link.....	140
Figure 5-37: Alignment state machine	141
Figure 5-38: Multi-Lane link incorporating some unidirectional lanes	144
Figure 5-39: Interfaces to the Data Link layer for a single lane link.....	150
Figure 5-40: Interfaces to the Data Link layer for a multi-lane link	150
Figure 5-41: Scrambler / de-scrambler	165
Figure 5-42: Example of scrambling of a short data frame.....	166
Figure 5-43: Effect of scrambling on an idle frame.....	167
Figure 5-44: Examples of CRC calculation for a short data frame	172
Figure 5-45: Illustration of bit ordering during 16-bit CRC calculation	172
Figure 5-46: Examples of CRC calculation for a broadcast frame and FCT	175
Figure 5-47: Illustration of bit ordering during 8-bit CRC calculation	176

Figure 5-48: Receive Error state machine	182
Figure 5-49: Data Word Identification state machine	185
Figure 5-50: Link Reset state machine	190
Figure 5-51: Interfaces to the Network layer	194
Figure 5-52: Components of a SpaceFibre network.....	195
Figure 5-53: Relationships of a SpaceFibre virtual network	197
Figure 5-54: SpaceFibre packet format	199
Figure 5-55: Components of a SpaceFibre routing switch	202
Figure 5-56: Components and specialisations of a SpaceFibre node	212
Figure 5-57: Components and specialisations of a SpaceFibre unit	214

Tables

Table 5-1: 5B/6B encoding	43
Table 5-2: 3B/4B encoding	44
Table 5-3: Lane control words	44
Table 5-4: Multi-Lane control words.....	51
Table 5-5: Data framing control words.....	53
Table 5-6: Flow control word	58
Table 5-7: Error recovery control words.....	60
Table 5-8: Receive error indication control word.....	63
Table 5-9: SpaceFibre N-Char Symbols	64
Table 5-10: Fill control character symbol	64
Table 5-11: Meaning of K-codes.....	73
Table 5-12: Meaning of control word symbols	73
Table 5-13: Serial output interface.....	77
Table 5-14: Serial eye pattern mask intervals 1 Gbit/s to 3,125 Gbit/s.....	81
Table 5-15: Serial eye pattern mask intervals above 3,125 Gbit/s to 6,25 Gbit/s	81
Table 5-16: Coefficient α for different values of BER	82
Table 5-17: Driver and receiver characteristics 1 Gbit/s to 3,125 Gbit/s.....	83
Table 5-18: Driver and receiver characteristics above 3,125 Gbit/s to 6,25 Gbit/s	84
Table 5-19: Serial input interface	85
Table 5-20: Type-A electrical flight cable assembly connector contact terminations	89
Table 5-21: Type-A electrical flight connector saver connector contact terminations	89
Table 5-22: Type-B electrical flight cable assembly connector contact terminations	92
Table 5-23: Type-C electrical EGSE cable assembly connector contact terminations	93
Table 5-24: Type-C electrical EGSE to flight adaptor cable assembly connector contact terminations	94
Table 5-25: Type-D electrical EGSE cable assembly connector contact terminations	96

Table 5-26: Electro-optical characteristics for 1 Gbit/s to 5 Gbit/s transmitters	100
Table 5-27: Electro-optical characteristics for 1 Gbit/s to 10 Gbit/s transmitters	101
Table 5-28: Electro-optical characteristics for 1 Gbit/s to 5 Gbit/s receivers.....	102
Table 5-29: Electro-optical characteristics for 1 Gbit/s to 10 Gbit/s receivers.....	103
Table 5-30: Connection of SpaceFibre lane using Type-A flight fibre optic cable assemblies	105
Table 5-31: Type-B flight fibre optic cable assembly connector contact terminations for each SpaceFibre lane	107
Table 5-32: Type-C flight active optical cable connector terminations for each SpaceFibre lane	109
Table 5-33: Type-C flight active optical cable assembly connector contact terminations for each SpaceFibre lane	110
Table 5-34: Precedence for different qualities of service	158
Table 5-35: Routing switch addresses	204
Table 5-36: SpaceFibre configuration parameters	216
Table 5-37: SpaceFibre status parameters.....	219

European Foreword

This document (EN 16603-50-11:2020) has been prepared by Technical Committee CEN-CENELEC/TC 5 "Space", the secretariat of which is held by DIN.

This document (EN 16603-50-11:2020) originates from ECSS-E-ST-50-11C.

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 March 2021, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 2021.

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.

1

Scope

SpaceFibre is a very high-speed serial link and network technology, designed specifically for use on board spacecraft. SpaceFibre is able to operate over fibre-optic and electrical cable and supports data rates of up to 5 Gbit/s (6,25 Gbit/s data signalling rate). It complements the capabilities of the widely used SpaceWire on-board networking standard: improving the data rate by a factor of 10, reducing the cable mass and providing galvanic isolation. Multi-laning improves the data rate further to well over 20 Gbit/s.

SpaceFibre provides a coherent quality of service mechanism able to support bandwidth reserved, scheduled and priority-based qualities of service. It substantially improves the fault detection, isolation and recovery (FDIR) capability compared to SpaceWire.

SpaceFibre aims to support high data-rate payloads, for example synthetic aperture radar and hyper-spectral optical instruments. It provides robust, long distance communications for launcher applications and supports avionics applications with deterministic delivery constraints through the use of virtual channels. SpaceFibre enables a common on-board infrastructure to be used across many different mission applications resulting in cost reduction and design reusability. SpaceFibre uses a packet format which is the same as SpaceWire enabling simple connection between existing SpaceWire equipment and high-speed SpaceFibre links and networks. Applications developed for SpaceWire can be readily transferred to SpaceFibre.

The SpaceFibre standard specifies the interfaces to the user application and to the physical medium. Intermediate interfaces between protocol layers are also specified. The functions that a SpaceFibre interface has to implement are specified. Connector and cable characteristics for SpaceFibre optical and copper implementations are also specified.

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

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 16603-50-52	ECSS-E-ST-50-52	Space engineering - SpaceWire – Remote memory access protocol
EN 16602-70-02	ECSS-Q-ST-70-02	Space product assurance - Thermal vacuum outgassing test for the screening of space materials
EN 16602-70-21	ECSS-Q-ST-70-21	Space product assurance - Flammability testing for the screening of space materials
EN 16602-70-29	ECSS-Q-ST-70-29	Space product assurance - Determination of offgassing products from materials and assembled articles to be used in a manned space vehicle crew compartment
	ESCC 2263420:2017	Evaluation Test programme for optical fibre cable assemblies, ESCC Basic Specification, issue 1, June 2017
	ESCC 3401/090:2018	High Data Rate Connectors Savers, Plugs based on type AxoMach, ESCC Detail Specification, issue 1, 2018
	ESCC 3409:2018	High Data Rate Cable Assemblies, ESCC Generic Specification, issue 1, 2018
	ESCC 3409/001:2018	High Data Rate Harnesses based on type AxoMach, ESCC Detail Specification, issue 1, 2018
	ESCC 3420:2017	Optical Fibre Cable Assemblies with Single Fibre Ferrules, ESCC Generic Specification, issue 1, June 2017
	ESCC 3420/001:2017	Optical Fibre Cable Assemblies with Single Fibre Ferrules, ESCC Detail Specification, issue 1, June 2017

EN reference	Reference in text	Title
	IEC 60793-2-10:2015	Optical fibres - Part 2-10: Product specifications - Sectional specification for category A1 multimode fibres, IEC, 2015
	IEC 61754-5:2005	Fibre optic connector interfaces - Part 5: Type MT connector family, IEC, 2005
	IEC 61755-3-31:2015	Fibre optic interconnecting devices and passive components - Connector optical interfaces - Part 3-31: Connector parameters of non-dispersion shifted single mode physically contacting fibres - Angled polyphenylene sulphide rectangular ferrules
	IEC 61755-3-32:2015	Fibre optic interconnecting devices and passive components - Connector optical interfaces - Part 3-32: Connector parameters of non-dispersion shifted single mode physically contacting fibres - Angled thermoset epoxy rectangular ferrules
	IEEE 802.3:2012	IEEE Standard for Ethernet, IEEE Standards Association, 28 December 2012
	MIL-PRF-49291, Revision D, Amendment 1, 20 November 2014	Performance Specification, Fiber, Optical, (Metric) General Specification
	Serial ATA Revision 3.0:2009	Serial ATA Revision 3.0, clause 6.6.1, Serial ATA International Organization, June 2, 2009, Gold Revision

Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms defined in other standards

- a. 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

3.2.1 active lane

unidirectional lane or **bi-directional lane** which is in the Active state

3.2.2 asymmetric link

multi-lane link that includes one or more **unidirectional lanes**

3.2.3 available bandwidth

number of **data words** or **control words** sent since the **bandwidth credit** was last updated

3.2.4 bandwidth credit

amount of **link bandwidth** that a **virtual channel** has accumulated

3.2.5 bandwidth credit limit

maximum amount of positive or negative **bandwidth credit** that a **virtual channel** is allowed to accumulate

3.2.6 bandwidth utilisation

measure of how much bandwidth allocated to a **virtual channel** has been used recently, allowing for loss of measured use of bandwidth when either the positive or negative **bandwidth credit limit** is reached

3.2.7 bi-directional lane

active lane or **inactive lane** which has the TX_EN and RX_EN configuration bits asserted at both ends of the **link**, so that when active it can send information in both directions of the **link**

3.2.8 bit error rate

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

3.2.9 bit interval

duration of a bit travelling over a serial interface

3.2.10 broadcast frame

broadcast message which has been encapsulated using an SBF at the front of the **broadcast message** and an EBF at the end of the **broadcast message**

3.2.11 broadcast message

eight bytes of application data sent to every **node** on the **network**, along with an eight-bit broadcast type, which determines the meaning of the application data

3.2.12 byte

eight bits

3.2.13 cargo

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

3.2.14 character

data character or **control character**

3.2.15 coding

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

3.2.16 comma

K28.5 or K28.7 **control symbol**

3.2.17 configuration port

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

3.2.18 configuration node

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

3.2.19 continuous mode

mode of **virtual channel** operation which ignores flow control so that data can always be accepted from the Network layer but if the **virtual channel** buffer is full that data will be discarded

3.2.20 control character

character containing 8-bits of control information

3.2.21 control symbol

K-symbol

3.2.22 control word

word used for control of the SpaceFibre protocol comprising a **comma**, or the K-code of an EBF, EDF, FCT or RXERR, followed by three **data characters** or **Fills**

3.2.23 current running disparity

accumulated disparity of a bit stream from when it started to the present moment in time

3.2.24 data character

character containing 8-bits of data information

3.2.25 data frame

segment of **N-Chars** and **Fills** from one or more packets which have been encapsulated using an SDF, for each lane, at the front of the segment and an EDF, for each lane, at the end of that segment

3.2.26 Data Link layer

protocol layer which is responsible for transferring **packets** and **broadcast messages** over the **link**, for the quality of service over the **link**, and for recovery from errors on the **link**

3.2.27 Data Link layer control word

ACK, NACK, FULL, RETRY, SDF, EDF, SBF, EBF, SIF, or FCT **control word**

3.2.28 data rate

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

3.2.29 data-receiving lane

active, receive enabled **lane**, which is connected to a **data-sending lane** so that it can receive **Data Link layer words**

NOTE Receive enabled lane means RX_EN asserted at the near-end of the **link**.

3.2.30 data segment

group of up to $N \times 64$ sequential **data words** from one or more **packets**, where N is an integer less than or equal to the "maximum number of data-sending lanes" parameter

NOTE The term "segment" is synonymous.

3.2.31 data-sending lane

active, transmit enabled **lane** which when provided with **Data Link layer words**, sends them to the **data-receiving lane** at the far-end of the **link**

NOTE Transmit enabled lane means TX_EN asserted at the near-end of the **link**.

3.2.32 data signalling rate

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

3.2.33 data symbol

D-symbol

3.2.34 data word

word of data comprising four SpaceFibre **N-Chars** or **Fill** characters

3.2.35 decoding

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

3.2.36 device

node or routing switch

3.2.37 de-serialisation

transformation of a serial bit stream into parallel data

3.2.38 deserialiser

circuit that converts a sequence of bits from a serial bit stream into parallel data

3.2.39 destination

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

3.2.40 destination address

route to be taken by a **packet** in moving from **source** to **destination** or an identifier specifying the **destination**

3.2.41 destination node

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

3.2.42 disparity

number of ones in a bit stream minus the number of zeros in that bit stream

3.2.43 driver

electronic circuit that transmits signals across a particular **transmission medium**

3.2.44 D-code

9-bit representation of an 8-bit **data character** which is transmitted using 8B/10B encoding comprising a **D/K flag**, which is set to zero, and the 8-bit **data character**

3.2.45 D-symbol

10-bit **symbol** formed by 8B/10B encoding of a **D-code**

3.2.46 D/K flag

1-bit flag forming part of a **D-code** or **K-code**, which when set to zero indicates the code is a **D-code** or when set to one, is a **K-code**

3.2.47 end of packet marker (EOP)

N-Char which indicates the end of a **packet**

3.2.48 end-point

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

3.2.49 error end of packet marker (EEP)

N-Char which indicates the end of a **packet** in which an error has occurred

3.2.50 FarEndActive

indication that the far-end of a lane is in the Active state, the indication being sent in an ACTIVE control word over any **lane** forming part of a **multi-lane link**

3.2.51 Fill

character used in a PAD control word or used for word alignment which can occur in a **data frame** between the end of one packet and the beginning of the next one, or after reset, before the beginning of the first packet

3.2.52 flow control token (FCT)

control word used to manage the flow of data across a **link** and which is exchanged for $M \times 64$ data words, where M is an integer in the range 1 to 8

3.2.53 frame

data frame, **broadcast frame** or **idle frame**

3.2.54 header deletion

removal of the leading **data character** of a **packet** by a **routing switch** after it has been used to determine the **output port** that the **packet** is forwarded to and before the **packet** is switched to that **output port**, that **leading data character** being replaced by a **Fill**

3.2.55 host interface

interface to a **host system**

3.2.56 host system

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

3.2.57 hot redundant lane

active, transmit enabled **lane**, which is not a **data-sending lane** and which is ready to replace a failed **data-sending lane**

NOTE Transmit enabled lane means TX_EN asserted at the near-end of the **link**.

3.2.58 idle frame

frame of pseudo-random data which is sent when there are no **data frames** or **broadcast frames** to be sent

3.2.59 inactive lane

unidirectional lane or bi-directional lane which is NOT in the Active state

3.2.60 Initialisation comma

K28.5 control symbol

3.2.61 input port

receive side of a **port**

3.2.62 invalid symbol

symbol that does not occur in the 8B/10B decoding table

NOTE That is not a valid **symbol** for a **D-code** or **K-code**.

3.2.63 jitter

deviation from true periodicity of a nominally periodic signal

3.2.64 K-code

9-bit representation of an 8-bit **control character** which is transmitted using 8B/10B encoding comprising a **D/K flag**, which is set to one, and an 8-bit **control character** set to one of 12 possible valid values

3.2.65 K-symbol

10-bit **symbol** formed by 8B/10B encoding of a **K-code**

3.2.66 lane

SpaceFibre physical connection between two **devices**

3.2.67 Lane layer control word

SKIP, IDLE, INIT1, iINIT1, INIT2, iINIT2, INIT3, STANDBY or LOST_SIGNAL **control word**

3.2.68 LaneReset

reset of the Lane layer of a SpaceFibre **link**, without resetting the Data Link layer

3.2.69 LaneStart

management parameter set by hardware or software which when asserted causes the SpaceFibre **lane** to start initialisation by sending INIT1s

3.2.70 leading data character

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

3.2.71 line

medium between a **driver** and a **receiver**

3.2.72 line driver

electronic circuit that drives signals across a particular **transmission medium**

3.2.73 line receiver

electronic circuit that receives signals sent across a particular **transmission medium**

3.2.74 link

bi-directional connection between two **ports**, that incorporates one or more **lanes**, used to transfer **packets** and **broadcast messages** between the two **ports**

3.2.75 link bandwidth

number of **data words** and **control words** that can be sent over a SpaceFibre **link** in one second

3.2.76 link reset

reset of the Data Link and lower layers of a SpaceFibre **link**

3.2.77 logical address

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

3.2.78 management parameter

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

3.2.79 Multi-Lane layer control word

ACTIVE or ALIGN **control word**

3.2.80 multi-lane link

link comprising two or more **lanes**

3.2.81 N-Char

SpaceFibre **data character**, EOP or EEP

3.2.82 negative bandwidth credit limit

minimum value of **bandwidth credit** that a **virtual channel** is allowed to drop to

3.2.83 negative disparity

more zeros than ones in a bit stream

3.2.84 network

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

3.2.85 network manager

node that configures, controls and monitors the status of the SpaceFibre **network**

3.2.86 neutral disparity

same number of ones and zeros in a bit stream

3.2.87 node

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

3.2.88 normalised expected bandwidth

link bandwidth that a **virtual channel** is expected to use as a proportion of the overall **link bandwidth**

3.2.89 NoSignal

signal indicating that the input at the receiver is below the level needed for correct operation

3.2.90 output port

transmit side of a **port**

3.2.91 packet

sequence of N-Chars comprising a **destination address**, **cargo** and an **end of packet marker**

3.2.92 PAD

control word, comprising a K28.7 **comma** followed by three **Fills**, used in a **multi-lane link** for padding unused **words** in a **row**

3.2.93 parallel interface

interface which transfers several bits simultaneously

3.2.94 path address

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

3.2.95 permanent error

error on a **lane** that cannot be recovered

3.2.96 persistent error

error on a **lane** that can be recovered only by re-initialising the faulty **lane** and resending the data

3.2.97 Physical layer

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

3.2.98 point to point link

link connecting two **nodes**

3.2.99 port

SpaceFibre interface or parallel interface comprising an **input port** and an **output port**

3.2.100 port of arrival

port on which a **packet** or **broadcast message** arrives

3.2.101 positive bandwidth credit limit

maximum value of **bandwidth credit** that a **virtual channel** is allowed to reach

3.2.102 positive disparity

more ones than zeros in a bit stream

3.2.103 previous port of arrival

port on which a **broadcast message** arrived before the current **broadcast message** arrived in the same **broadcast channel**

3.2.104 priority precedence

static precedence value of a **virtual channel** derived from the setting of the priority quality of service **management parameter** for that **virtual channel**

3.2.105 ready virtual channel

virtual channel with data ready to send and space in the input **virtual channel** buffer at the far-end of the **link**

3.2.106 receive error indication control word

control word, RXERR, generated by the Lane layer when it detects an error in the information received over the SpaceFibre **link** and passed to the Data Link layer to indicate that an error has occurred

3.2.107 receive only lane

active lane or **inactive lane** which has the TX_EN configuration bit de-asserted and the RX_EN bit asserted at the near-end of the **link**, thus forming the receive end of a **unidirectional lane**

3.2.108 receiver

receiving end of a SpaceFibre **lane** or **link**

3.2.109 receiving row

set of words that is received in parallel from all data-receiving lanes at approximately the same time, i.e. within the time it takes to receive one **word** by one **lane**, which is the bit period times 40

3.2.110 reserved bandwidth

portion of **link bandwidth** that is set aside for use by a specific **virtual channel**

3.2.111 reset

power on reset, other hardware reset or software commanded reset

3.2.112 return loss

$10\log_{10}(P_i/P_r) = -10\log_{10}(P_r/P_i) = -20 \log_{10}(V_r/V_i)$ where P_i is the incident power, P_r is the reflected power, V_i the incident voltage and V_r the reflected voltage, and which has a positive value when the reflected signal is less than the incident signal

3.2.113 router

see “**routing switch**”

3.2.114 routing switch

device comprising several **SpaceFibre ports** and a **switch matrix** that switches **packets** arriving on one **port** out of another **port** according to the **destination address** of the **packet** and the contents of a **routing table**, that validates and broadcasts **broadcast messages** out of all of the **ports** except the one on which the **broadcast message** arrived, and which includes a **configuration port** for configuring the **ports** and the **routing switch** itself

NOTE The term “router” is synonymous.

3.2.115 routing table

table in a **routing switch** that is used to look-up the **output port** for sending a **packet** through, using the **leading data character** of the **packet** as an index into that table

3.2.116 row

sending row or receiving row

3.2.117 schedule

list of **time-slots** during which a **virtual channel** is permitted to send **data frames**

3.2.118 segment

see “**data segment**”

3.2.119 sending row

set of **words** that is sent in parallel by all **data-sending lanes** at approximately the same time,

NOTE The same time means within the time it takes to transmit one **word**

3.2.120 serialisation

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

3.2.121 serialiser

circuit that converts parallel data into a sequence of bits in a serial bit stream

3.2.122 signal

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

3.2.123 skew

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

3.2.124 source

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

3.2.125 source node

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

3.2.126 SpaceFibre interface

interface able to send information across a SpaceFibre **link**, and receive information from that SpaceFibre **link**

3.2.127 SpaceFibre port

port which has a SpaceFibre interface

3.2.128 switch matrix

non-blocking switch that passes a **packet** arriving at an **input port** of a **routing switch** to the appropriate **output port**

3.2.129 symbol

D-symbol or K-symbol

3.2.130 symbol rate

rate at which **symbols** can be handled in the **transmitter** and **receiver**

3.2.131 symbol word

group of four consecutive **symbols** that when decoded forms a **data word** or **control word**

3.2.132 time-slot

identified interval of time used for scheduling the transmission of **data frames**

3.2.133 transient error

error on a **link** that can be recovered from by resending the data without re-initialising the **link**

3.2.134 transmission medium

medium over which data is transferred

NOTE For example screened twisted-pair wires

3.2.135 transmit only lane

active lane or **inactive lane** which has the TX_EN configuration bit asserted and the RX_EN configuration bit de-asserted at the near-end of the **link**, thus forming the transmit end of a **unidirectional lane**

3.2.136 transmitter

sending end of a SpaceFibre **lane** or **link**

3.2.137 transmitting lane

active lane or **inactive lane** which has the TX_EN configuration bit asserted at the near-end of the **link** and which can operate as a **data-sending lane** or **hot redundant lane**

3.2.138 unidirectional lane

lane that sends information in one direction only

3.2.139 unit

entity, which contains zero or more **nodes** and zero or more **routing switches** and which contains at least one **node** or one **routing switch**

NOTE Instrument processor and mass memory are examples of an entity.

3.2.140 unrecognised symbol

symbol that does not appear in the 8B/10B **symbol** table

3.2.141 used bandwidth

amount of data, sent by a particular **virtual channel** in the last **data frame**, which is zero for all **virtual channels** except the one that sent the last **data frame**

3.2.142 valid symbol

symbol that does not produce a **disparity** error and is found in the 8B/10B decoding table

3.2.143 virtual channel

independent channel that can carry information across a single link in parallel with other independent, information carrying channels

3.2.144 virtual network

logical network that runs in parallel with other logical networks over a single physical network

3.2.145 word

data word or control word

3.3 Abbreviated terms

The following abbreviations are defined and used within this standard:

Abbreviation	Meaning
8B/10B	8-bit/10-bit
AC	alternating current
ACK	acknowledgement
ACT_LS	active least significant
ACT_MS	active most significant
ACTIVE	active control word
ALIGN	align control word
ASIC	application specific integrated circuit
ATA	advance technology attachment
AVIM	aviation intermediate maintenance
B_TYPE	broadcast type
BC	broadcast channel
BER	bit error rate
CDR	clock data recovery
CML	current mode logic
COMMA	comma K28.7
CRC	cyclic redundancy code
DC	direct current
D/K	data/control
DMA	direct memory access
EBF	end of broadcast frame
EDF	end of data frame
EEP	error end of packet
EGSE	electronic ground support equipment
EM	electro-magnetic
EMI	electro-magnetic interference
EOP	end of packet
ER	extinction ratio
FCT	flow control token
FDIR	fault detection, isolation and recovery
FIFO	first in first out
FPGA	field programmable gate array
FULL	full control word
Gbit/s	giga bits per second
GND	ground

Abbreviation	Meaning
I2C	inter-integrated circuit
IDLE	idle control word
iINIT1	inverse initialisation control word 1
iINIT2	inverse initialisation control word 2
iLANES	inverse lane field
iLLCW	inverse Lane layer control word
INIT1	initialisation control word 1
INIT2	initialisation control word 2
INIT3	initialisation control word 3
ITU	International Telecommunication Union
LANE	lane field
LFSR	linear feedback shift register
LLCW	Lane layer control word
LoS	loss of signal indication
LOS	loss of signal
LOST_SIGNAL	lost signal control word
LS	least-significant
LSB	least-significant bit
LVC MOS	low voltage complementary metal oxide semiconductor
LVDS	low voltage differential signalling
LVPECL	low voltage positive emitter coupled logic
LVTTL	low voltage transistor – transistor logic
MS	most-significant
MT	mechanically transferable
NACK	negative acknowledgement
N-Char	normal character
NO SIG	NoSignal
OM	optical multimode
OMA	optical modulation amplitude
OSI	Open Systems Interconnection
PAD	pad control word
PCB	printed circuit board
PD	photo detector
PIN	p-type semiconductor, intrinsic semiconductor, n-type semiconductor
PLL	phase locked loop

Abbreviation	Meaning
PRBS	pseudo-random bit sequence
QoS	quality of service
RC	resistor - capacitor
RETRY	retry control word
RIN	relative intensity noise
RMAP	remote memory access protocol
RX	receive
RX_EN	receive enable
RXERR	receive error control word
SBF	start of broadcast frame
SDF	start of data frame
SEQ_NUM	sequence number
SerDes	serialiser-deserialiser
SIF	start of idle frame
SKIP	skip control word
SMA	sub-miniature version A
STANDBY	standby control word
STATUS	status field
TX	transmit
TX_EN	transmit enable
UI	unit interval
UML	universal modelling language
VC	virtual channel
VCB	virtual channel buffer
VCSEL	vertical cavity surface emitting laser
V _{DIFF}	voltage differential
V _{DIFF-PK}	voltage differential peak
V _{DIFF-PK-PK}	voltage differential peak to peak
VML	voltage mode logic
VN	virtual network
XOR	exclusive OR