

DIN EN 50090-5-2

ICS 97.120

Ersatz für
DIN EN 50090-5-2:2004-09
Siehe Anwendungsbeginn

**Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) –
Teil 5-2: Medien und medienabhängige Schichten –
Netzwerk basierend auf ESHG Klasse 1, Twisted Pair;
Englische Fassung EN 50090-5-2:2020**

Home and Building Electronic Systems (HBES) –
Part 5-2: Media and media dependent layers –
Network based on HBES Class 1, Twisted Pair;
English version EN 50090-5-2:2020

Systèmes électroniques pour les foyers domestiques et les bâtiments (HBES) –
Partie 5-2: Médias et couches dépendantes des médias –
Réseau fondé sur HBES Classe 1, Paire torsadée;
Version anglaise EN 50090-5-2:2020

Gesamtumfang 54 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2020-01-09 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2021-02-01.

Für DIN EN 50090-5-2:2004-09 besteht eine Übergangsfrist bis 2023-04-10.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 50090-5-2:2020-08.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 716 „Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG)“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

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

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

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Dieses Dokument enthält unter Berücksichtigung des DIN-Präsidialbeschlusses 1/2004 nur die Englische Fassung von EN 50090-5-2:2020.

Da sich die Benutzer der vorliegenden Norm der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die Englische Fassung der EN 50090-5-2 veröffentlicht. Zu deren Abschnitt 1, der den Anwendungsbereich festlegt und Abschnitt 3, der die Begriffe festlegt, wurde eine Übersetzung angefertigt und als informativer Nationaler Anhang NA der vorliegenden Norm hinzugefügt. Für die meisten der verwendeten Begriffe existieren keine gebräuchlichen deutschen Benennungen, da sich die deutschen Anwender in der Regel ebenfalls der englischen Benennungen bedienen. Diese Norm steht nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit Rechtsvorschriften und ist nicht als Sicherheitsnorm anzusehen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 50090-5-2:2004-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 2 wurde aktualisiert;
- b) die Begriffe im Abschnitt 3 zu Twisted Pair TP0 wurden entfernt;
- c) die im Abschnitt 4 festgelegten Anforderungen für den Typ TP0 wurden entfernt;
- d) verschiedene redaktionelle Verbesserungen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 50090-5-2: 2004-09

Nationaler Anhang NA (informativ)

Auszugsweise Übersetzung

Reihenfolge und Inhalt der folgenden Abschnitte sind identisch mit denen in den jeweiligen Abschnitten der Englischen Fassung.

Einleitung

Dem OSI-Modell zufolge setzen sich Bitübertragungsschichten aus dem Medium, dem Kabel, den Steckverbindern, der Übertragungstechnologie usw. zusammen, welche sich auf ihre Hardware-Anforderungen beziehen. In diesem Dokument wird jedoch der Status der Bitübertragungsschicht als „Kommunikationsmedium“ betont.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument definiert die verbindlichen und die optionalen Anforderungen an den medienspezifischen Teil der Bitübertragungs- und der Sicherungsschicht für ESHG Klasse 1, Twisted Pair TP1.

Die Schnittstellen- und allgemeinen Definitionen der Sicherungsschicht, die medienunabhängig sind, sind in EN 50090-4-2 angegeben.

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 50090-1 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

ESHG Klasse 1, Twisted Pair Typ 1

Bitübertragungsschicht-Spezifikation für die Daten- und Stromübertragung über eine einzelne Zweidrahtleitung (Twisted Pair), die eine asynchrone zeichenorientierte Datenübertragung in einer bidirektionalen Simplex-Kommunikationsbetriebsart mithilfe einer speziell ausbalancierten Basisband-Signalcodierung mit Kollisionsvermeidung unter SELV-Bedingungen ermöglicht

3.1.2

verteilte Stromversorgung

verteilte Speisung des Busses durch eine Reihe von an die Linie angeschlossenen Geräten (im Gegensatz zur zentralen Stromversorgung)

3.1.3

Logical Tag Extended für HEE

Verwendung des Telegramms L_Data_Extended für die erweiterte Gruppenadressierung

3.1.4

fernversorgte Geräte

RPD

(en: remote powered devices)

beziehen ihre Energie für den Anwendungskreis und die Bussteuerung nicht von dem Bus, sondern von einer unabhängigen Energiequelle, z. B. dem Stromnetz

Anmerkung 1 zum Begriff: Aufgrund des geringeren Gleichstromverbrauchs von RPD benötigt eine mit solchen Geräten ausgestattete Buslinie weniger Strom von der installierten Stromversorgungseinheit (PSU). Durch Anschließen der Bussteuerung und der Anwendung an das gleiche elektrische Potential sinkt der Aufwand der galvanischen Trennung bei RPD.

3.1.5

TP1-Bereichskoppler

mit 15 können bis zu 16 Bereiche an ein voll ausgebautes TP1-Netzwerk gekoppelt werden

3.1.6

TP1-Bereichsline

die Hauptlinie des inneren Bereichs wird als "Bereichsline" bezeichnet

3.1.7

TP1-Brücke

vier physische TP1-64-Segmente können mit Brücken zu einer Linie kombiniert werden

Anmerkung 1 zum Begriff: An eine solche Linie können dann 256 Geräte angeschlossen werden.

3.1.8

TP1-Linie

besteht aus maximal 256 Geräten, die entweder, im Falle von TP1-256, direkt angeschlossen sind oder, im Falle von TP1-64, auf vier physische Segmente mit jeweils 64 Geräten aufgeteilt sind

3.1.9

TP1-Linienkoppler

Router, die Linien zu einem Bereich kombinieren

3.1.10

logische TP1-Einheit

wandelt seriellen Bitstrom in Oktette und Oktette in seriellen Bitstrom, d. h. einen seriellen Zeichenstrom, um

3.1.11

TP1-Mediumanschlusseinheit

wandelt Informationssignale in analoge Signale und analoge Signale in Informationssignale um, nimmt üblicherweise Gleichstrom vom Medium auf

3.1.12

TP1-Hauptlinie

innere Linie eines Bereichs

3.1.13

physisches TP1-Segment

kleinste Einheit in der TP1-Topologie

Anmerkung 1 zum Begriff: An ein physisches Segment können bis zu 64 Geräte im Falle von TP1-64 bzw. 256 Geräte im Falle von TP1-256 angeschlossen werden.

3.1.14

TP1-Abfrage-Master

Poll_Data-Master

Gerät, das das Telegramm Poll_Data überträgt

3.1.15**TP1-Abfrage-Slave****Poll_Data-Slave**

Gerät, das ein Poll_Data-Zeichen überträgt

3.1.16**TP1-Router**

bestätigt Telegramme auf der Sicherungsschicht und überträgt das empfangene Telegramm auf die andere Seite des Routers, sofern sich das zu der Zieladresse gehörende Gerät auf der anderen Seite befindet

3.1.17**TP1-Linie**

äußere Linien eines Bereichs

3.1.18**TP1-Bereich**

16 TP1-Linien können mit 15 Routern an einen Bereich angeschlossen werden

3.2 Abkürzungen

AC	Wechselstrom (en: alternating current)
ACK	Bestätigung (en: acknowledgement)
APDU	Protokolldateneinheit der Anwendungsschicht (en: application layer protocol data unit)
AT	Adresstyp
CSMA/CA	Steuerungsverfahren für Vielfachzugriff mit Aktivitätsüberwachung und Kollisionsvermeidung (en: carrier sense, multiple access with collision avoidance)
CKS	Prüfsumme (en: checksum)
DA	Zieladresse (en: destination address)
DC	Gleichstrom (en: direct current)
DL TP	Sicherungsschicht, Typ Zweidrahtleitung (en: data link layer type twisted pair)
DPS	verteilte Stromversorgung (en: distributed power supply)
CTRL	Steuerungsfeld (en: control field)
ESHG Klasse 1	bezieht sich auf einfaches Steuern und Befehlen
ESHG Klasse 2	bezieht sich auf Klasse 1 zuzüglich einfacher Sprach- und stabiler Bildübertragung
ESHG Klasse 3	bezieht sich auf Klasse 2 zuzüglich komplexer Videoübertragungen
IFT	Zeit zwischen Telegrammen (en: inter-frame time)
LC	Linienkoppler (en: line coupler)
LN	Länge (en: length)
LPDU	Protokolldateneinheit der Sicherungsschicht (en: link layer protocol data unit)
LSDU	Dienstdateneinheit der Sicherungsschicht (en: link layer service data unit)
LTE-HEE	Logical Tag Extended (LTE) für HEE (en: logical tag extended for HVAC easy extension)
MAU	Mediumanschlusseinheit (en: medium attachment unit)
NACK	negative Bestätigung (en: negative acknowledgement)
NPCI	Protokollsteuerungsinformationen der Vermittlungsschicht (en: network protocol control information)
NRZ	ohne Rückkehr zu Null (en: non-return-to-zero)
OCP	Überstromschutz (en: over-current protection)
PELV	Schutzkleinspannung (en: protective extra low voltage)
PDU	Protokolldateneinheit (en: protocol data unit)

PSU	Stromversorgungseinheit (en: power supply unit)
RPD	fernversorgte Busgeräte (en: remote powered bus devices)
RUP	Verpolungsschutz (en: reverse polarity protection)
SA	Quelladresse (en: source address)
SDU	Dienstdateneinheit (en: service data unit)
SELV	Sicherheitskleinspannung (en: safety extra low voltage)
TP	Zweidrahtleitung (en: twisted pair)
TPDU	Protokolldateneinheit der Transportschicht (en: transport layer protocol data unit)
UART	universeller asynchroner Sender/Empfänger (en: universal asynchronous receiver transmitter)
up	Stromversorgung einschalten (en: power up)

English Version

Home and Building Electronic Systems (HBES) - Part 5-2: Media and media dependent layers - Network based on HBES Class 1, Twisted Pair

Systèmes électroniques pour les foyers domestiques et les
bâtiments (HBES) – Partie 5-2: Médias et couches
dépendantes des médias – Réseau fondé sur HBES Classe 1,
Paire torsadée

Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) -
Teil 5-2: Medien und medienabhängige Schichten -
Netzwerk basierend auf ESHG Klasse 1, Twisted Pair

This European Standard was approved by CENELEC on 2020-01-09. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

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

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

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



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

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

Contents

European foreword	4
Introduction	5
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviations	7
3.1 Terms and definitions	7
3.2 Abbreviations	8
4 Requirements for HBES Class 1, Twisted Pair Type 1 (TP1-64 and TP1-256)	9
4.1 Physical layer requirements – Overview	9
4.2 Requirements for analogue bus signals	12
4.2.1 General	12
4.2.2 Specification of logical “1”	12
4.2.3 Specification of logical “0” (Single)	13
4.2.4 Specification of logical “0” (overlapping)	14
4.2.5 Analogue requirements within a transmitted character	15
4.2.6 Simultaneous sending / collision behaviour	16
4.3 Medium attachment unit (MAU)	16
4.3.1 General	16
4.3.2 Requirements within a physical segment	16
4.3.3 Remote powered devices (RPD)	24
4.4 Twisted Pair Type 1 bus cable	25
4.4.1 Requirements	25
4.4.2 Measurement of continuous magnetic and electrical interference respectively transient induced differential voltages	26
4.5 Topology	27
4.5.1 Physical segment	27
4.5.2 Bridge	27
4.5.3 Router, subline, main line and zone	28
4.5.4 Gateways to other networks	29
4.6 Services of the physical layer type Twisted Pair Type 1	30
4.6.1 General	30
4.6.2 Physical_Data service	30
4.6.3 Physical_Reset service	32
4.7 Behaviour of the physical layer type Twisted Pair Type 1 entity	32
4.8 Data link layer type Twisted Pair Type 1	32
4.8.1 General	32
4.8.2 Frame formats	33
4.8.3 Medium access control	38
4.8.4 Data link layer services	41
4.8.5 Data link layer protocol	44
4.8.6 State machine of data link layer	45
4.8.7 Parameters of data link layer	46

4.8.8 Reflections on the system behaviour in case of L_Poll_Data configuration faults46

4.8.9 The data link layer of a bridge47

4.8.10 The data link layer of a router.....47

4.8.11 Externally accessible bus monitor and data link layer interface47

Bibliography48

European foreword

This document (EN 50090-5-2:2020) has been prepared by CLC/TC 205, "Home and Building Electronic Systems (HBES)"¹

The following dates are fixed:

- latest date by which this document has to be implemented at national level by publication of an identical national standard or by endorsement (dop) 2020-10-10
- latest date by which the national standards conflicting with this document have to be withdrawn (dow) 2023-04-10

This document will supersede EN 50090-5-2:2004 and all of its amendments and corrigenda (if any).

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

EN 50090-5-2 is part of the EN 50090 series of European Standards, which will comprise the following parts:

- Part 1: Standardization structure;
- Part 3: Aspects of application;
- Part 4: Media independent layers;
- Part 5: Media and media dependent layers;
- Part 6: Interfaces;
- Part 7: System management;

NOTE Part 2 has been withdrawn.

¹ This document was prepared with the help of CENELEC co-operation partner KNX Association, De Kleetlaan 5, B-1831 Diegem.

Introduction

According to OSI, Physical Layers consist of the medium, the cable, the connectors, the transmission technology etc. which refers to their hardware requirements. In this document however, the status of the Physical Layer as a “communication medium” is emphasized.

1 Scope

This document defines the mandatory and optional requirements for the medium specific physical and data link layer for HBES Class 1 Twisted Pair TP1.

Data link layer interface and general definitions, which are media independent, are given in EN 50090-4-2.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

EN 50090-1, *Home and Building Electronic Systems (HBES) — Part 1: Standardization structure*

EN 50090-2-2, *Home and Building Electronic Systems (HBES) — Part 2-2: System overview — General technical requirements*

EN 50090-3-2, *Home and Building Electronic Systems (HBES) — Part 3-2: Aspects of application — User process for HBES Class 1*

EN 50090-4-2, *Home and Building Electronic Systems (HBES) — Part 4-2: Media independent layers — Transport layer, network layer and general parts of data link layer for HBES Class 1*

EN 50290 (series), *Communication cables*

EN 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-5: Testing and measurement techniques — Surge immunity test (IEC 61000-4-5)*

EN 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-1: Generic standards — Immunity for residential, commercial and light-industrial environments (IEC 61000-6-1)*

EN 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Immunity for industrial environments (IEC 61000-6-2)*

HD 21.2 S2, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V — Part 2: Test methods (IEC 60227-2)*

HD 22.2 S2, *Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V — Part 2: Test methods (IEC 60245-2)*

IEC 60189-2, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath — Part 2: Cables in pairs, triples, quads and quintuples for inside installations*

IEC 60332-1, *Tests on electric cables under fire conditions — Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60754-2, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables — Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in EN 50090-1 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

HBES class 1 twisted pair type 1

physical layer specification for data and power transmission on a single twisted pair, allowing asynchronous character-oriented data transfer in a half-duplex, bi-directional communication mode, using a specifically balanced/symmetrical base-band signal coding with collision avoidance under SELV conditions

3.1.2

distributed power supply

powers the bus in a distributed way by a number of the devices connected to the line (compared to a centralized power supply)

3.1.3

logical tag extended HEE

usage of the L_Data_Extended frame dedicated to extended group addressing

3.1.4

remote powered devices

RPD

do not extract their energy for the application circuit and the bus controller from the bus but from another independent source of energy, e.g. mains

Note 1 to entry: Owing to the reduced DC power consumption of RPD, a bus line equipped with such devices requires less power from the installed Power Supply Unit (PSU). The connection of bus-controller and application to the same electrical potential reduces the effort of galvanic separation in RPD.

3.1.5

TP1 backbone couplers

15 can be used to couple up to 16 zones to a full sized TP1 network

3.1.6

TP1 backbone line

main line of the inner zone is called backbone line

3.1.7

TP1 bridge

four TP1-64 physical segments can be combined to a line by using bridges

Note 1 to entry: 256 devices can then be connected to such a line.

3.1.8

TP1 line

consists of a maximum of 256 devices, either directly connected in case of TP1-256 or separated over 4 physical segments in case of TP1-64, each with 64 devices

3.1.9

TP1 line couplers

routers that combine lines to a zone

3.1.10

TP1 logical unit

converts the serial bit stream to octets and octets to the serial bit stream, which is a serial stream of characters

3.1.11

TP1 medium access unit

converts information signals to analogue signals and vice versa, typically extracts DC power from the medium

3.1.12

TP1 main line

inner line of a zone

3.1.13

TP1 physical segment

smallest entity in the TP1 topology

Note 1 to entry: To a physical segment up to 64 devices can be connected in case of TP1–64 and 256 in case of TP1–256.

3.1.14

TP1 Polling Master

Poll_Data master

device transmitting the Poll_Data frame

3.1.15

TP1 polling slave

Poll_Data slave

device transmitting a Poll_Data character

3.1.16

TP1 router

acknowledges frames on data link layer and transmits the received frame on the other side of the router, provided the device associated with the destination address is located on the other side

3.1.17

TP1 sub-line

outer lines of a zone

3.1.18

TP1 zone

16 TP1 lines can be connected to a zone by using 15 routers

3.2 Abbreviations

AC	alternating current
ACK	acknowledge
APDU	application layer protocol data unit
AT	address type
CSMA/CA	carrier sense, multiple access with collision avoidance
CKS	checksum

DA	destination address
DC	direct current
DL TP	data link layer type twisted pair
DPS	distributed power supply
CTRL	control field
HBES Class 1	refers to simple control and command
HBES Class 2	refers to class 1 plus simple voice and stable picture transmission
HBES Class 3	refers to class 2 plus complex video transfers
IFT	inter-frame-time
LC	line coupler
LN	length
LPDU	link layer protocol data unit
LSDU	link layer service data unit
LTE-HEE	logical tag extended hee
MAU	medium attachment unit
NACK	negative acknowledge
NPCI	network layer protocol control information
NRZ	non-return-to-zero
OCP	over-current protection
PELV	protective extra low voltage
PDU	protocol data unit
PSU	power supply unit
RPD	remote powered bus devices
RUP	reverse polarity protection
SA	source address
SDU	service data unit
SELV	safety extra low voltage
TP	twisted pair
TPDU	transport layer protocol data unit
UART	universal asynchronous receiver transmitter
up	power up

4 Requirements for HBES Class 1, Twisted Pair Type 1 (TP1-64 and TP1-256)

4.1 Physical layer requirements – Overview

The Physical Layers described in this clause are called Physical Layer type twisted pair TP1-64 and twisted pair TP1-256. The main differences are shown in Table 1. TP1-256 is backwards compatible towards TP1-64. If common features of TP1-64 and TP1-256 are described, only the expression TP1 is used.

The Twisted Pair medium TP1 characteristics are:

- data and power transmission with one pair of wires;

- asynchronous character-oriented data transfer;
- half duplex bi-directional communication;
- a specifically balanced/symmetric base-band signal coding under SELV conditions.

All characteristics given in the following subclauses, for instance maximum number of devices or possible cable length per physical segment are only valid for cable complying to the requirements as shown in 4.4 and for TP1 devices of which bus power consumption does not exceed 12 mA ²⁾.

Table 1 — System parameters of physical layer Type TP1–64 and TP1–256

Characteristics	Description TP1–64	Description TP1–256
Medium	Shielded twisted pair ^a	
Topology	Linear, star, tree or mixed	
Baud rate	9 600 bps	
Device supplying	Normal: bus powered devices - optional: remote powered devices	
Device power consumption	3 mA to 12 mA	
Power Supply Unit (PSU)	DC 30 V	
Number of PSUs per physical segment	Maximum 2	
Number of connectable devices per physical segment	Maximum 64	Maximum 256
Number of addressable devices per physical segment	Maximum 255 ^b	Maximum 255
Total cable length per physical segment	Maximum 1 000 m	
Distance between two devices	Maximum 700 m	
Total number of devices in a network	More than 65 000 (with bridges)	More than 65 000
Protection against shock	SELV (Safety Extra Low Voltage)	
Physical signal	Balanced/symmetric baseband signal encoding	

^a The shield is not mandatory, shielded cables with earth connection can improve noise immunity.

^b In TP1–64 a physical segment can be extended with up to 3 extra physical segments, each connected to it via a bridge. Every physical segment can contain 63 devices.

Figure 1 shows the logical structure of the physical layer type TP1 entity. Every device includes one; every router and bridge is equipped with two such physical layer type TP1 entities.

The physical layer type TP1 entity consists of four blocks:

- cable (medium);
- connector, connecting a device or a bridge to the transmission medium;
- a Medium Attachment Unit (MAU);

²⁾ Fan-in model allowing devices of which the bus power consumption is higher is under consideration.

— logical unit.

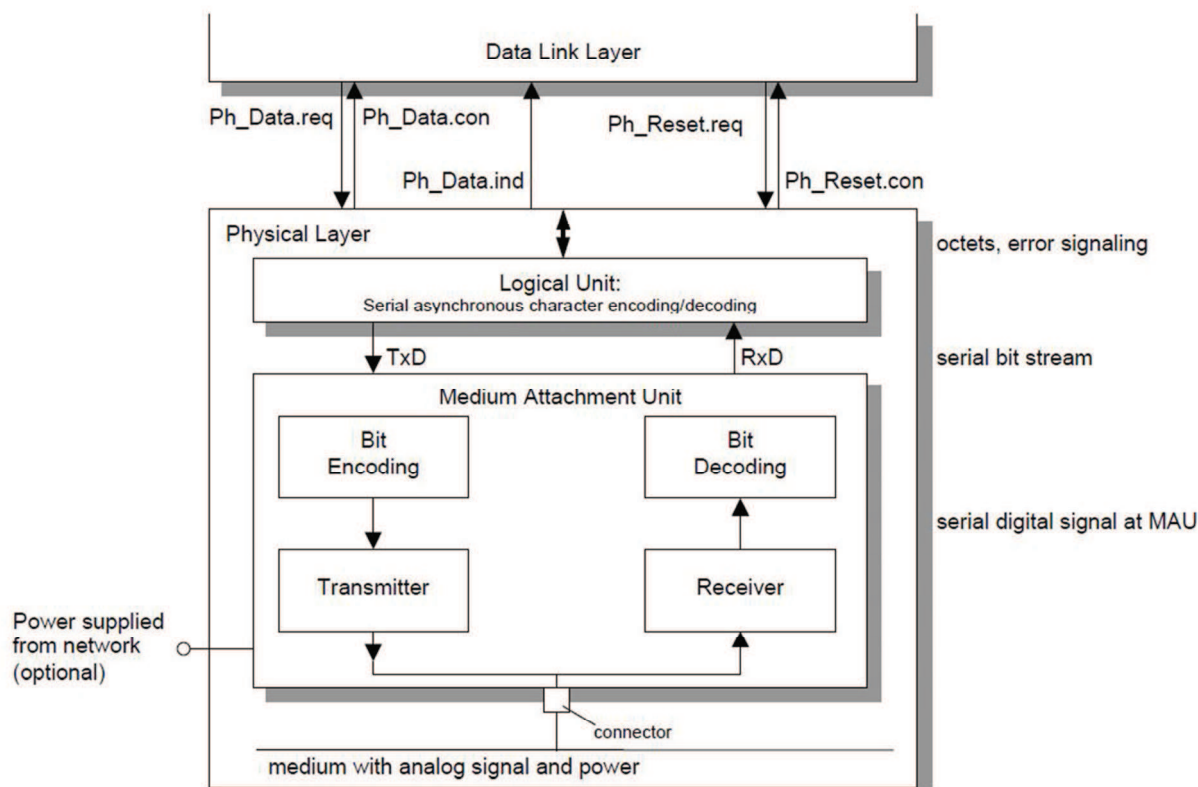


Figure 1 — Logical structure of physical layer type TP1

Figure 2 shows the relationship between the bits of an octet and the Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) character data bits.

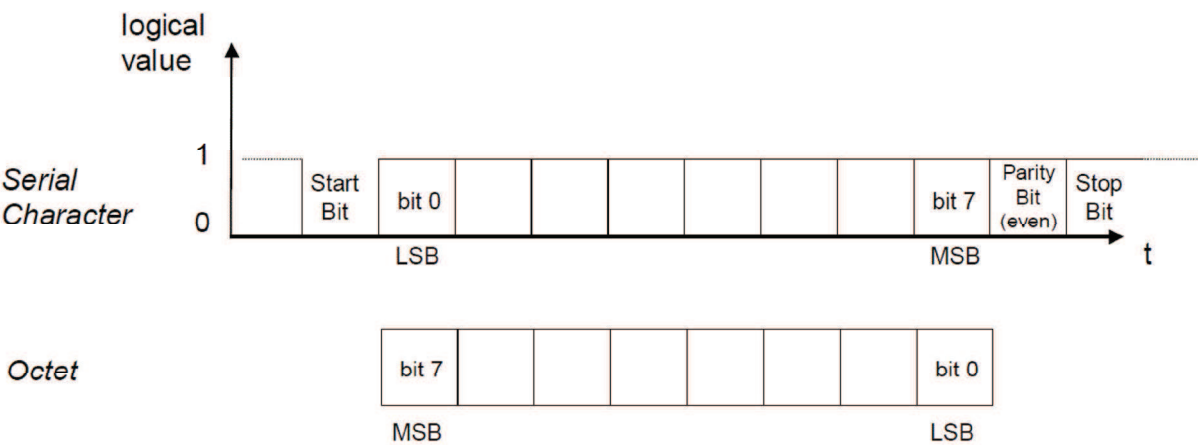


Figure 2 — Octet mapped to a serial character