Физически слой на OSI модела

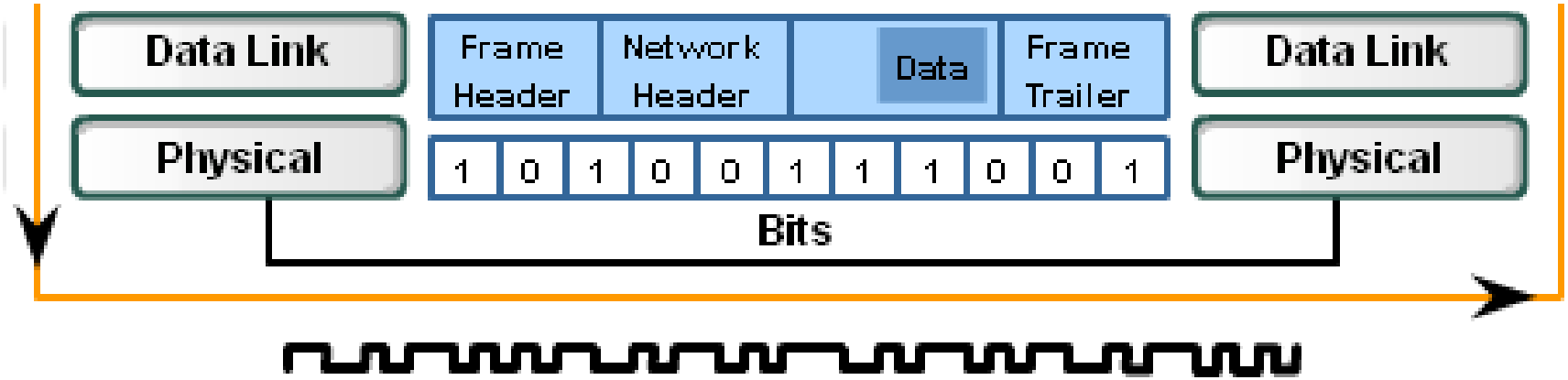
проф. д-р инж. Венета Алексиева

Основни моменти

- Физически слой. Характеристики
- Преносна среда
- Стандарти
- Видове кабели
- Видове кодирания
- Устройства, работещи на този слой

Физически слой

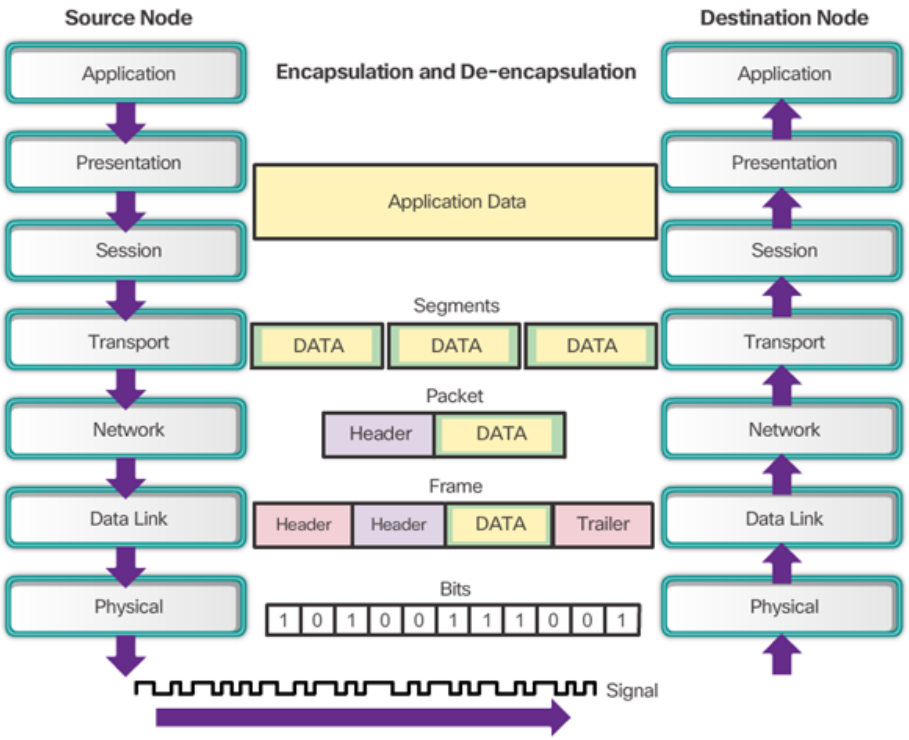
- Разглежда съобщението като поредица от битове, а не като структура на PDU.
- Кодира тези битове като сигнал в преносната среда.
- Не може да комуникира с горните слоеве.
- Не може да идентифицира устройствата в сегмента.



Стандарти

- Стандартите на физическия слой са имплементирани в хардуера.
  - Създават се от ISO, EIA/TIA, ITU-T, ANSI, IEEE.
- Отнасят се за:
  - При предаване - кодиране, сигнализация, модулация…
  - В устройствата – интерфейси, портове, мрежови карти
  - В кабелите – конектори, екранировка, обвивка, разстояния на предаване…
- Стандартите на горните слоеве са имплементирани в софтуера.
  - Създават се от IETF.

Предназначение на физическия слой



- Физически и електрически характеристики на средата
- Механични характеристики (материали, разстояния, пинове) на конекторите и NICs
- Битовете се представят (кодират) със сигнали (encoding)
- Има и сигнали, които носят контролна информация

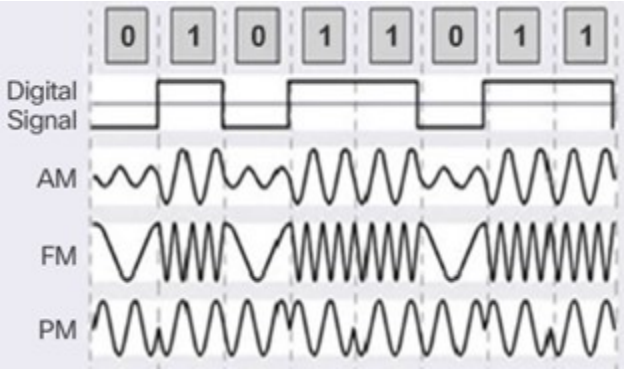
Кодиране и сигнализация

- Сигнализация (signalling) – преобразуване на битовете в сигнали.
- При **много ниски скорости** битът се преобразува директно в сигнали.
- При **по-високи скорости** има стъпка на кодиране, а след това стъпка на сигнализация, където електрическите импулси се изпращат по меден кабел или светлинните импулси - по оптичен кабел.

Physical Signaling Sublayer	10BASE5 (500m) 50 Ohm Coax N-Style	10BASE2 (185m) 50 Ohm Coax BNC	10BASE-T (100m) 100 Ohm UTP RJ-45	100BASE-TX (100m) 100 Ohm UTP RJ-45	1000BASE-CX (25m) 150 Ohm STP mini-DB-9	1000BASE-T (100m) 100 Ohm UTP RJ-45	1000BASE-SX (220-550m) MM Fiber SC	1000BASE-LX (550-5000m) MM or SM Fiber SC
Physical Medium								

Преносна среда

- Меден кабел
  - Усукана двойка
    - Екранирана
    - Неекранирана
  - Коаксиален
    - Дебел
    - Тънък
- Оптичен кабел
  - SM
  - MM
- Безжична среда



Шум

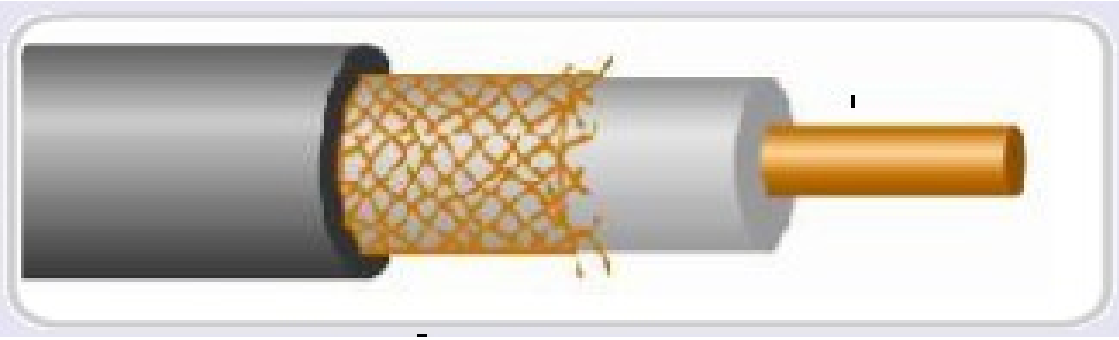
- Електрическите сигнали по меден кабел са под влияние на шум:
  - Електромагнитна интерференция (EMI) , например от флуоресцентни осветители и електрически мотори
  - Радио честоти (RFI)
  - Crosstalk между жиците в един кабел или между близко-разположени кабели

Преодоляване

- Кабели с метална обшивка
- Усукване на двойките за ефект самозащита (cancelling)
- Избягване на окабеляване през области с шум
- Внимателно терминиране на кабелите

Коаксиален кабел

- В центъра - проводник
- Изолация
- Медна мрежа за екранировка
- Външна изолация

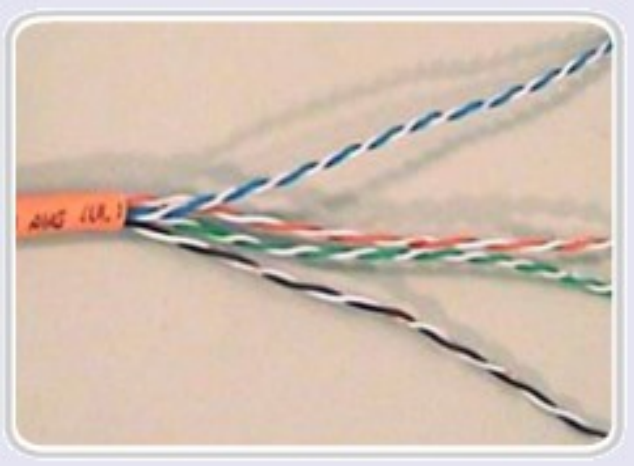


Коаксиален кабел

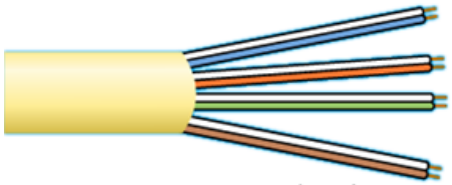
- Добър за високочестотни радио и видео сигнали
- Използва се за антени и пренос през въздушна среда
- Използва се за кабелна TV и Интернет в комбинация с оптичен кабел.
- Преди повече от 20 години се ползваше в Ethernet LANs.

Кабел с усукани двойки

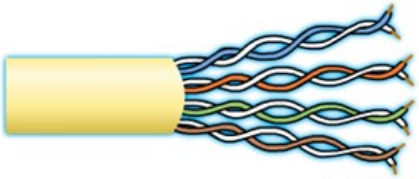
- 8 жици, усукани в 4 двойки и с външна изолация
- Те са цветово кодирани по пластмасовото покритие
- Най-често се ползва в Ethernet LANs



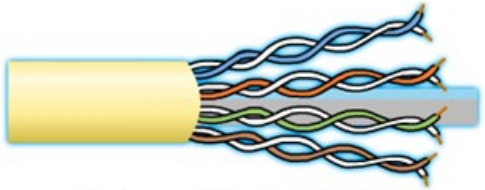
Видове кабели с усукани двойки



Category 3 Cable (UTP)



Category 5 and 5e Cable (UTP)



Category 6 Cable (UTP)

Стари:

- Cat 3 – за предаване на глас – телефонни линии
- Cat 5 – за предаване на данни - 100Mbps
- Cat 5e – за предаване на данни - 1000Mbps

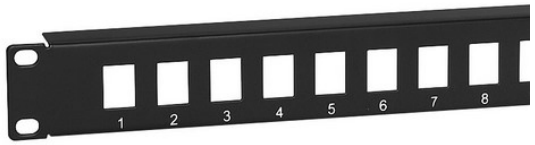
Съвременни:

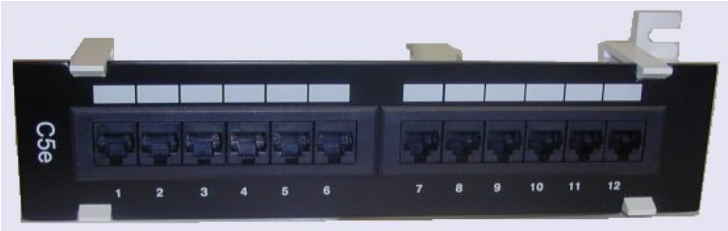
- Cat 6, Cat 7, Cat 8 – за предаване на данни

Attribute	Cat6 Cable	Cat7 Cable	Cat8 Cable
Frequency	250MHz	600MHz	2000MHz
Maximum Transmission Speed	1 Gbps/10 Gbps	10Gbps	25 Gbps/ 40 Gbps
Distance	100m with 1 Gbps/ 37-55m with 10 Gbps	100m	30m
Number of Connectors in Channel	4	4	2
Cable Construction	UTP or Shielded	Shielded	Shielded
Connector Type	RJ45	Non-RJ45	Class I: RJ45 Class II: Non-RJ45
Cost	Expensive than previous categories	Expensive than previous categories	High

RJ45 конектори

- за patch кабели
- за розетка (punch down)
- за панел (patch panel)





Прав кабел

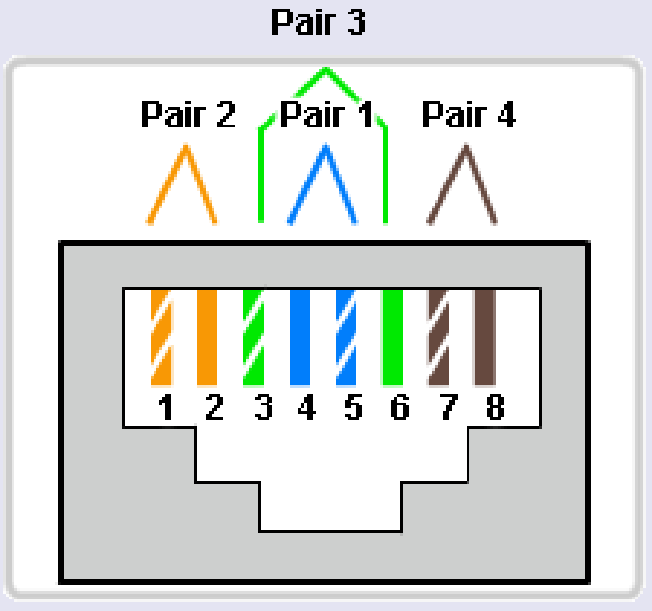
- Еднакъв в двата края
- За връзка между:

  PC - switch

  PC - hub

  router – switch

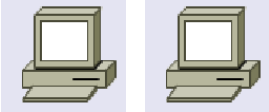
  router- hub



- Положените кабели в под, стени, окачен таван са прави.

Crossover кабел

- Двойки: 1 и 3 / 2 и 6
- За връзка с едноименни устройства

PC-PC 

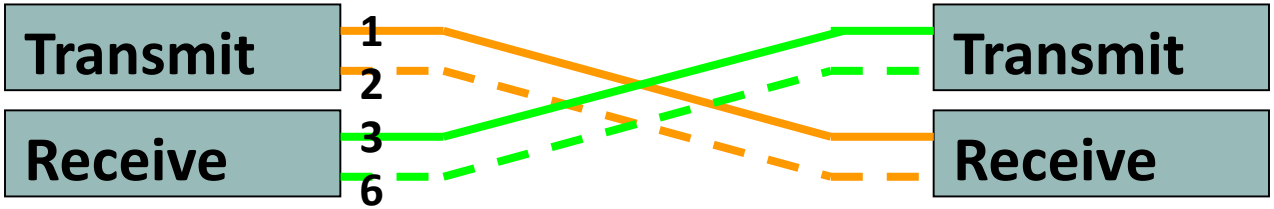
PC-router

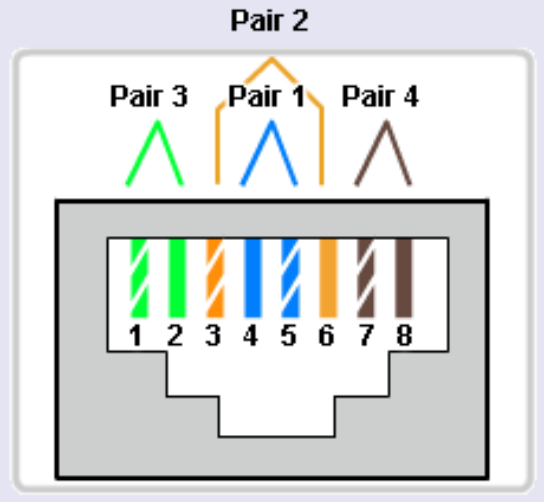
router-router

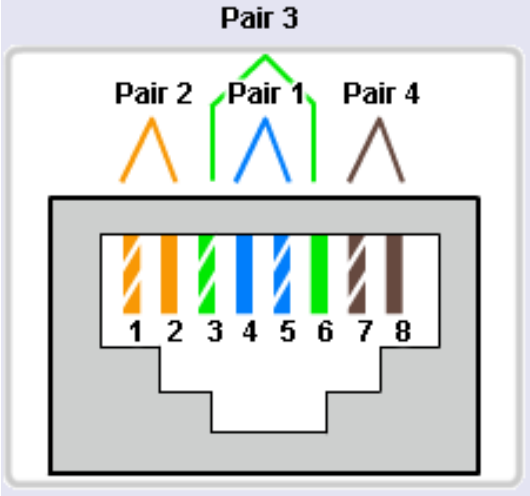
Switch-switch

Switch-hub

Hub-hub

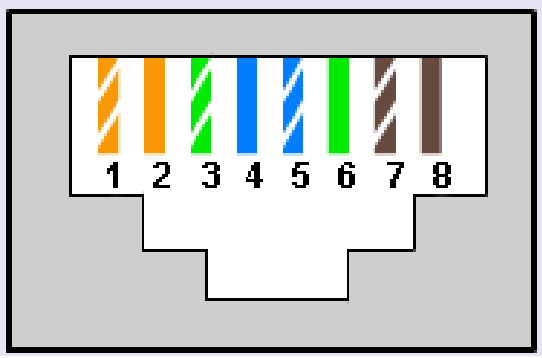


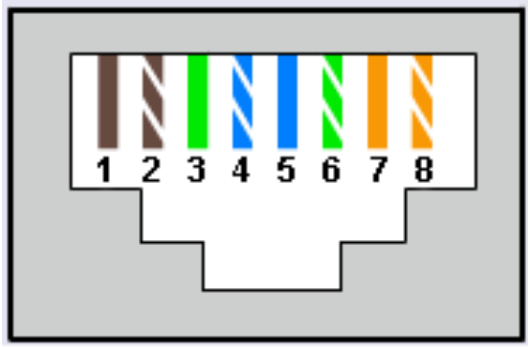




Rollover кабел

- Само за управление на мрежови устройства
- 1-8 срещу 8-1
- За конзолна връзка от сериен порт на PC за конфигуриране на router/switch
- Специален кабел или с преходник от RJ45 към DB9.





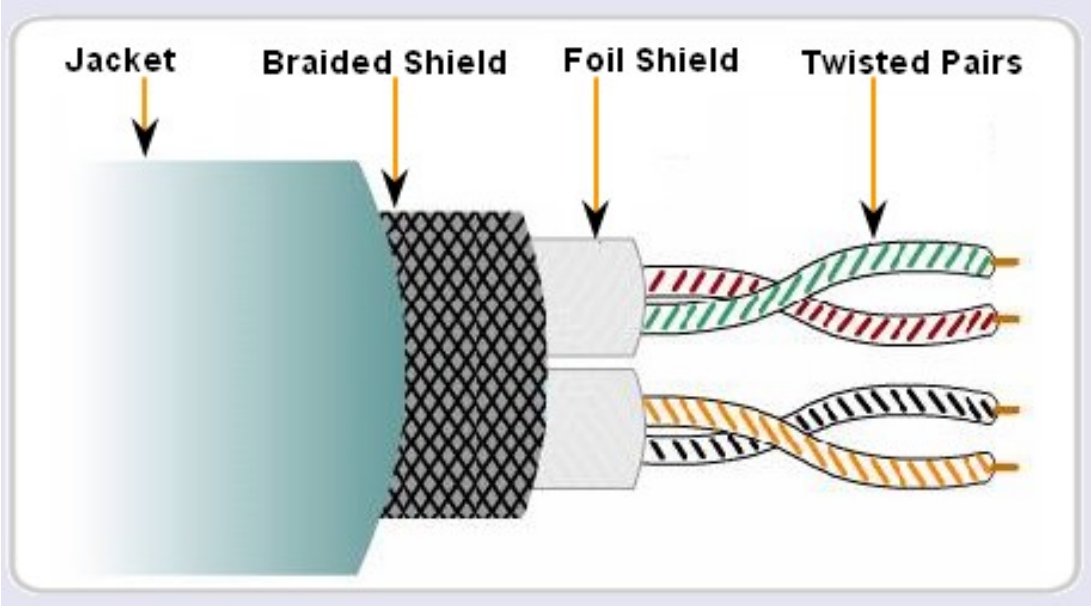
UTP кабел

- EIA/TIA има стандарт за него
- Категория 5, 5e, 6, 7, 8 се използва за 100Mbps Ethernet.
- Cat 5e,6,7, 8 може да се използва за Gigabit Ethernet.
- Броят на усукванията на метър е внимателно контролиран.

Category	Standard Bandwidth	Max Data Rate	Shielding
Cat5e	100MHz (up to 350)	1000Mbps	UTP or STP
Cat6	250MHz (up to 550)	1000Mbps	UTP or STP
Cat6A	500MHz (up to 550)	10Gbps	UTP or STP
Cat7	600MHz	10Gbps	Shielded only
Cat8	2000MHz	25Gbps or 40Gbps	Shielded only

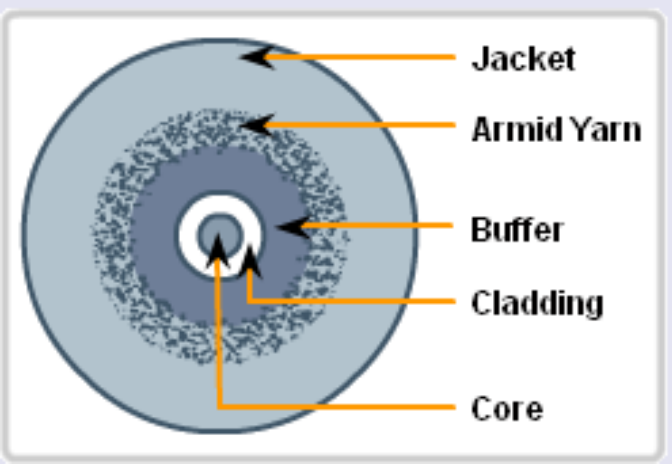
Защитена усукана двойка (STP)

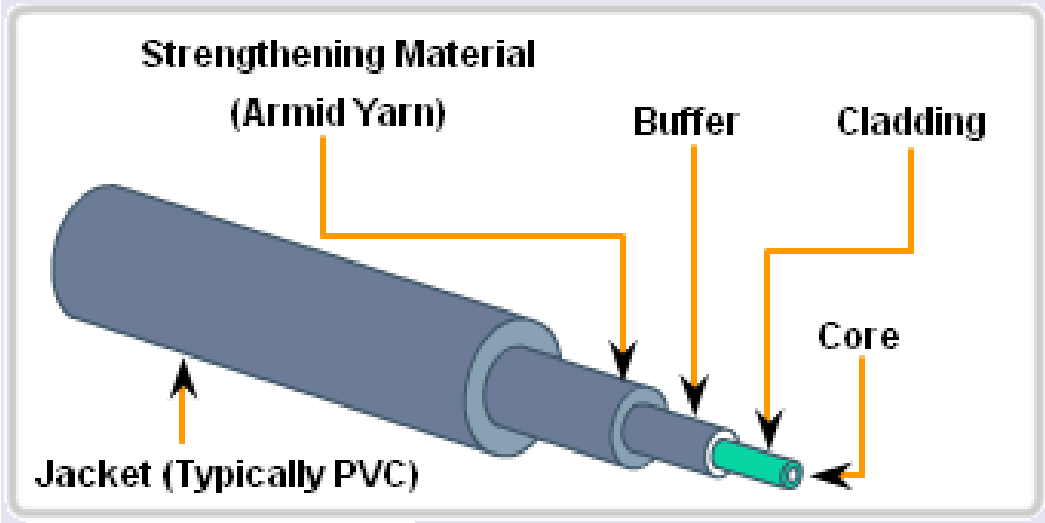
- Жиците са защитени срещу шум
- По- скъпа от UTP
- Може да се ползва в 10 Gbps Ethernet



Оптичен кабел

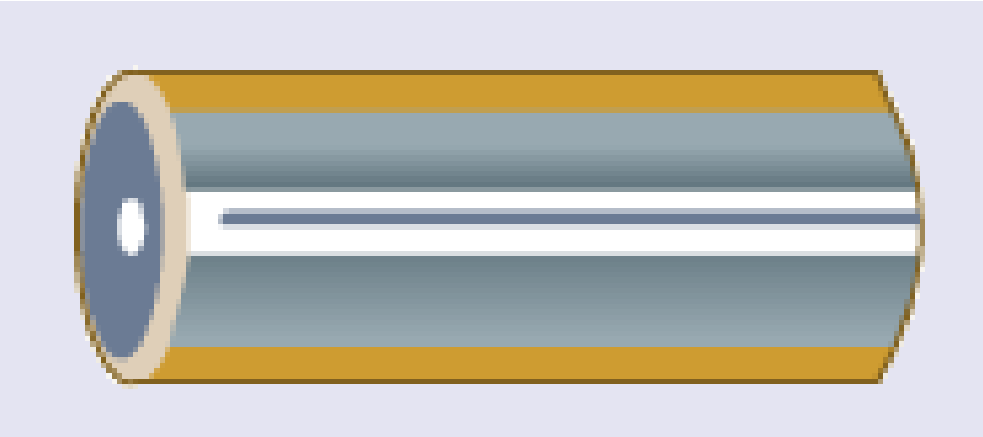
- Предава със светлинни импулси
- За full duplex
- Няма проблеми с RFI/EMI шум
- Няколко оптични влакна в един кабел





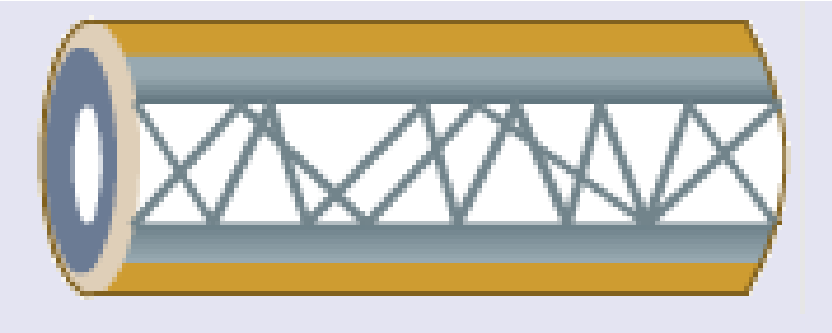
Single mode оптичен кабел

- Сърцевина с диаметър 8 – 10 микрометра
- Лазерен източник на точно един лъч светлина
- Разстояние до 100km
- Фотодиоди преобразуват светлината обратно в електрически сигнали



Multimode оптичен кабел

- Сърцевина с диаметър 50 – 60 микрометра
- LED източник на светлина осигурява няколко лъча светлина с различни ъгли, които преминават с различни скорости
- Разстояния до 2km, ограничени от дисперсия
- Фотодиодни рецептори
- По-евтин от single mode



Fibre optic конектори

Straight tip (ST) connector
single mode

Subscriber connector (SC)
multimode

Single mode lucent connector

Multimode lucent connector

Duplex multimode lucent connector (LC)

Безжична среда (Wireless)

- Работи с радиочестоти
- Няма разходи за инсталация
- Хостовете са свободни да се местят

Wireless access point

Wireless adaptor

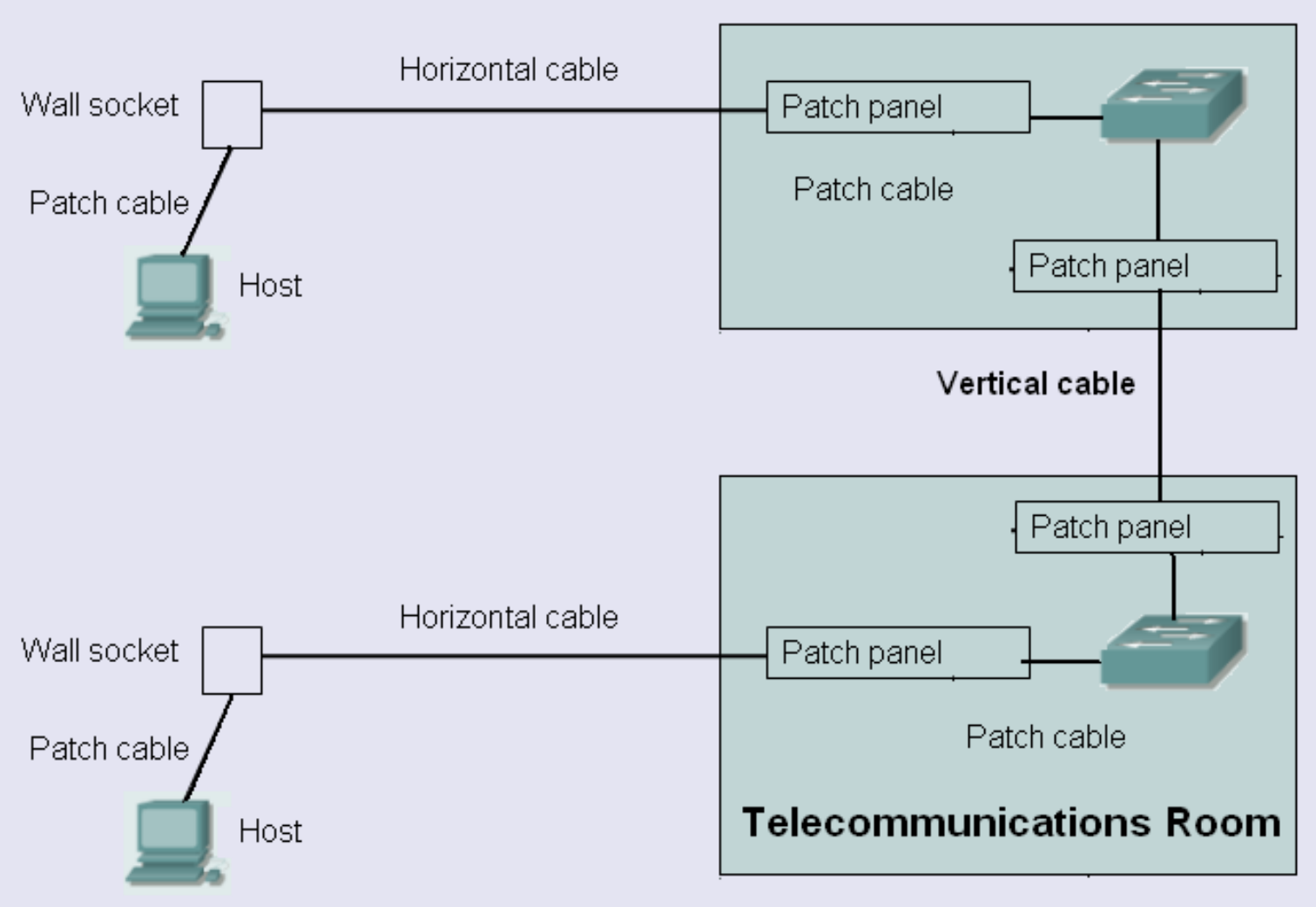
Проблеми при Wireless

- Интерференция от други wireless комуникации, безжични телефони, флуоресцентни осветители, микровълнови печки…
- Материалите, от които е изградена сградата може да блокират сигналите.
- Сигурността може да бъде проблем.

Wireless мрежи

- IEEE 802.11 - Wi-Fi. Използва CSMA/CA
- IEEE 802.15 – Bluetooth, ZigBee, 6loWPAN свързва двойка устройства на малки разстояния (под 250m).
- IEEE 802.16 – WiMAX, LTE за broadband достъп.
- Global System for Mobile Communications (GSM) – мрежи за мобилни телефони.

Хоризонтално и вертикално окабеляване



Избор на тип на кабела

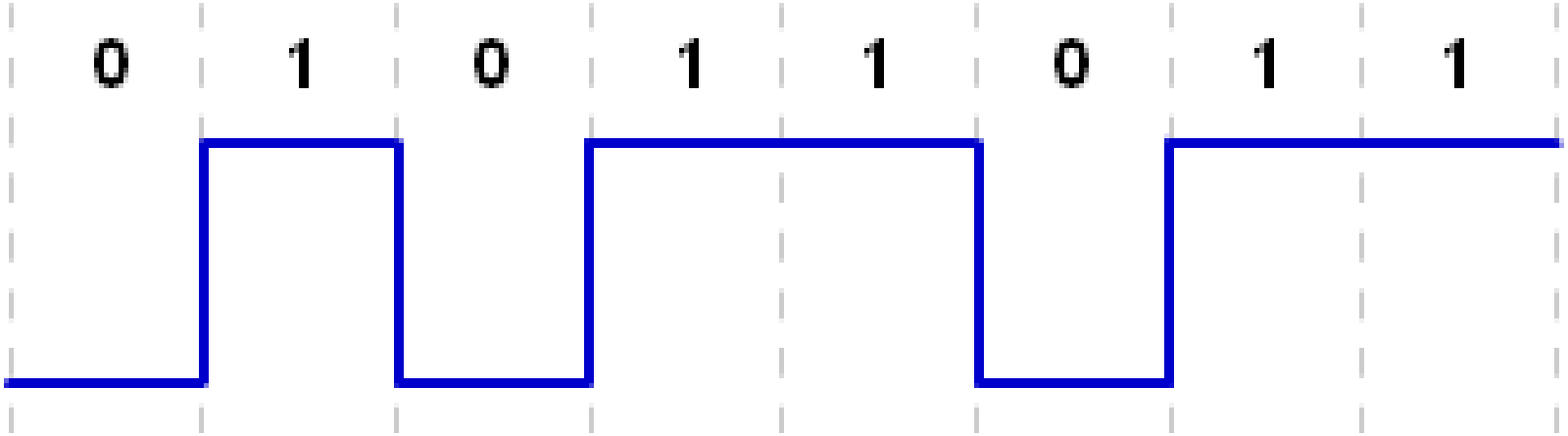
	UTP	fiber optic
Дължина:	До 100м	повече
Къде:	Само в сгради	в/извън сгради
Цена:	По-евтин	По-скъп
EMI/RFI шум	Влияе се	Не се влияе
Bandwidth:	За приложения с по-ниски изисквания към Bandwidth	За приложения с по-високи изисквания към Bandwidth
High capacity link	По-лош	По- добър
Лесна инсталация	По-лесно се инсталира	По-трудно се инсталира

Видове кодиране

- NRZ
- NRZI
- Manchester
- 4B/5B
- MLT-3

NRZ - non return to zero

- Много проста система за сигнализация
- 1 е високоволтовото състояние, 0 е нисковолтовото
- Във всеки bit-период напрежението не се връща към 0 (NRZ)

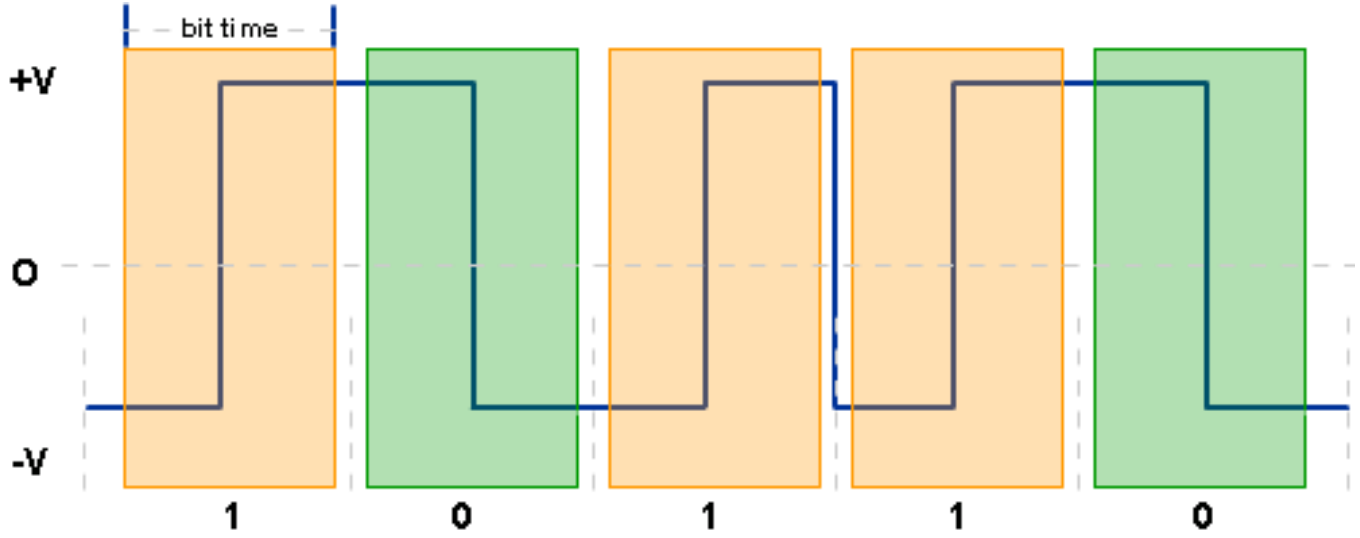


NRZ проблеми

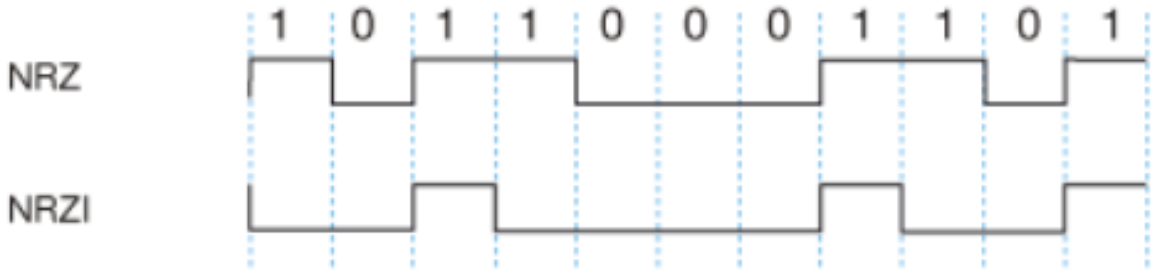
- Дълга поредица от 1-ци или 0 може да разсинхронизира (timing) изпращащото и получаващото устройство
- Неефективен, податлив на интерференция
- NRZ не се използва за всякакви технологии в компютърните комуникации
- NRZ може да се използва, ако се комбинира с кодиране

Manchester кодиране

- Напрежението се сменя в средата на всеки bit-период – помага всяко устройство да си синхронизира timing-а
- Падащият фронт е 0, нарастващият фронт е 1.
- Промяната между bit периодите се игнорира.
- 10 Mbps Ethernet използва Manchester encoding
- Не е ефективен за по-високи скорости



Non-Return to Zero, Inverted-NRZI



- NRZI - напрежението се сменя в средата на bit-период.
- NRZI – всяка 1 се представя чрез преход, а 0- с отсъствието на преход.
- Кодовете NRZ се използват основно за запис на информация върху магнитни носители.
- В LAN – NRZ се използват от стандарта IEEE 802.12 (100 VG – Any LAN) за предаване на данни по усукани двойки медни проводници.

4B/5B

- Ethernet е на 100Mbps и бързата стъпка на кодиране е последвана от конвертиране на сигналите.
- Битовете се групират по 4-ки и после се кодират, като всяка 4-ка има свой собствен код.
- Например 0011 се кодира като 10101 (4-bit в 5-bit, 4B/5B).
- Това добавя излишни битове, но има предимства

Предимства на 4B/5B

- Контролни кодове като “start”, “stop” не могат да се объркат с данни
- Кодирането е създадено така, че да имат достатъчно преходи за контрол на timing-а
- Кодовете са балансирани от 1 и 0, за да минимизират енергията, вложена в системата
- Осигуряват по-добро откриване на грешки – разпознават се невалидните кодове

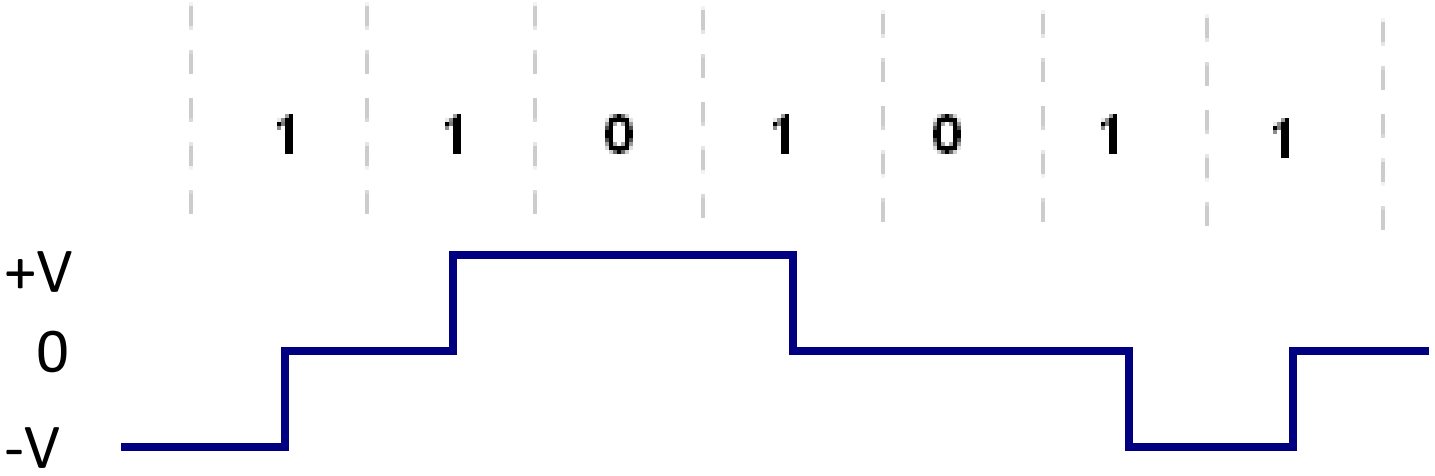
4B/5B

Data input	Code Group	NRZI Pattern
0000	11110	
0001	01001	
0010	10100	
0011	10101	
0100	01010	
0101	01011	
0110	01110	
0111	01111	
1000	10010	
1001	10011	
1010	10110	
1011	10111	
1100	11010	
1101	11011	
1110	11100	
1111	11101	

ut	Code Group	NRZI Pattern	Interpretation
	11111		Idle
	11000		Start of Stream part 1
	10001		Start of Stream part 2
	01101		End of Stream part 1
	00111		End of Stream part 2
	00100		Transmit Error
	Other		Invalid codes

MLT-3

- 1 –има промяна в нивото
- 0 -няма

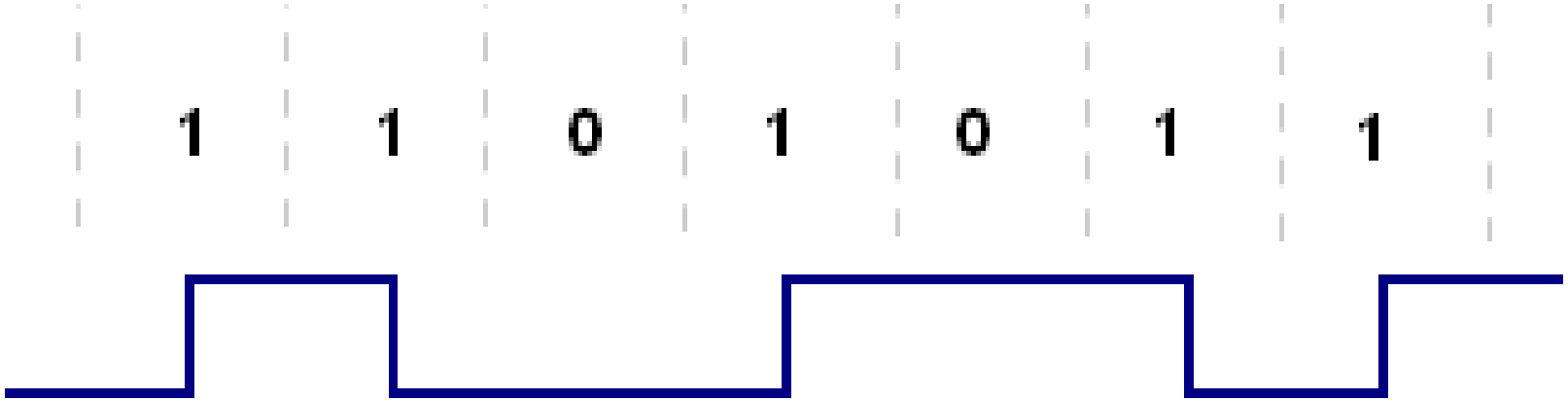


100 Mbps Ethernet по UTP

- 100 Mbps Ethernet първо използва 4B/5B кодиране
- После използва MLT-3, за да разположи битовете в кабела като нива на напрежение

100 Mbps Ethernet по оптичен кабел

- 100BaseFX Ethernet първо използва 4B/5B кодиране
- После използва NRZI кодиране, за да може да свети/не свети LED по multimode оптичния кабел
- 1 – има промяна, 0 –няма промяна



Gigabit Ethernet по UTP

- Използва сложно кодиране, последвано от сложна схема за преобразуване в сигнал по кабела, използвайки всички 4 двойки.

При по-високи скорости на предаване

По стандарти: IEEE 802.3ak(Twinax), 802.3an (усукана двойка за меден кабел), 802.3ae (за оптичен кабел), 802.3ba

Технология	Тип кабел	категория	Максимално разстояние
10GBASE-CX4	Copper, Twinax	Cat5e	15m/50m
10GBASE-T	Copper, twisted pair	Cat 6a/7	100m
10GBASE-LX4	FO,1310nm	Multimode Singlemode	300m 10km
10GBASE-SR	FO,850nm	Multimode OM1/OM2 Multimode OM3	33/82m 300m
10GBASE-LR	FO,1310nm	Singlemode	10km
10GBASE-ER	FO,1550nm	Singlemode	40km
10GBASE-SW	FO,850nm	Multimode OM1/OM2 Multimode OM3 Multimode OM4	33/82m 300m 550m
10GBASE-LW	FO,1310nm	Singlemode	10km
10GBASE-EW	FO,1550nm	Singlemode	40km
40GBASE-KR4	PCB bus	4x10Gb/s	1m
40GBASE-CR4	Copper, Twinax	4x10Gb/s	7m
40GBASE-SR4	Multimode OM3/OM4	4x10Gb/s	100/150m
40GBASE-LR4	Singlemode	4x10Gb/s(CWDM)	10km
100GBASE-CR10	Copper, Twinax	10x10Gb/s	7m
100GBASE-SR10	Multimode OM3/OM4	10x10Gb/s	100/150m
100GBASE-LR4	Singlemode	4x25Gb/s(DWDM)	10km
100GBASE-ER4	Singlemode	4x25Gb/s(DWDM)	40km

Устройства на физическия слой

- Конвертор (media converter)

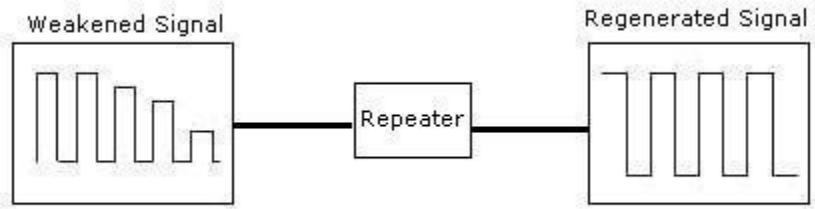
- Повторител (repeater)

- Концентратор (hub = multiport repeater)

Конвертор

- Преобразува сигналите от един сегмент, реализиран с една преносна среда в друг сегмент, реализиран с друга преносна среда.
- Видове конвертори:
  - коаксиален кабел – усукана двойка
  - Усукана двойка – wifi
  - Оптичен кабел – усукана двойка
  - …

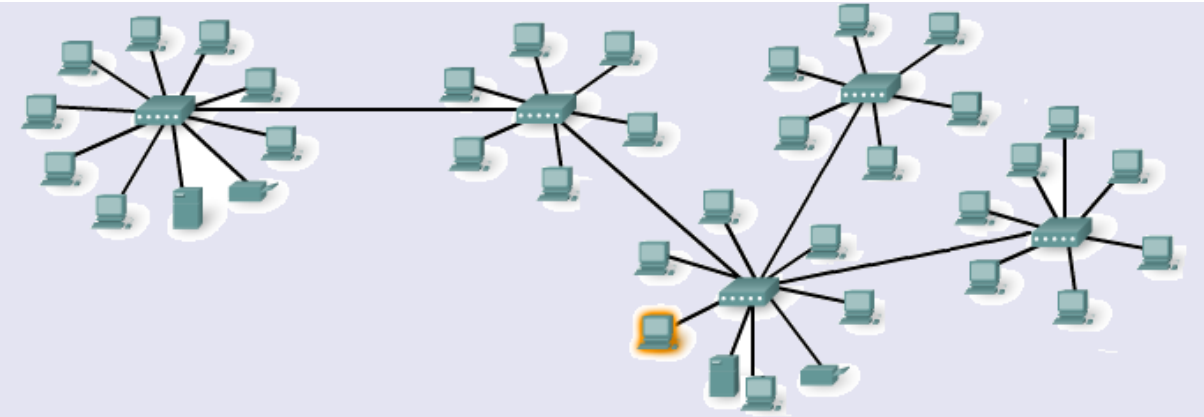
Повторител



- На по-големи разстояния сигналите затихват и се изкривяват в следствие на шум в преносната среда.
- Приемникът в тези случаи може да ги интерпретира грешно.
- Повторителят възстановява получените сигнали и след това отново предава регенерираните сигнали на други сегменти.
- С повторител се преодолява ограничението на максималното разстояние на сегмента, наложено от стандарта за съответната преносна среда.

Концентратор

- Хостовете, свързани от концентратор поделят bandwidth – споделена среда.
- Само едно устройство може да изпраща в даден момент.
- Физическа топология - звезда, логическа топология- обща шина.



Въпроси ?

Благодаря за вниманието !