

Laboratorij za
telekomunikacije

Osnove telekomunikacij

**Gradivo je namenjeno študentom smeri Telekomunikacije
Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani**

**Uporaba v namene, ki niso povezani s študijem elektrotehnike na
Fakulteti za elektrotehniko, ni dovoljena**

Ethernet

Uvod

- Tehnologija LAN, širi se v WAN
- Zelo različni fizični mediji
 - ◆ koaksialni kabel, sukani par, optika, brezžično
- Standardi za zelo različne prenosne hitrosti
 - ◆ 10M ... 10G b/s
- Skupni komunikacijski kanal
 - ◆ Metod za dostop

Vidiki

- **Fizični nivo**

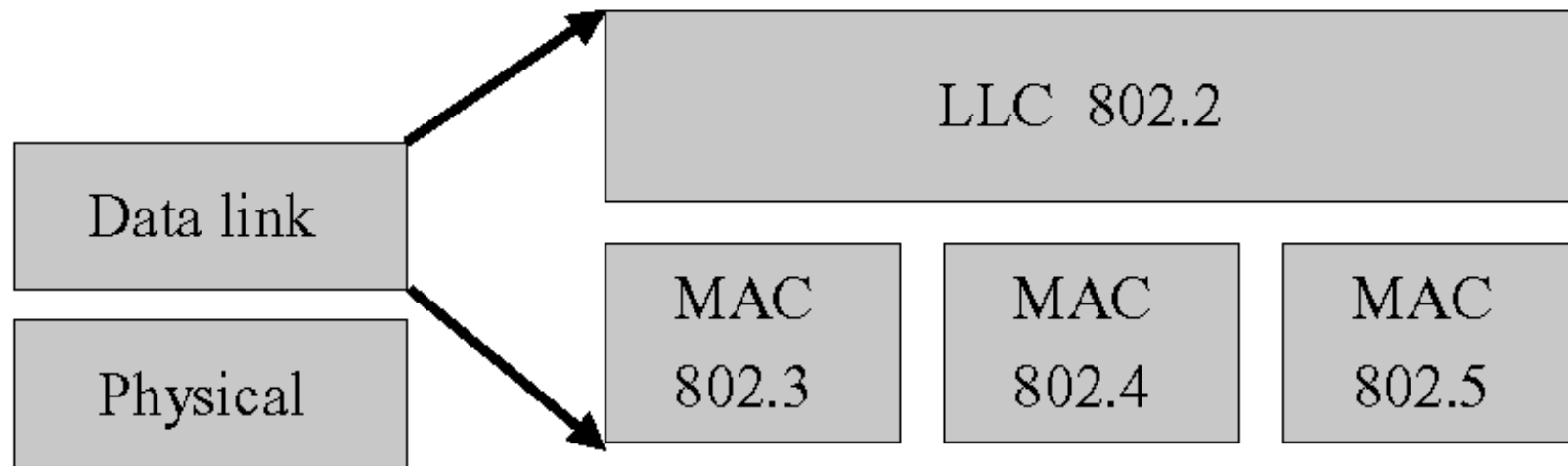
- ◆ Topologije, kabliranje, kodiranje

- **Podatkovni nivo**

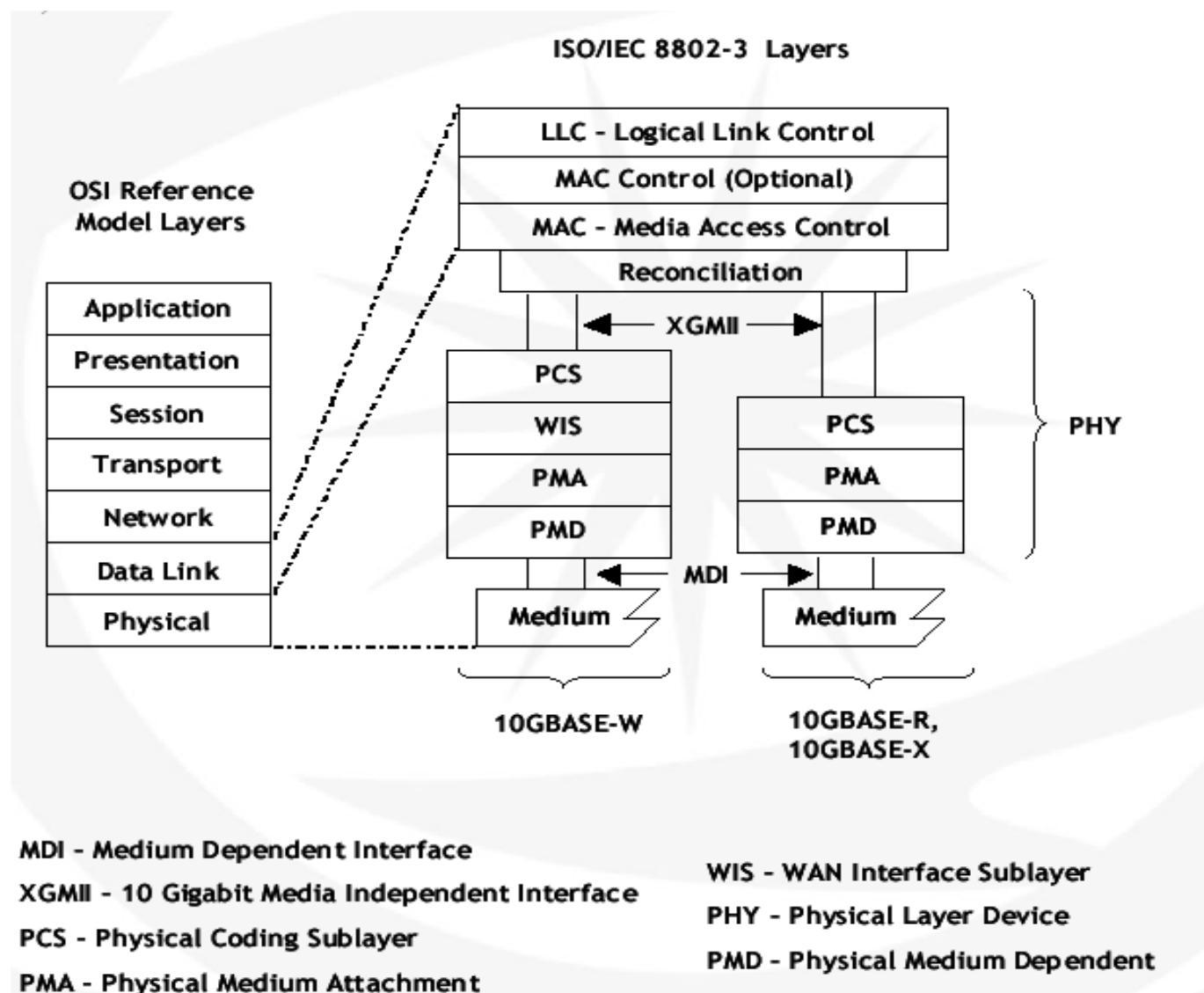
- ◆ Metode dostopa do medija, formati PDU
- ◆ Skupni kanal
 - *multipleksiranje (TDM, FDM, CDM)*
 - *statistično multipleksiranje – primerno za promet v izbruhih*
- ◆ Ni ponovnih oddaj v primeru napak (pretežno za vse tipe)
- ◆ WLAN: ACK dostave okvirov

- **Raznovrstne rešitve “sestavimo” v enoten referenčni model**

Referenční model



Referenčni model za 10G Eth



Fizični nivo

- **Topologije**

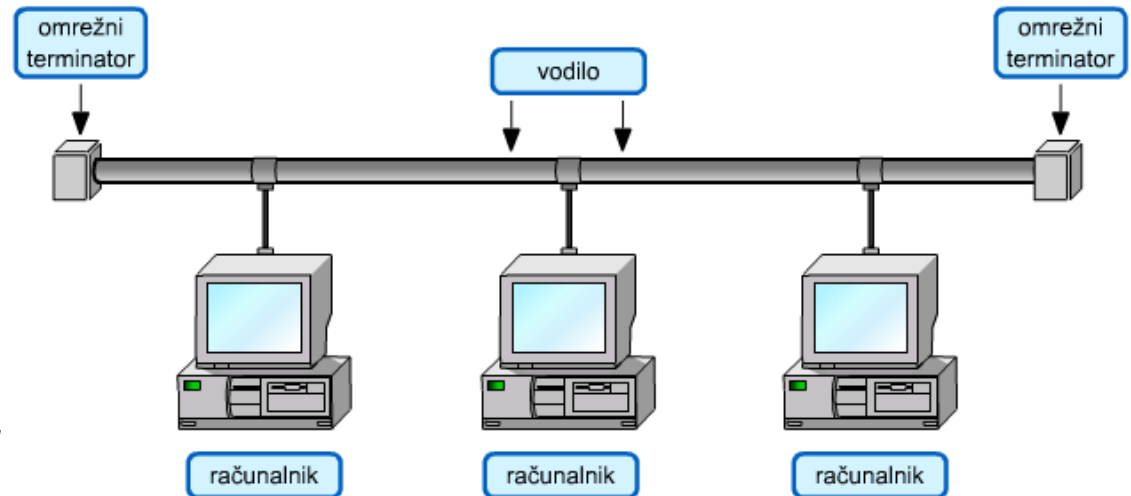
- ◆ Skupno vodilo (bus)
- ◆ Zvezda

- **Kabliranje**

- ◆ koaksialni vodi
 - *tanki in debeli 50 ohm kabel*
 - *75 ohm (CaTV)*
- ◆ sukani pari
 - *2 ali 4 pari*

- **Pasovna širina**

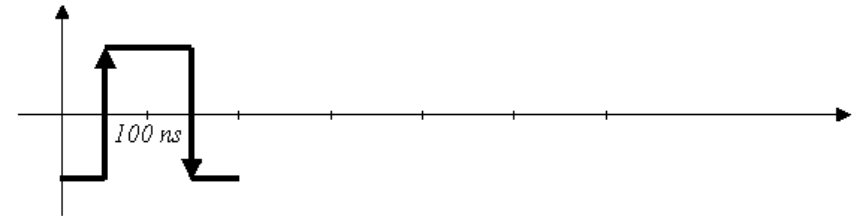
- ◆ Pri 10 Mbps inačicah pasovna širina ni omejujoča
 - *Izbira linijskega kodiranja ni zelo pomembna*
- ◆ Pri +100 Mbps to ne velja več
 - *Izbirati je potrebno bolj učinkovita kodiranja*



Linjska kodiranja

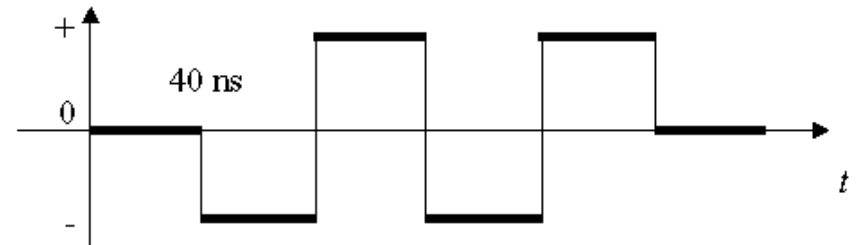
- **Bi-fazno (Manchester)**

- ◆ npr. 10BASE5
- ◆ Sprejemna stran se sinhronizira na *“preamble”*



- **8B6T**

- ◆ npr. 100 BASE T
- ◆ 8 bitov v 6 3-nivojskih signalov (+,0,-)



- **4B5B**

- ◆ npr. 100 BASE FX
- ◆ kodirano z NRZI

- **PAM5**

- ◆ Five-level PAM (-2, -1, 0, 1, 2)
- ◆ vsak simbol nosi 4 bite

Linijska kodiranja 2

- **8B/10B**

- ◆ npr. 10 GbE

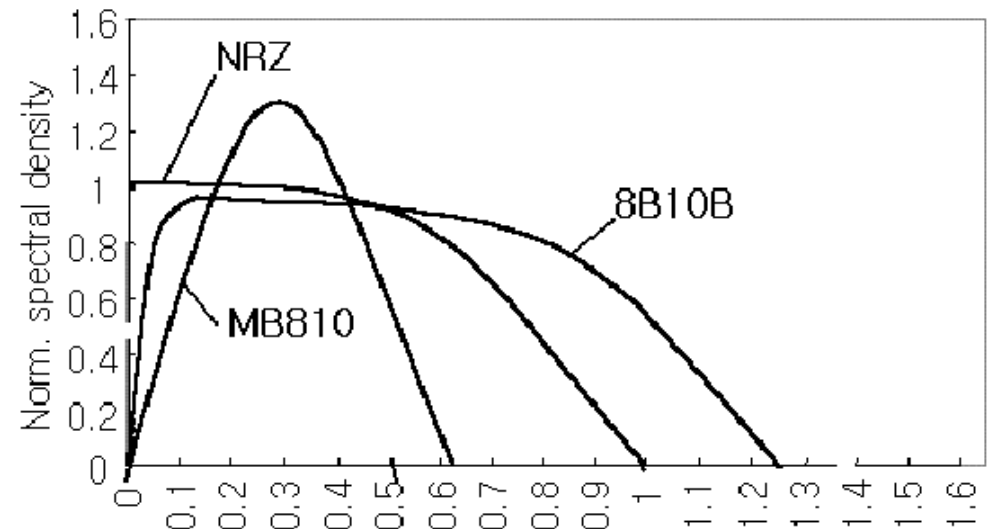
- **MB810**

- ◆ npr. 10 GbE

- ◆ brez enosmerne komponente

- ◆ minimalna pasovna širina, večja spektralna učinkovitost

- ◆ posledice: večje razdalje



Podatkovni nivo

- Sestavljata ga dva podnivoja
- **MAC – Media Access Control**
 - ◆ Niz različnih inačic
 - *Odvisne od tipa LAN (Ethernet, TR, TB)*
 - IEEE 802.3, IEEE 802.4, IEEE 802.5
 - *Odvisne od tipa fizičnega nivoja Ethernet*
 - IEEE 802.3, IEEE 802.3a, IEEE 802.3u, ...
- **LLC – Logical Link Control**
 - ◆ IEEE 802.2
 - *podobno HDLC oz. PPP*

Tipi tehnologij Ethernet

- **Razne variante IEEE 802.3**
- **Poimenovanje**
 - ◆ Hitrost v M b/s
 - ◆ Modulacija: BASE (nemodulirano) ali BROAD
 - ◆ Maksimalna velikost segmenta oz. vrsta fizičnega medija
- **Npr.:**
 - ◆ 10 BASE 2 (10 Mb/s, nemodulirano, 200m segmenti tanki koaks. kabel)
 - ◆ 100 BASE TX (100 Mb/s, nemodulirano, sukani dvovod)
 - ◆ 1000 BASE LX (1000 Mb/s, nemodulirano, optični vodnik)
- **Dejansko gre za standarde:**
 - ◆ IEEE 802.3a
 - ◆ IEEE 802.3u
 - ◆ IEEE 802.3z

10 BASE 5

- **Koaksialni vodnik, pasovna širina več 100 MHz**
 - ◆ 50 ohm, 10 mm premer
- **Velikost segmenta: 500 m**
- **Half duplex (FDX ni mogoč)**
- **Linijsko kodiranje: Manchester**
- **Prednosti**
 - ◆ enostavno dodajanje novih naprav
- **Slabosti**
 - ◆ zahtevna izvedba, topologija vodila, omejena hitrost

10 BASE 2

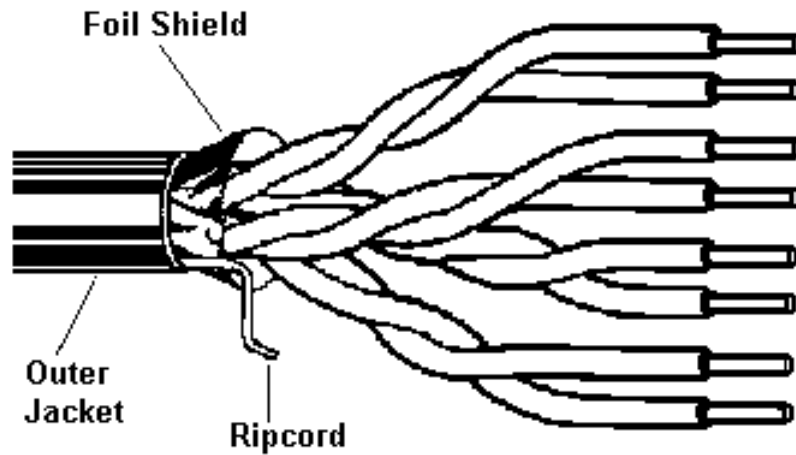
- **Koaksialni vodnik, pasovna širina več 100 MHz**
 - ◆ 50 ohm, 5 mm premer
- **Velikost segmenta: 185 m**
- **Half duplex (FDX ni mogoč)**
- **Linijsko kodiranje: Manchester**
- **Prednosti**
 - ◆ enostavnejša instalacija kot pri 10BASE5, ni več zunanjih transceiverjev
- **Slabosti**
 - ◆ težko odkrivanje napak, omejene hitrosti

10 BASE T

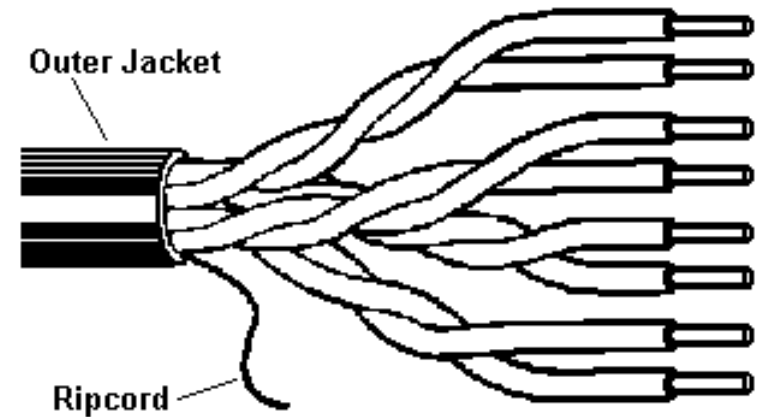
- **2 para UTP**
 - ◆ Impedanca 100 ohm
- **Velikost segmenta: 100 m**
- **HDX, FDX**
 - ◆ Ločena oddajna in sprejemna pot
- **Linijsko kodiranje: Manchester**
- **Prednosti**
 - ◆ zvezda, xTP kabli, možnost FDX
- **Slabosti**
 - ◆ krajši segmenti kot pri 10BASE2,5; potrebujemo vozle (hub)

UTP in STP

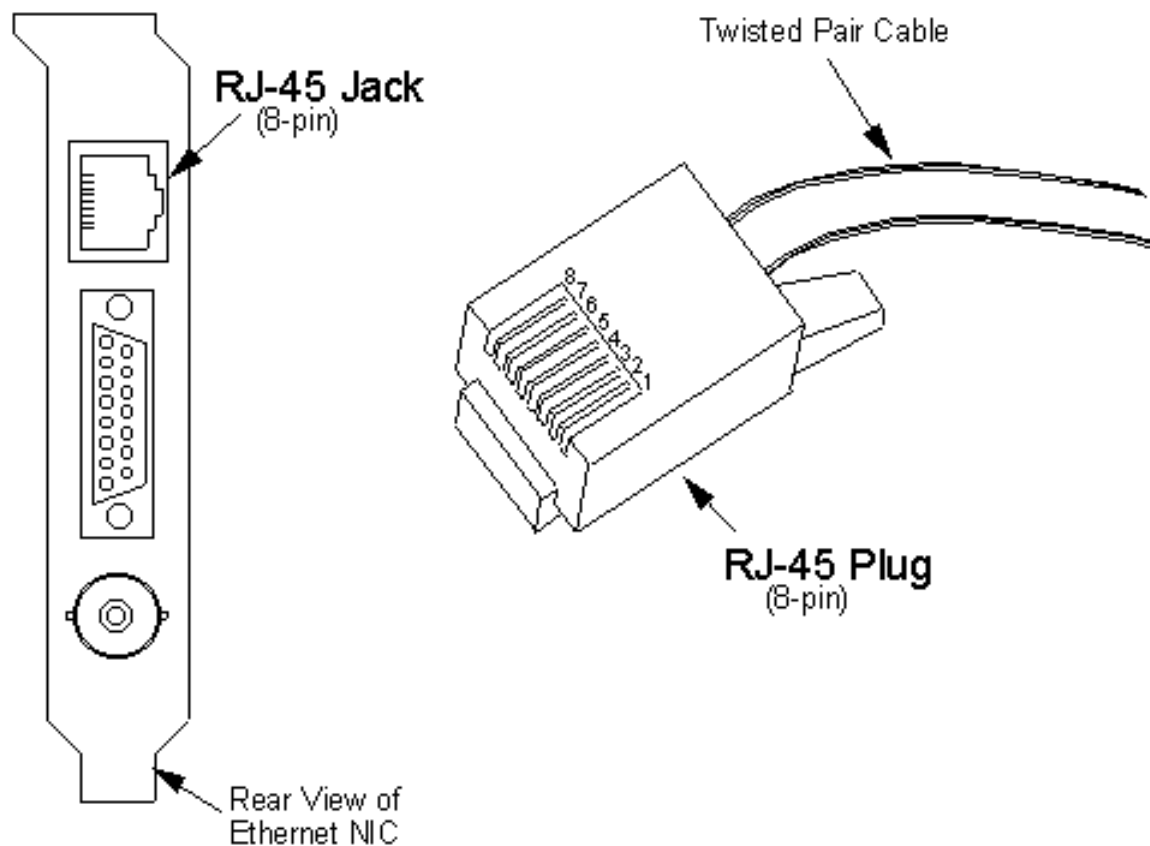
ScTP Cable (4-pair)



UTP Cable (4-pair)



RJ-45 Connectors



Copyright 1999 TechFest.com All rights reserved.

Družina 100 BASE T

- **“Fast Ethernet”**
 - ◆ Se nanaša na celotno družino 100 Mb/s
 - ◆ Vsi imajo skupni MAC
 - ◆ Vsak ima specifičen PHY
 - ◆ Autonegotiation za 10/100M
- **100 BASE TX**
- **100 BASE FX**
- **100 BASE T4**

100 BASE TX

- 2 para TP, Impedanca 100 ohm
 - ◆ Cat5
- Velikost segmenta: 100 m
- HDX, FDX
 - ◆ Ločena oddajna in sprejemna pot
- Linijsko kodiranje: 4B/5B
- Prednosti
- Slabosti

100 BASE FX

- Optična inačica 100 BASE TX
- 2 optična kabla, tipično večrodovna
- Velikost segmenta: 400 do več 1000 m
 - ◆ odvisno od uporabljenega kabla
- HDX, FDX
- Linijsko kodiranje: 4B/5B
 - ◆ Isto kot pri 100 BASE TX!

100 BASE T4

- 4 pari TP, Impedanca 100 ohm
 - ◆ Cat3
 - ◆ Omejen frekvenčni pas: 16 MHz
- Velikost segmenta: 100 m
- HDX
- Linijsko kodiranje: 8B/6T
 - ◆ Vsak par prenaša 33.3 Mb/s >>> 25 Mbaud/s >>> 12.5 MHz (kar je manj od 16 M)
- Prednosti
 - ◆ Cenejša kablaža kot pri TX
- Slabosti
 - ◆ ni FDX

100 BASE T2

- **2 para TP, Impedanca 100 ohm**
 - ◆ Cat3
 - ◆ Omejen frekvenčni pas: 16 MHz
- **Velikost segmenta: 100 m**
- **HDX, FDX**
- **Linijsko kodiranje: PAM5x5**
 - ◆ Five-level PAM (-2, -1, 0, 1, 2)
 - ◆ vsak simbol nosi 4 bite
- **Prednosti**
 - ◆ Cenejša kablaža kot pri TX, samo dva para
- **Slabosti**
 - ◆ zelo redko uporabljanje
 - ◆ zahtevno linijsko kodiranje

Družina 1000 BASE T

- **“Gigabit Ethernet”**
 - ◆ Se nanaša na celotno družino 1000 Mb/s
 - ◆ Vsi imajo skupni MAC
 - ◆ Vsak ima specifičen PHY
 - ◆ Autonegotiation za 10/100M
- **100 BASE LX**
- **100 BASE SX**
- **100 BASE CX**

1000 BASE LX, SX, CX

- **1000 BASE LX (long)**

- ◆ 2 optična kabla, večrodovna ali enorodovna
- ◆ Velikost segmenta: 300 do več 1000 m
 - *odvisno od uporabljenega kabla*
- ◆ HDX, FDX

- **1000 BASE SX (short)**

- ◆ 2 optična kabla, večrodovna ali enorodovna
- ◆ Velikost segmenta: 100 do 500 m
 - *uporablja drugačne laserje kot LX*
- ◆ HDX, FDX

- **1000 BASE CX**

- ◆ “copper”
- ◆ Velikost segmenta: 25

- **Linijsko kodiranje: 8B/10B**

- ◆ izločanje enosmerne komponente

1000 BASE T

- 4 pari TP, Impedanca 100 ohm
 - ◆ Cat5
- Velikost segmenta: 100 m
- HDX, FDX
 - ◆ Izločevalniki odboja, za sočasen prenos po isti parici
- Linijsko kodiranje: PAM5
 - ◆ Five-level PAM (-2, -1, 0, 1, 2)
 - ◆ vsak simbol nosi 4 bite

Standardi

- **Ključno standardizacijsko telo za Ethernet je IEEE**
 - ◆ <http://standards.ieee.org/getieee802/>
- **Standarde povzema tudi ISO**
 - ◆ npr. 8802.3, 8802.4
- **V naboru IEEE 802.X se skrivajo tudi različni drugi vidiki omrežji Ethernet**
 - ◆ npr. VLAN