
Siete LAN a MAN podľa štandardov IEEE 802

IEEE 802.2

IEEE 802.3

IEEE 802 LAN všeobecne

- peer-to-peer komunikácia po zdieľanom médiu
- vysielanie informácie všetkým uzlom (broadcast)
- spoločné fyzické médium
- nutnosť prístupovej metódy

Siete LAN a MAN podľa IEEE 802

- IEEE, ANSI – fyzická a linková vrstva
- linková – MAC, LLC

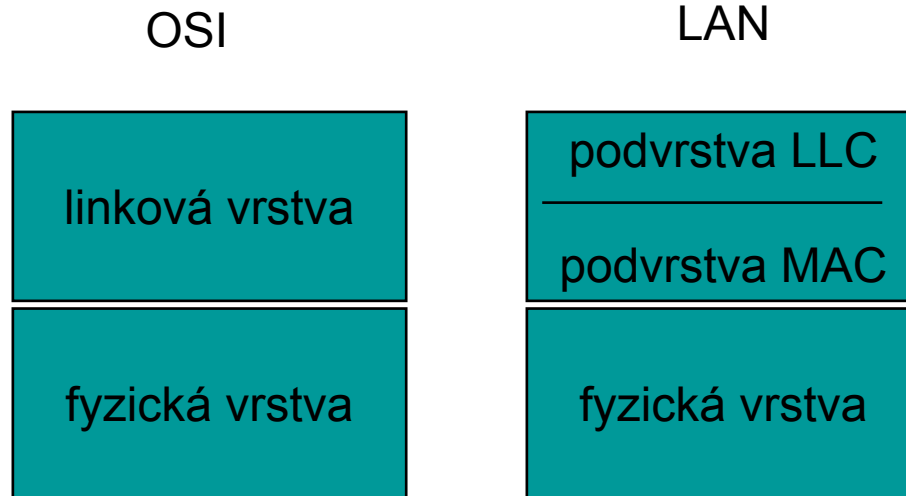
- IEEE: 802.x
- ANSI: ISO 8802

Siete LAN a MAN podľa IEEE 802

- 802.3 – Ethernet
- 802.11 – bezdrôtové LAN

- 802.15 – Bluetooth
- 802.16 – bezdrôtové MAN

Protokolový model LAN



- MAC – medium access control, podvrstva riadenia prístupu k médiu
- LLC – logical link control, podvrstva riadenia logického spoja

IEEE 802

MAC

- riadenie prístupu k médiu
- časový multiplex
- kontrola správnosti prenášaných rámcov
- hodnotí blokovanie siete
- IEEE 802.3 (Ethernet), 802.5 (Token Ring), ...

LLC

- riadenie spojenia
- vytváranie, rušenie, kontrola linkových spojení medzi uzlami siete
- riadenie bezpečného prenosu medzi dvoma uzlami siete
- IEEE 802.2

Ethernet - fyzická vrstva pre 10Mbit/s

- **<prenos. rýchlosť> <spôsob prenosu> <max.dĺžka>**
Mbit/s BASE/BROAD F/T/x
- BASE/BROAD – prenos v základnom pásme/ širokopásmový prenos
- F/T/x – prenosový prostriedok al. max. dĺžka (približne) jedného segmentu v stovkách metrov – optika / symetrický kábel / 2 al. 5

- **10Base5**

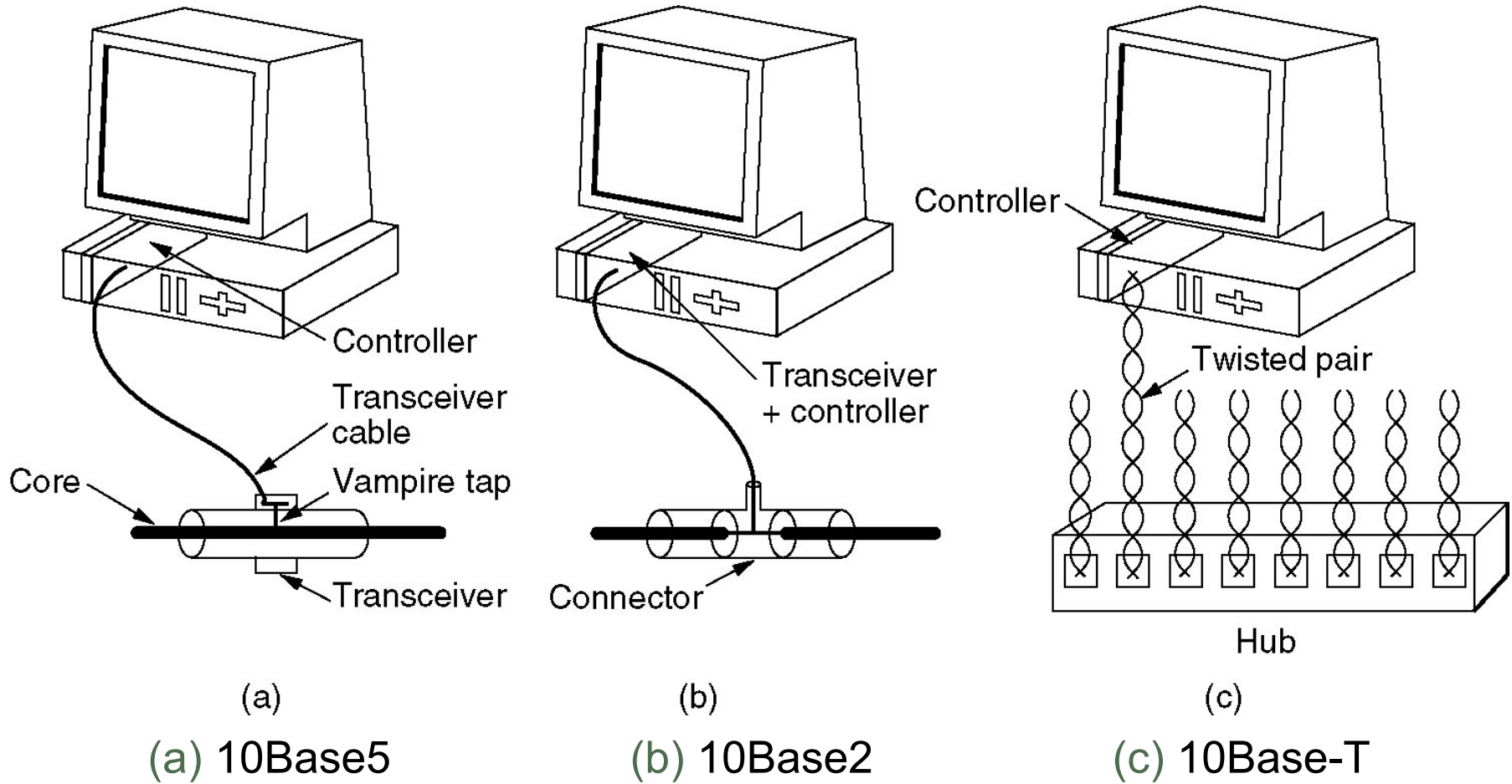
- **10Base-T**

Ethernet - fyzická vrstva pre 10Mbit/s

Najbežnejšie typy Ethernetu pre 10 Mbit/s

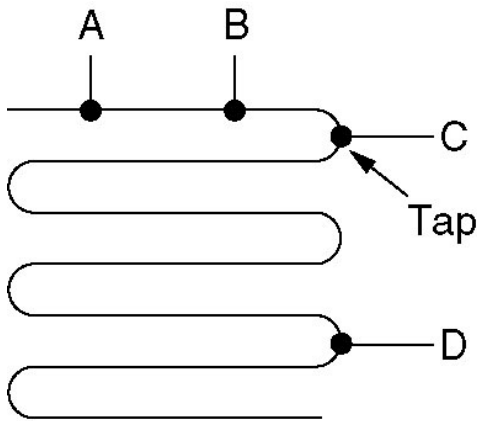
| Name | Cable | Max. seg. | Nodes/seg. | Advantages |
|-------------|--------------|------------------|-------------------|------------------------------|
| 10Base5 | Thick coax | 500 m | 100 | Original cable; now obsolete |
| 10Base2 | Thin coax | 185 m | 30 | No hub needed |
| 10Base-T | Twisted pair | 100 m | 1024 | Cheapest system |
| 10Base-F | Fiber optics | 2000 m | 1024 | Best between buildings |

Ethernet - fyzická vrstva pre 10Mbit/s



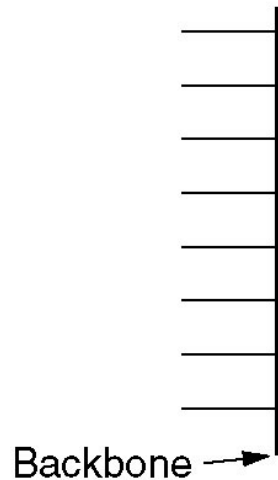
Ethernet - fyzická vrstva pre 10Mbit/s

Topológie káblovania



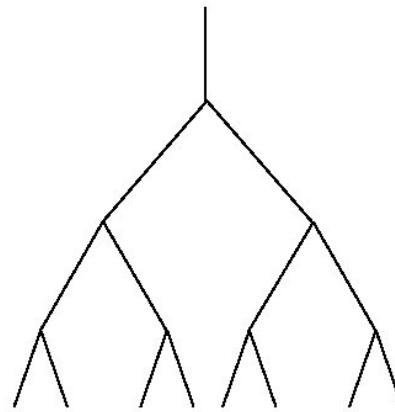
(a)

(a) Lineárna



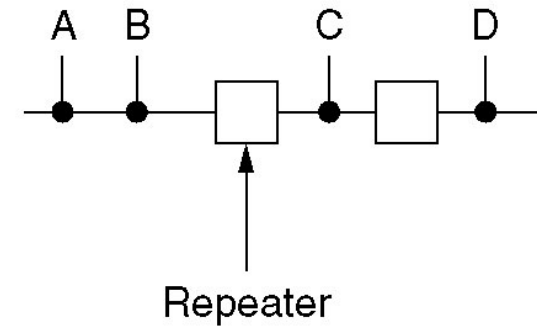
(b)

(b) Chrbticová



(c)

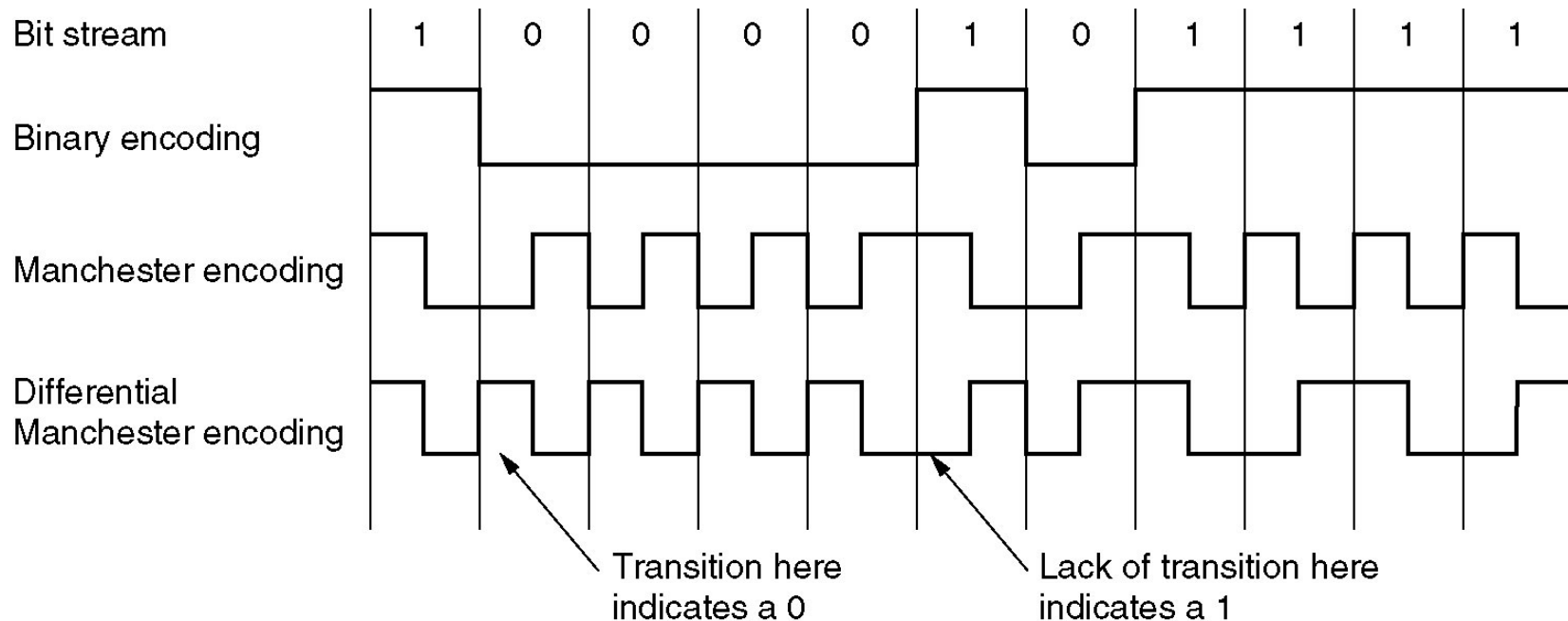
(c) Strom



(d)

(d) Segmenty

Linkový kód



(a) Binárny kód

(b) kód Manchester

(c) Diferenčný kód Manchester

10BASE5

■ 10BASE5

- „thick Ethernet“, konektor vampír
- 50 ohm koaxiálny kábel, 10 Mbit/s, kód Manchester, max. dĺžka segmentu 500 m
- opakovač (repeater) - možnosť zväčšenia siete, digitálny zosilňovač, regeneruje signál v oboch smeroch medzi prepojovanými segmentami
- medzi 2 uzlami povolená iba jedna trasa segmentov a opakovačov
- IEEE 802.3 - max. 4 opakovače v trase medzi ľubov. 2 uzlami - efektívna dĺžka média 2500 m

10BASE2

- **10BASE2** (IEEE 802.3a)
 - „thin Ethernet“, BNC konektory, 50 ohm koaxiálny kábel
 - tenký, 10 Mbit/s, kód Manchester
 - max. dĺžka segmentu 185 m

10BASE-T

- **10BASE-T** (IEEE 802.3i)
 - 10 Mbit/s, max. dĺžka segmentu 100 m
 - UTP (unshielded twisted pair)
 - T = Twisted pair (krútená dvojlinka, symetrický kábel), max. dĺžka segmentu 100 m
 - topológia - hviezda, **hub** ako opakovač (vysielanie jedného uzla sa vyše všetkým uzlom)
 - fyzicky hviezda, logicky zbernica

10BROAD36

■ 10BROAD36

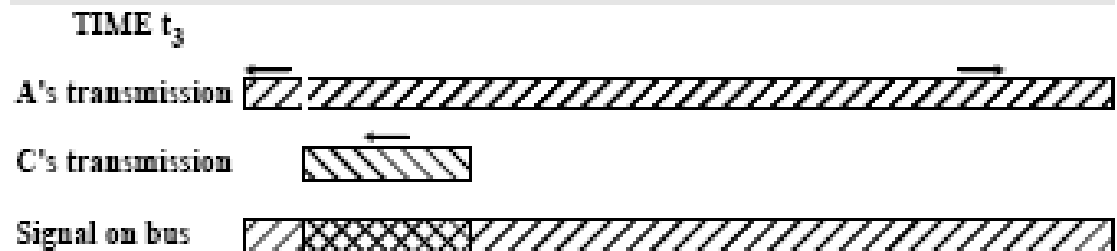
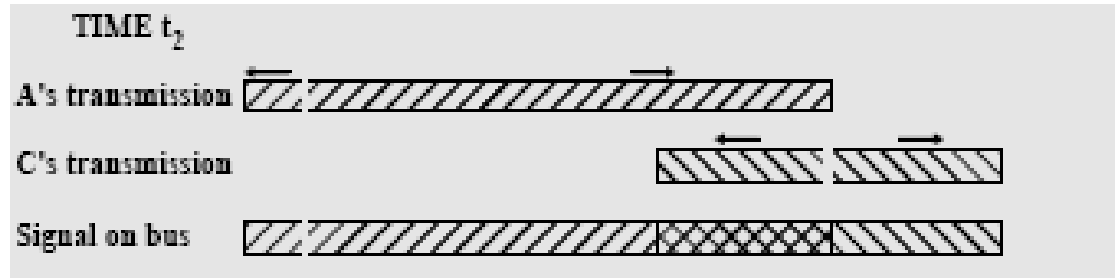
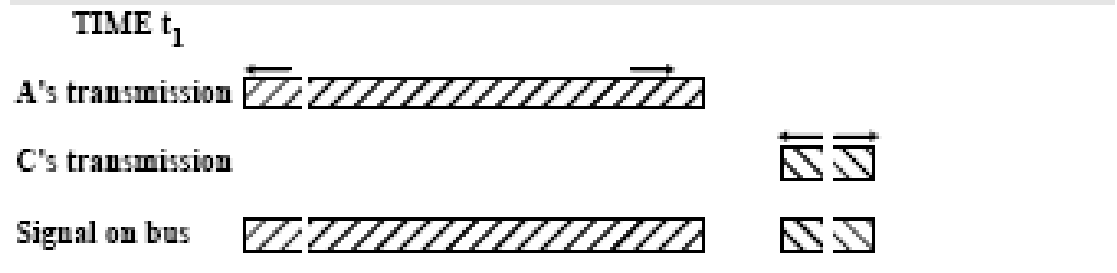
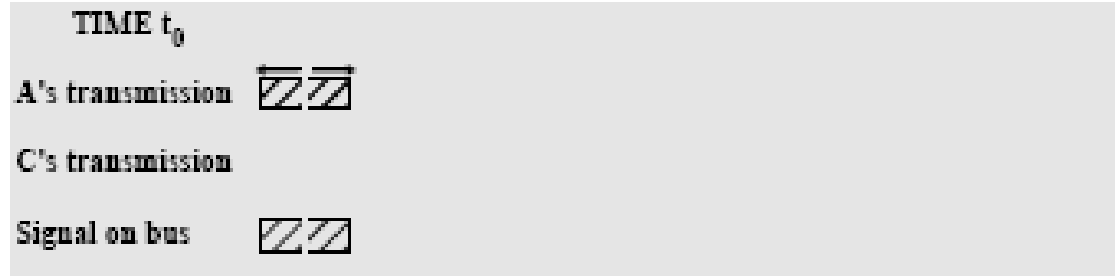
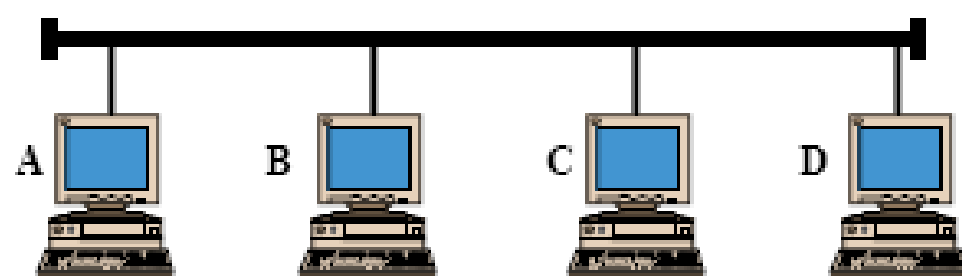
- nepoužívané
- jediná špecifikácia pre broadband
- štandardný 75 ohm TV coax. kábel
- 10 Mbit/s
- dáta skramblované, potom analógovo modulované (DPSK - differential phase-shift keying)

10BASE-F

- 10BASE-F
 - optické vlákna
 - rádovo kilometre

- špecifikácia 10 BASE Fx IEEE802.3j
 - 10 BASE FL
 - 10 BASE FB
 - 10 BASE FP

Ethernet-CSMA/CD



CSMA/CD

Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection

Binary exponential backoff algorithm

- po i -tej kolízii - čaká sa náhodné číslo medzi 0 a $2^{i-1} * \text{počet slotov}$
- po 10. kolízii je interval náhodných čísel konšt. 0 až 1023 ($2^{10}-1$)
- po 16 kolíziách - ohlásená chyba

CSMA/CD

prečo takýto algoritmus:

malé oneskorenie pre málo uzlov

rozumný čas riešenia kolízie pre viac uzlov

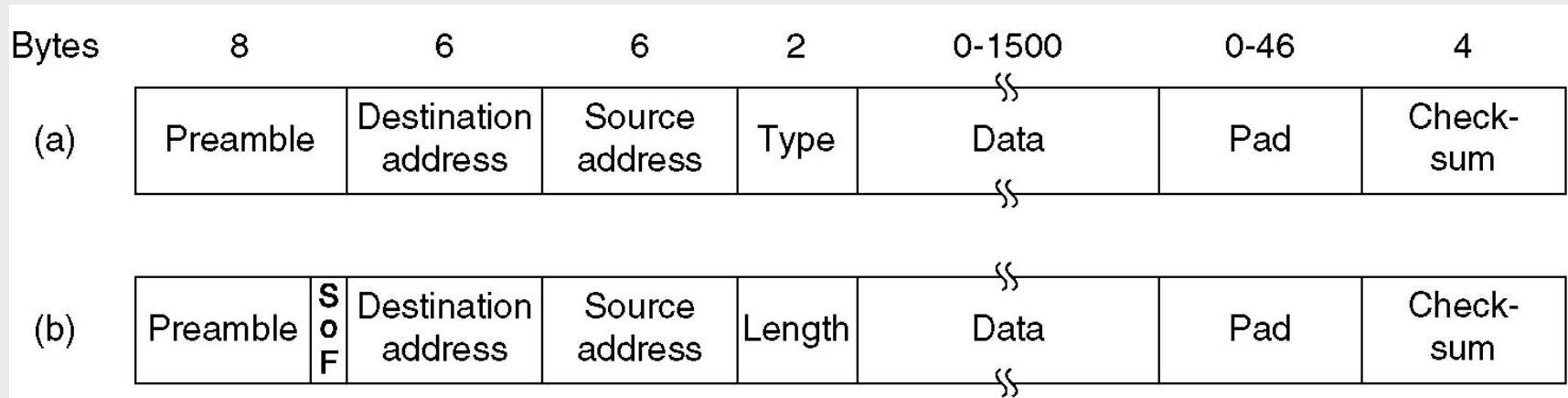
CSMA/CD

Trvanie slotu

- najdlhší možný čas šírenia po médiu 2τ
- najdlhšie médium pre 802.3 je 2500 m
- pre 10 Mbit/s je trvanie slotu $2\tau = 51,2 \mu\text{s}$

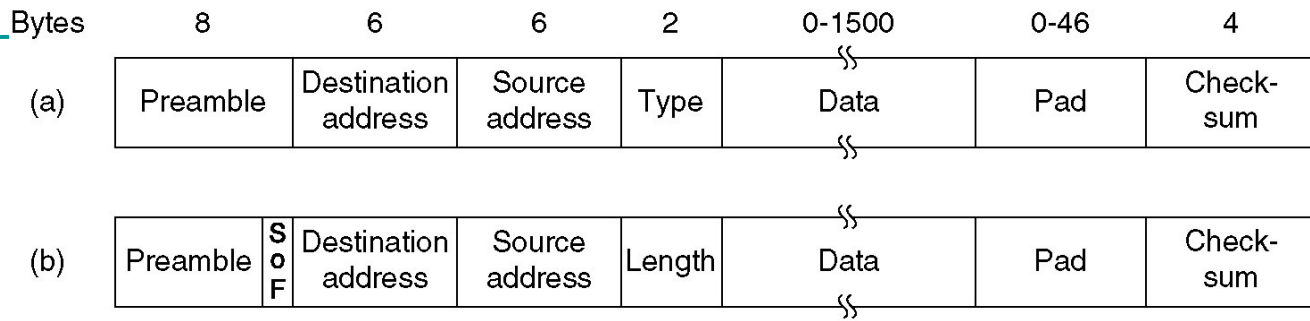
Ethernet MAC rámeč

Formáty rámcov (a) DIX Ethernet (Ethernet II), (b) IEEE 802.3.



SFD = Start of frame delimiter
 DA = Destination address
 SA = Source address
 FCS = Frame check sequence

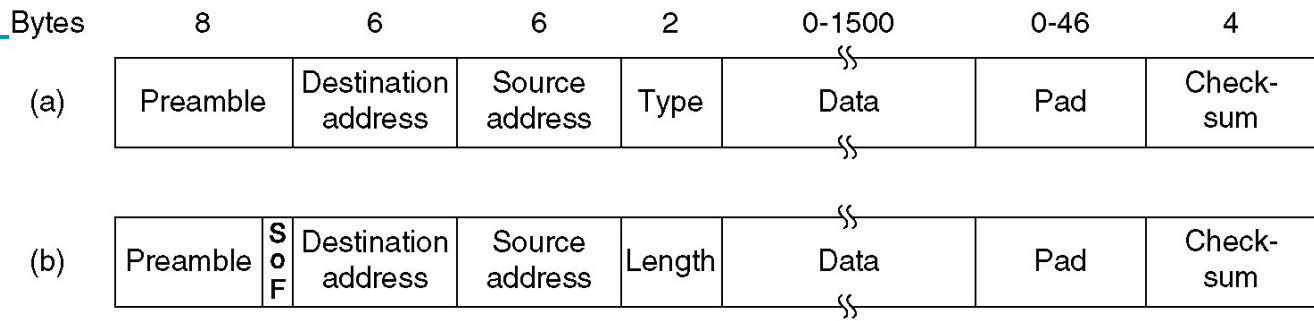
MAC rámeček



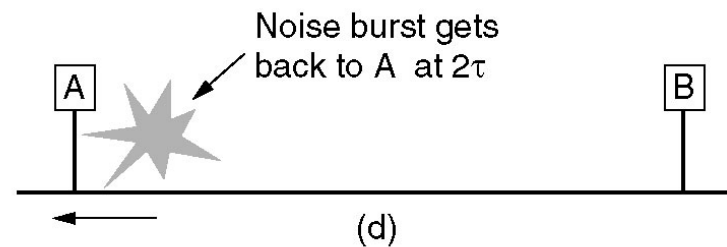
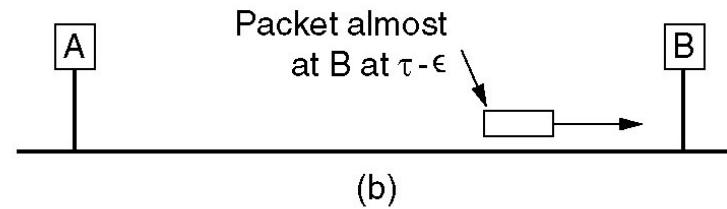
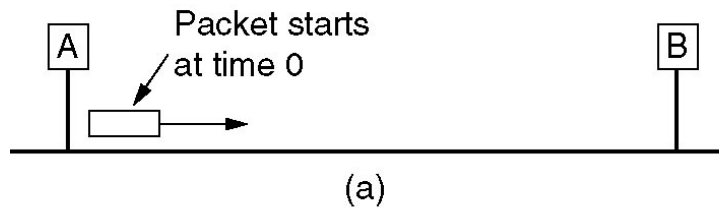
formát DIX (Dec, Intel, Xerox)

- **Preamble:** synchronizácia, 8 B 10101010
- **Destination address DA, Source address SA** - adresa cieľa a zdroja
 - 2 al. 6 B, pre 10Mbit/s len 6 B
- **Type:** identifikátor protokolu paketu vyššej vrstvy, ktorý sa v rámci prenáša
- **Data** - max. 1500 B, je aj min. dĺžka = 64 B - kvôli kolíziám

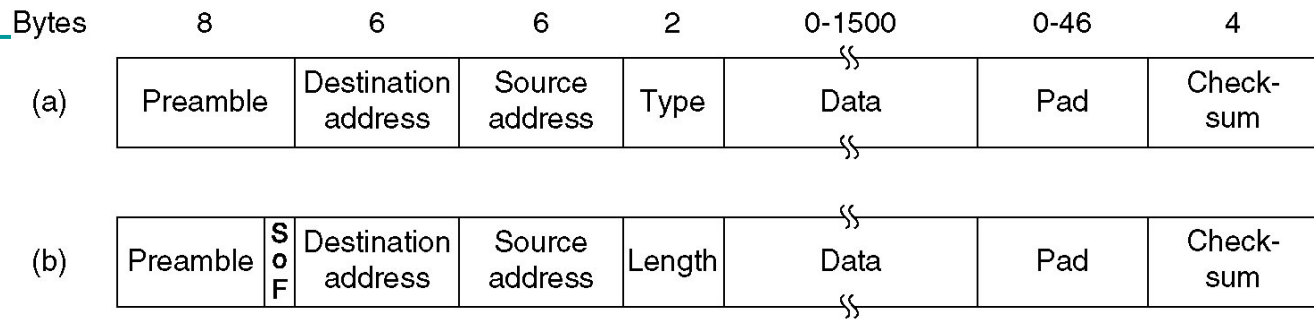
MAC rámeček



- min. délka

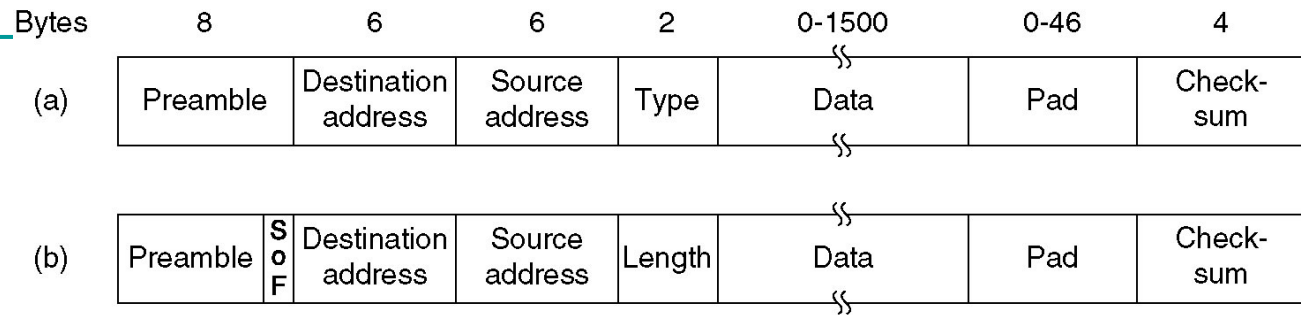


MAC rámeček



- čas vysielania rámca musí byť väčší ako 2τ - kvôli kolíziám
- **PAD** - doplnenie kratších rámcov na 64 B
- **Checksum** - zabezpečenie dát, CRC - detekcia chýb

MAC rámeč



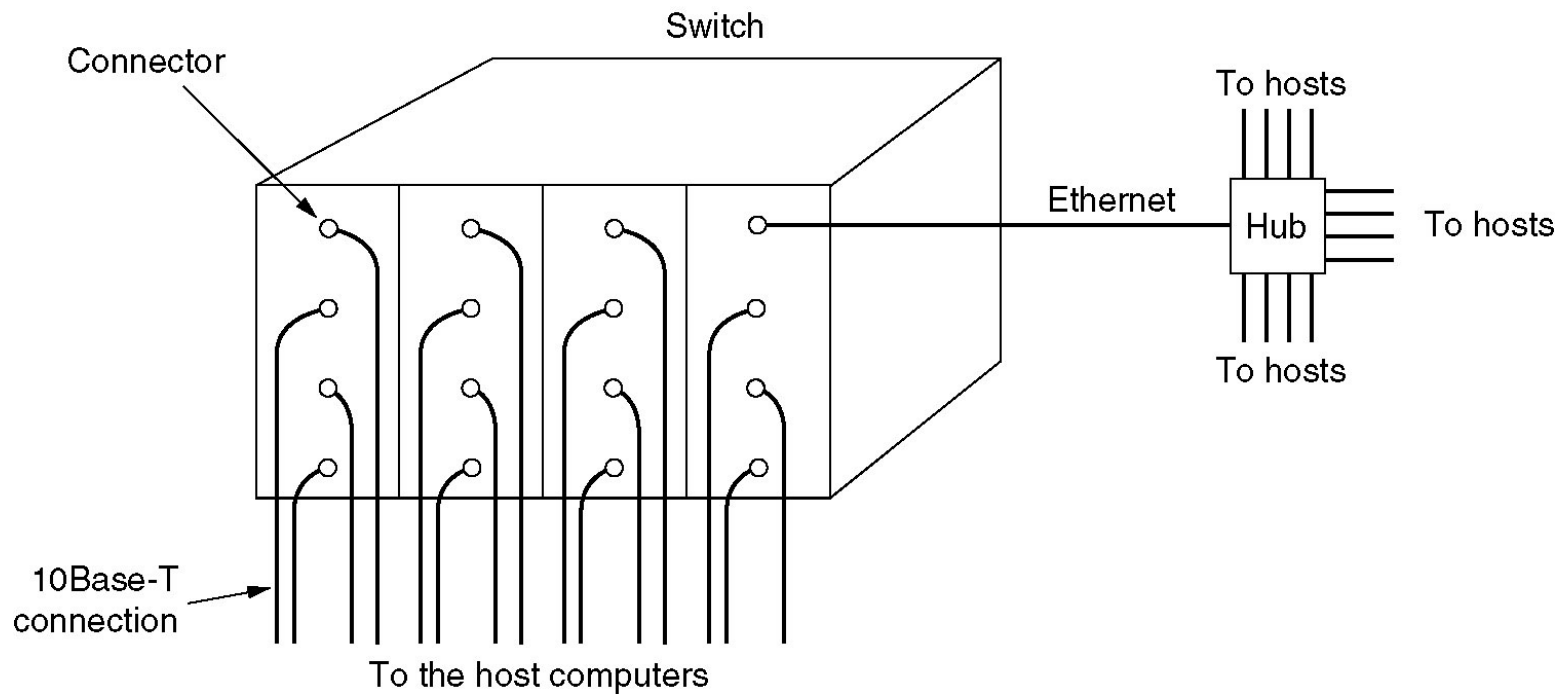
formát IEEE 802.3

- **Preamble** - skrátene na 7 B
- **SoF** (start of frame, SFD - start of frame delimiter): pre kompatibilitu s 802.4 a 802.5
- **Length** namiesto Type - počet B v dátovej časti

Prepínaný Ethernet (Switched Ethernet)

Prepínač (switch)

- zásuvné karty s konektormi



Prepínaný Ethernet (Switched Ethernet)

Prepínač (switch)

- 1) všetky porty na karte spojené do jednej LAN
- 2) každý port ukladaný do RAM na karte

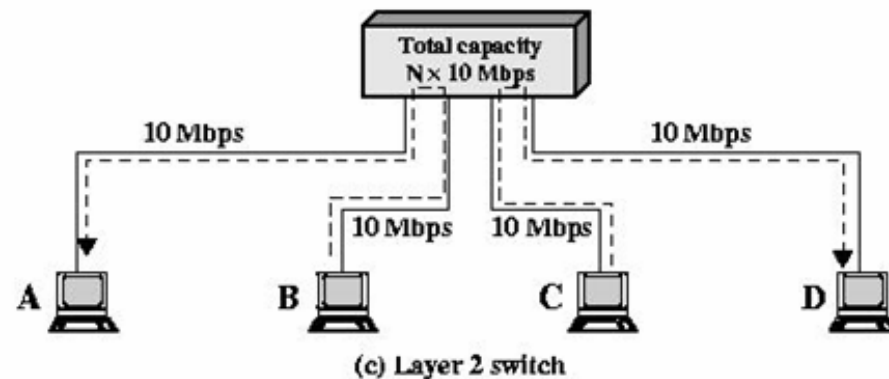
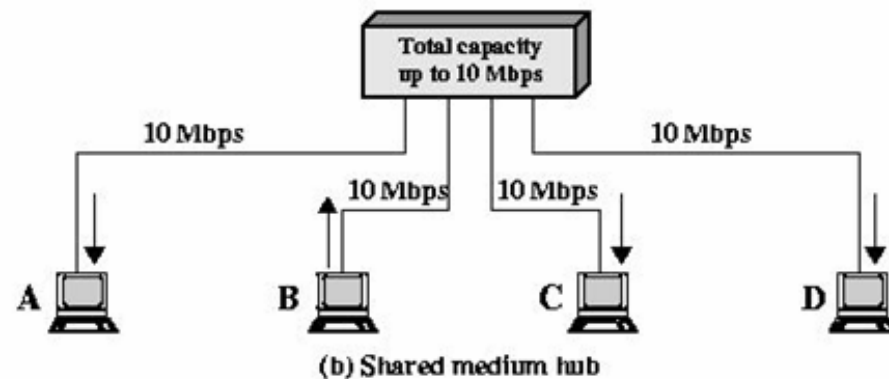
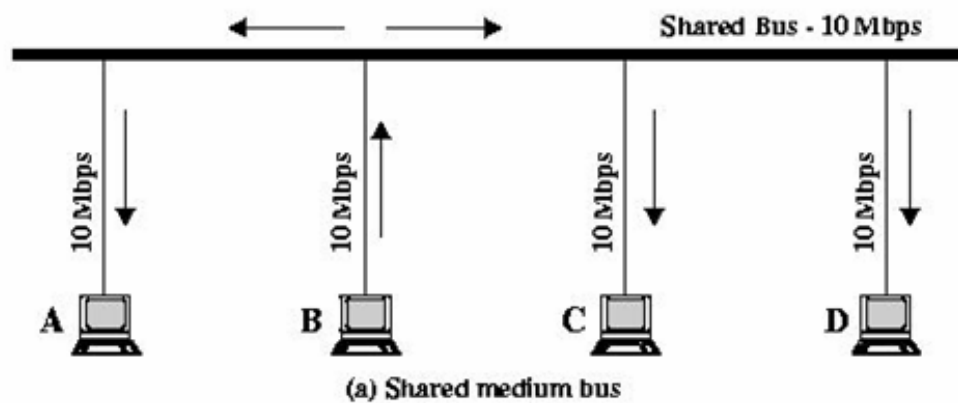
Hub a prepínač

Hub

Prepínač vrstvy 2 (Layer 2 Switch)

Prepínače:

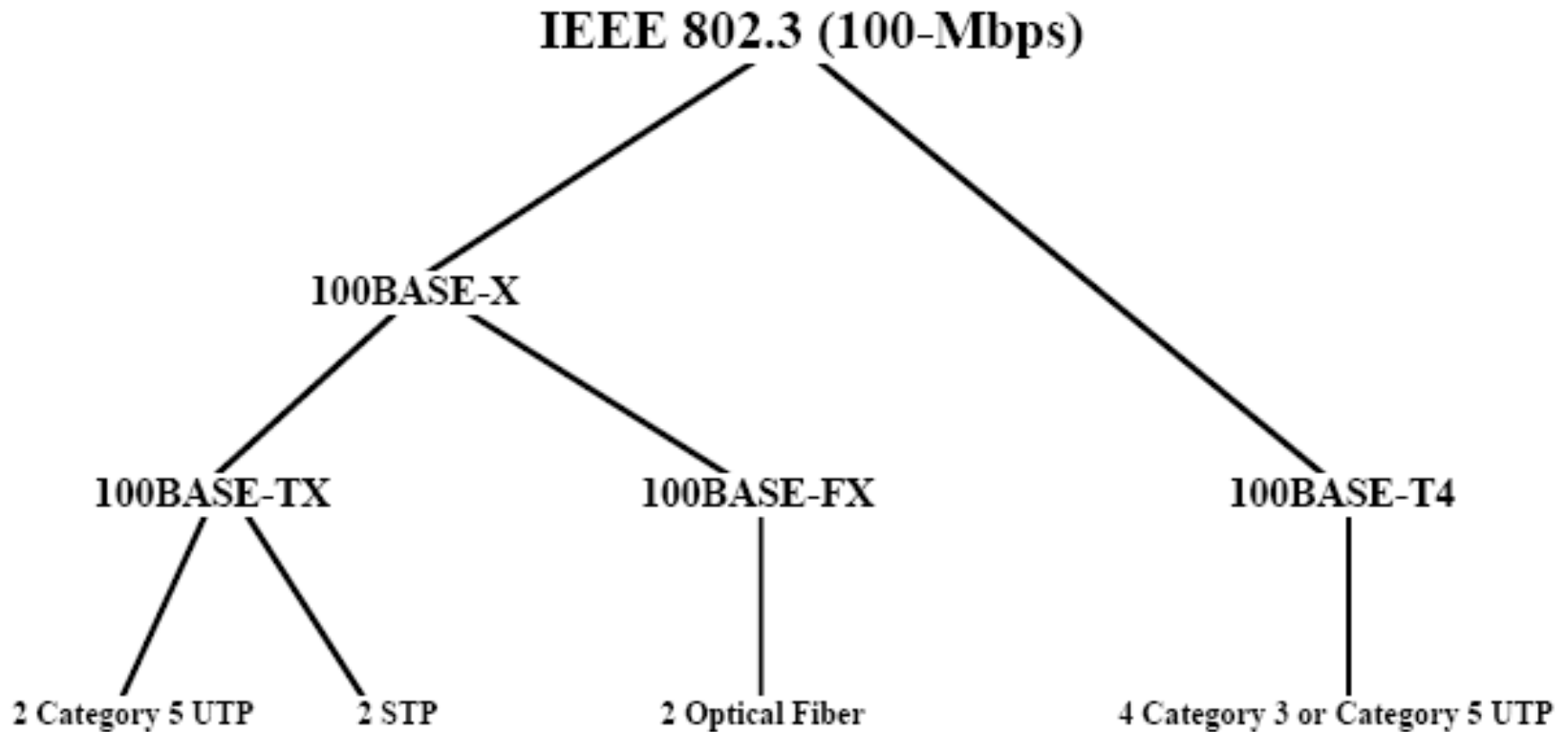
- cut-through
- store-and-forward



Fast Ethernet, IEEE 802.3u

1. ponechať 802.3, ale zrýchliť ho → IEEE 802.3u
 2. úplné prepracovanie → 100VG-AnyLAN, IEEE 802.12
- 802.3u (spätná kompatibilita, nie nové problémy s novými protokolmi)

Fast Ethernet



| Name | Cable | Max. segment | Advantages |
|------------|--------------|--------------|------------------------------------|
| 100Base-T4 | Twisted pair | 100 m | Uses category 3 UTP |
| 100Base-TX | Twisted pair | 100 m | Full duplex at 100 Mbps |
| 100Base-FX | Fiber optics | 2000 m | Full duplex at 100 Mbps; long runs |

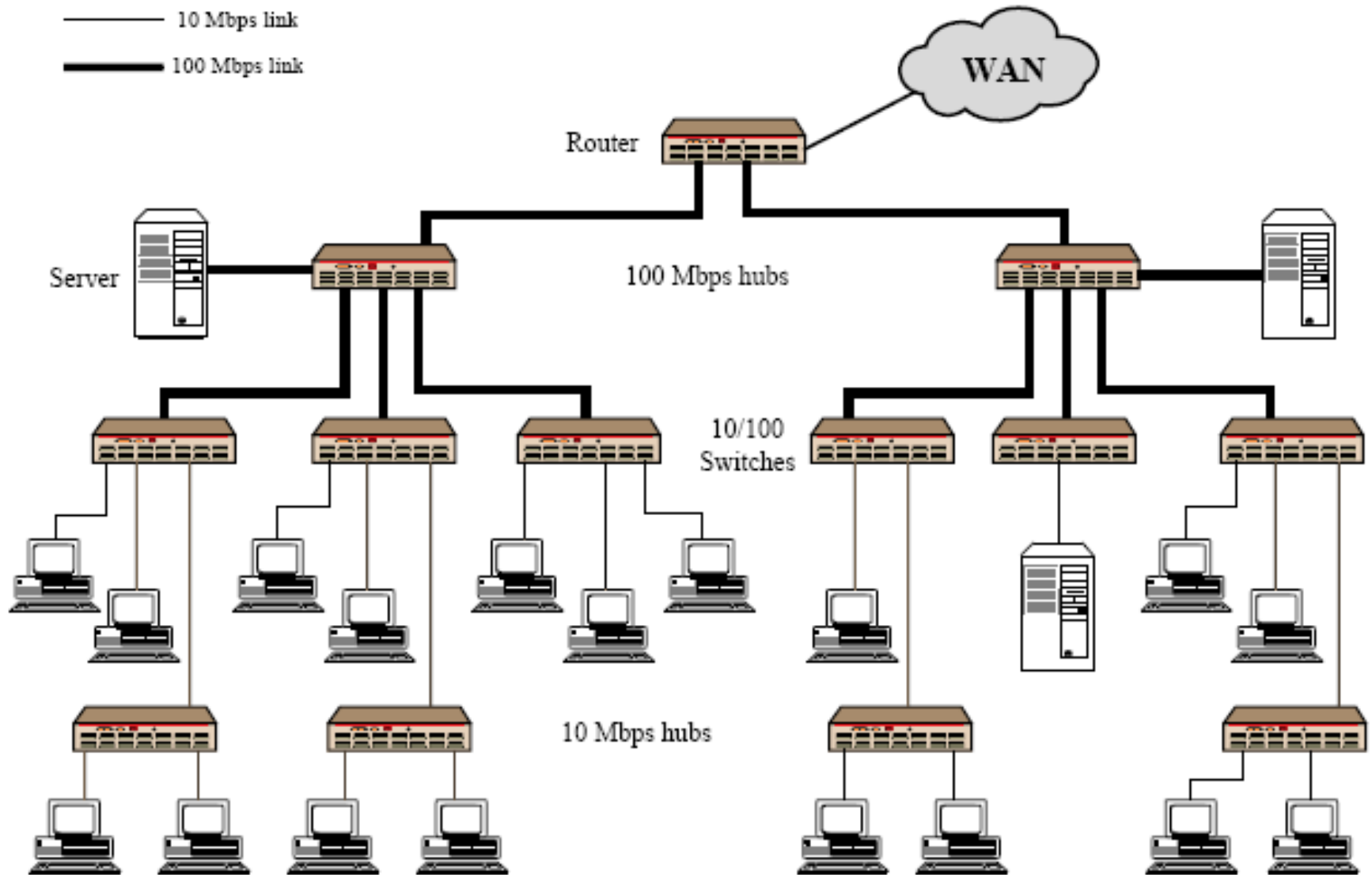
Fast Ethernet

- 100BASE-TX
 - 2 symetrické páry (krútené dvojlinky)-vysielanie a príjem, kód 4B/5B, plný duplex
 - STP alebo UTP kat. 5
- 100BASE-T4
 - sym. páry kat. 3, nedá sa 100Mbit/s priamo
 - 4 sym. páry
 - 3 páry súčasne použité na vysielanie v jednom smere
 - 3x 33a1/3 Mbit/s
 - kód 8B/6T, využ. ternárne symboly (8 bits to 6 trits)
- 100BASE-FX
 - optické vlákna

Fast Ethernet

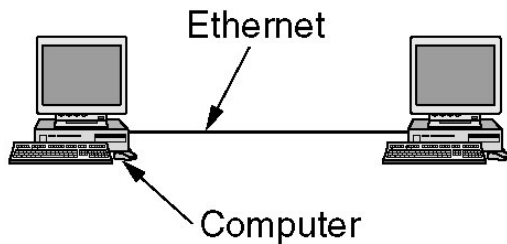
- 100BASE-T: spoločný názov pre 100BASE-TX a T4
- 100BASE-FX
 - iba prepínače

Príklad chrbticového Ethernetu 100 MBit/s

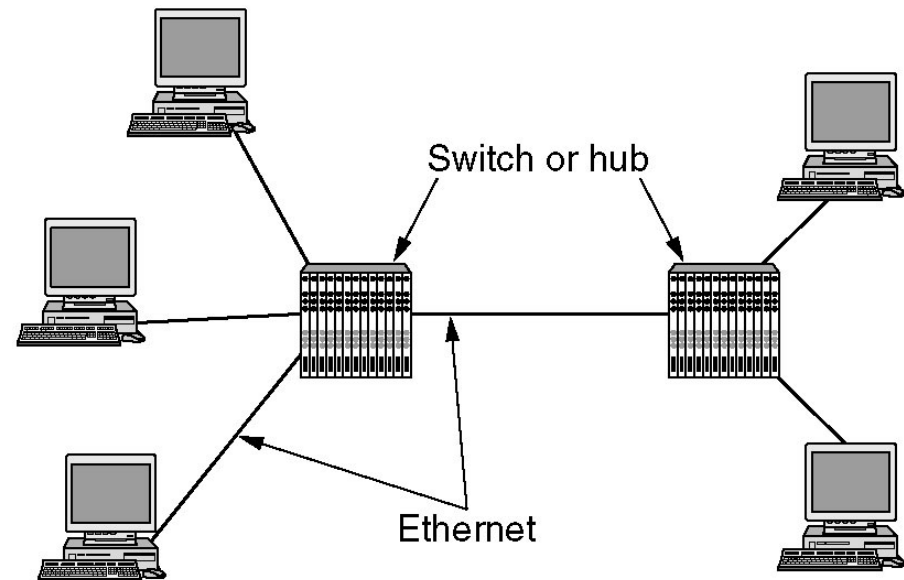


Gigabitový Ethernet, IEEE 802.3z

- podobne ako Fast Ethernet - spätná kompatibilita, ponechať formáty rámcov, rozhrania, pravidlá,
- iba konfigurácia point-to-point, 2 zariadenia na 1 kábli (počítač al. hub)



(a)



(b)

Gigabitový Ethernet

Gigabit Ethernet:

- plný duplex

- poloduplex

- **Riešenie:**
 1. padding rámcov na 512 B – HARDVÉROVO
 2. frame bursting, zhlukovanie rámcov

Gigabitový Ethernet

| Name | Cable | Max. segment | Advantages |
|-------------|----------------|--------------|---|
| 1000Base-SX | Fiber optics | 550 m | Multimode fiber (50, 62.5 microns) |
| 1000Base-LX | Fiber optics | 5000 m | Single (10 μ) or multimode (50, 62.5 μ) |
| 1000Base-CX | 2 Pairs of STP | 25 m | Shielded twisted pair |
| 1000Base-T | 4 Pairs of UTP | 100 m | Standard category 5 UTP |

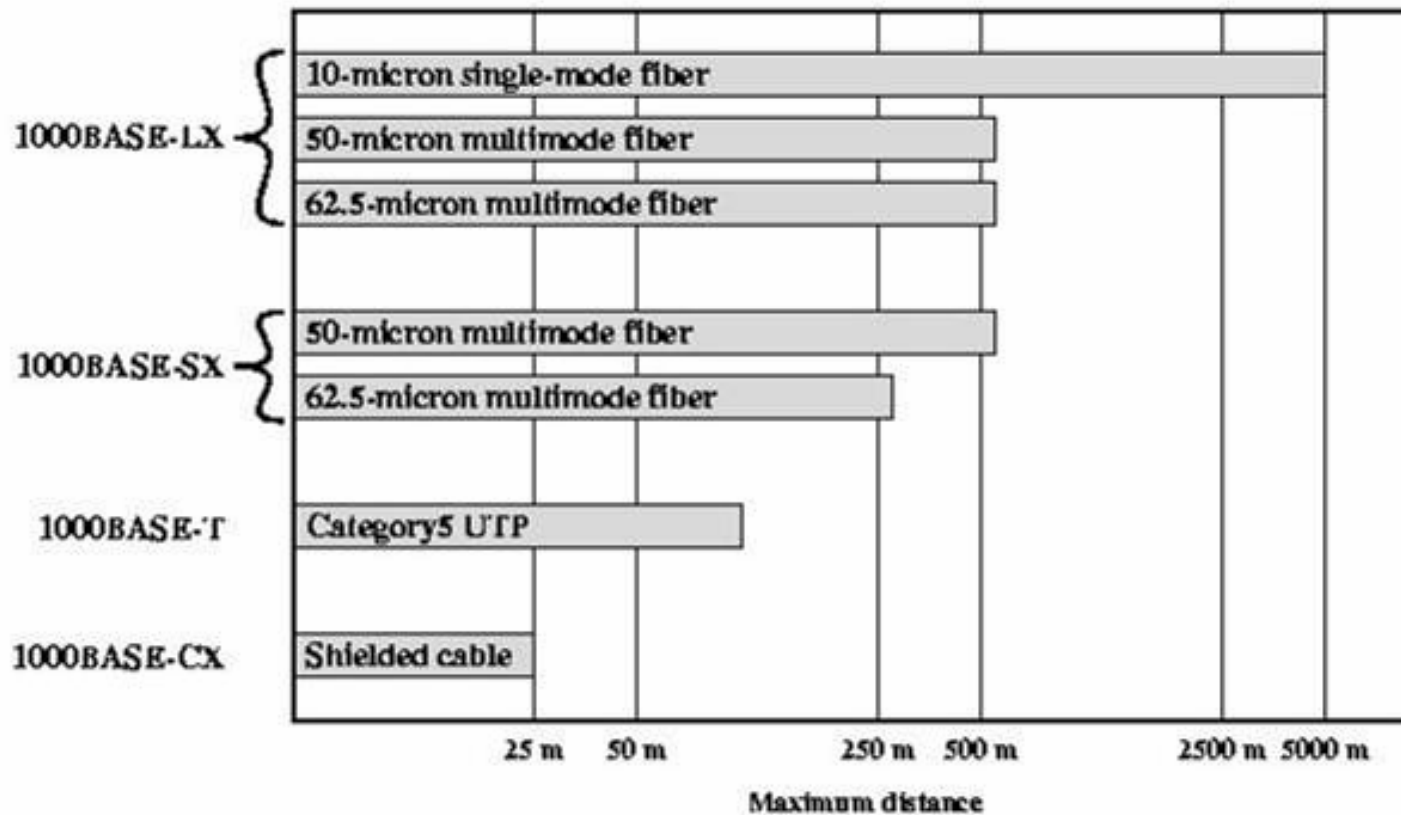
1000BASE-SX, 1000BASE-LX (kód. 8B/10B)

- iba lasery (LED nie, pomalé)
- 2 vlnové dĺžky
 - 0.85 μ m (**S**hort)
 - 1.3 μ m (**L**ong)
- priemery opt. vlákna
 - 10 μ m - jednomódové
 - 50 a 62.5 μ m - mnohomódové

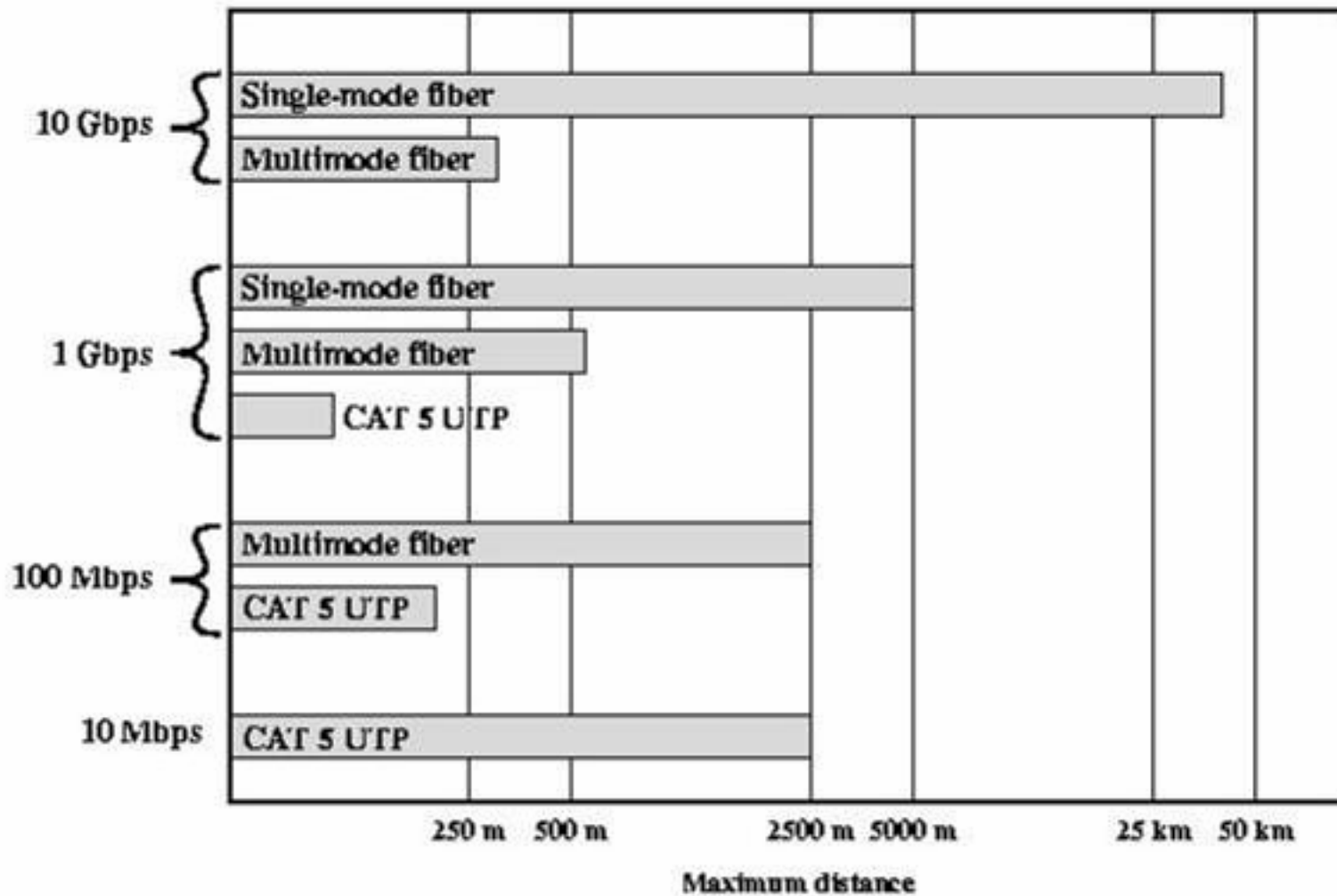
1000BASE-CX - **C**opper – tienené medené káble STP (kód. 8B/10B)

1000BASE-T - zväzok 4 sym. párov **U**TP kategórie 5

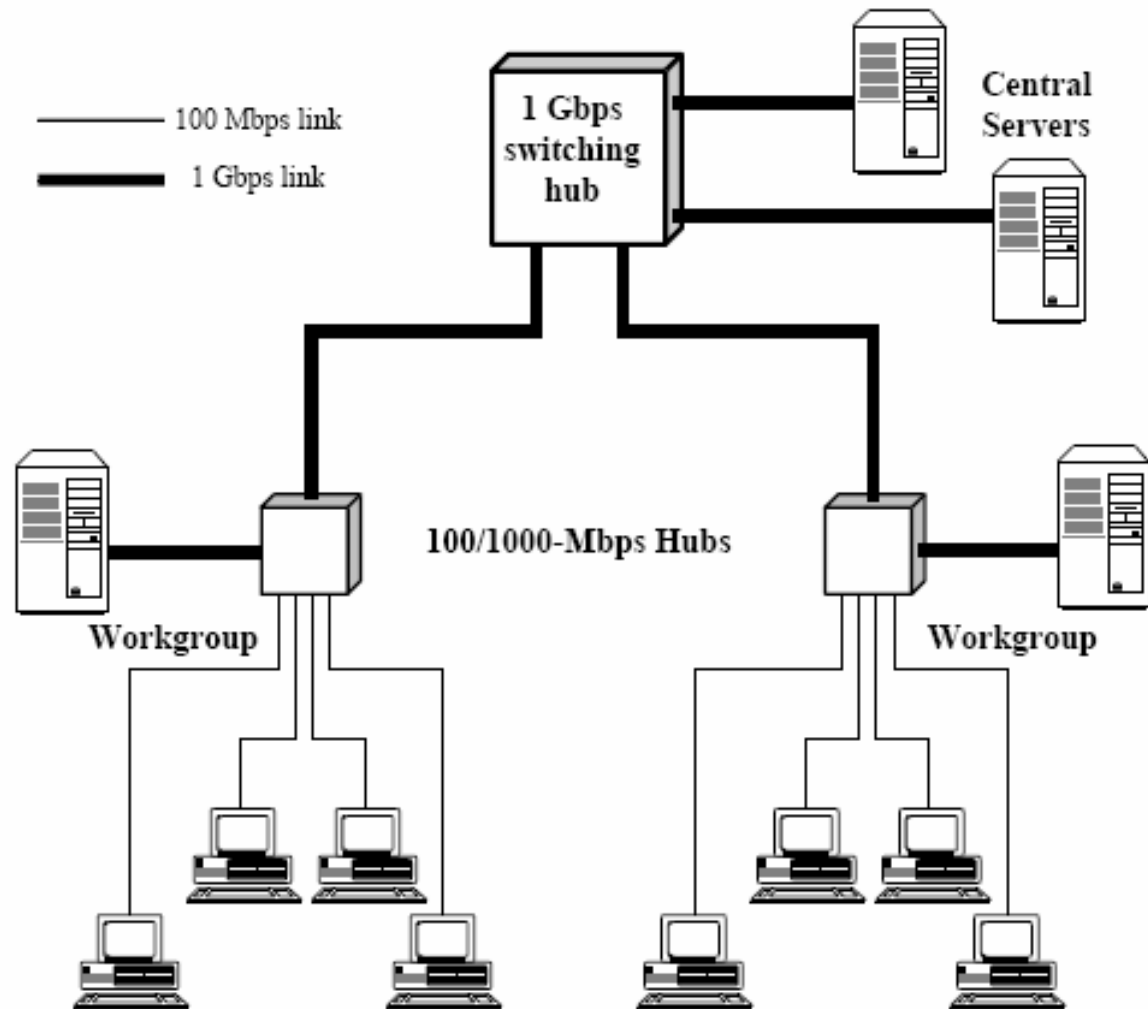
Média pre Gigabitový Ethernet (log. mierka)



Ethernet – prenosové rýchlosti a vzdialenosti (log. mierka)



Príklad konfigurácie gigabitového Ethernetu

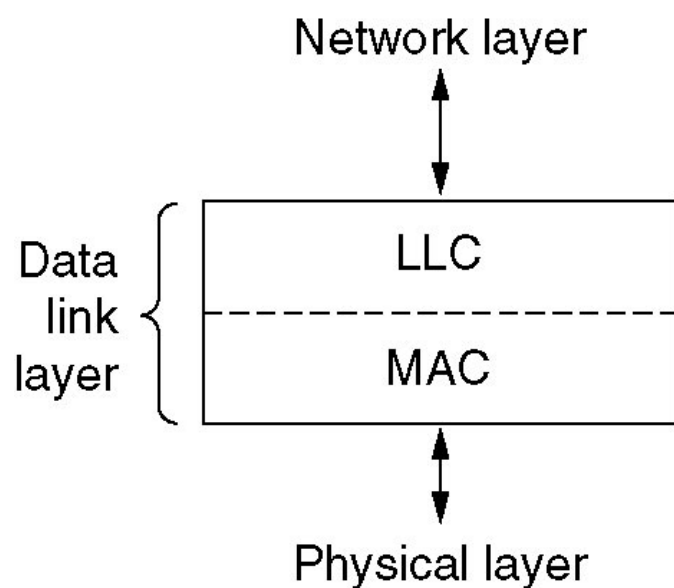


10gigabitový Ethernet, IEEE 802.3ae

- IEEE 802.3ae : štandard pre 10Gbit Ethernet
- IEEE formálne ratifikovala 12.6.2002.

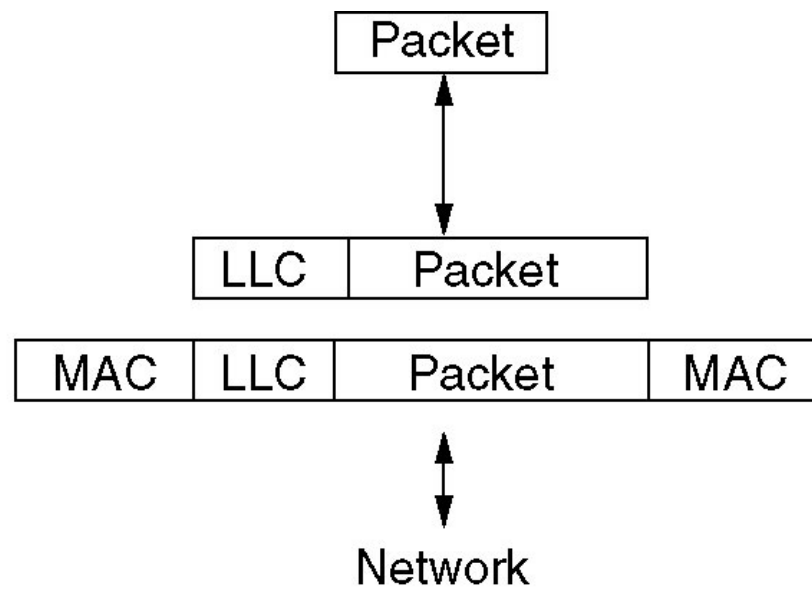
- 10Gbit Ethernet:
 - iba full-duplex
 - 10 Gbit/s
 - multimódové optické vlákno: do 300 m
 - jednomódové optické vlákno: do 40 km
 - časté označenie *10GbE*

IEEE 802.2: Logical Link Control



(a)

Podvrstva LLC



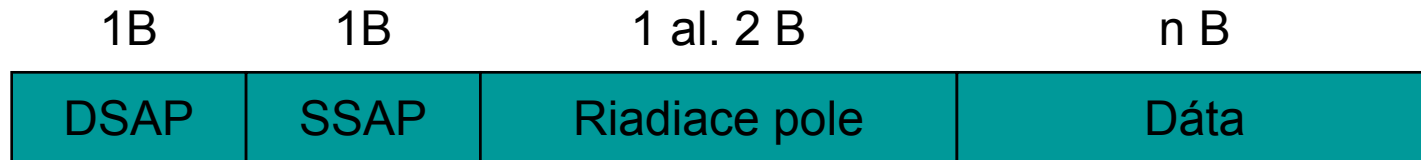
(b)

Enkapsulácia

IEEE 802.2: LLC

- LLC – pre siete 802.x jednotný fomát a rozhranie k sieťovej vrstve
- založený na HDLC
- 3 typy služieb
 - nespoľahlivá datagramová služba
 - potvrdzovaná datagramová služba
 - spoľahlivá spojovo orientovaná služba

Rámce podvrstvy LLC



- DSAP – cieľový (destination) SAP
- SSAP – zdrojový (source) SAP
- Riadiace pole, závisí od typu rámca (I, S, U)
- Dáta – z vyšších vrstiev

Ethernet-zhrnutie

- jednoduchý
 - spoľahlivý, lacný, ľahká údržba
- flexibilný
 - spolupráca s TCP/IP
 - znásobenie rýchlostí, pridanie hubov a prepínačov, ale žiadna zmena v softvéri
 - výhoda oproti FDDI, Fibre Channel, ATM