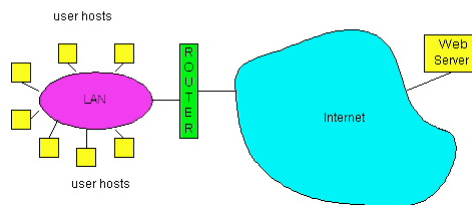


LAN Technológiák

Osztott médium hálózatok

LAN-ok



Fejlett pollozási megoldások

- ✦ pollozási időtöbblet csökkentése
- ✦ ütközési veszteség csökkentése
- ✦ szabványos megoldások
 - ◆ IEEE 802.3 Ethernet
 - ◆ IEEE 802.4 Token Bus
 - ◆ IEEE 802.5 Token Ring
 - ◆ IEEE 802.11 WLAN
 - ◆ ANSI FDDI

Helyi hálózatok (LAN-ok)

- ✦ kommunikációs hálózat, „lokális” méret
- ✦ broadcast jellegű átvitel
- ✦ nincs layer 3 funkcionalitás

Store-And-Forward Network		Local Area Network
Inter-net (routing)	Layer 3	Inter-net (routing)
Intra-net (routing)		N/A
LLC Sub-Layer	Layer 2	LLC Sub-Layer
N/A		MAC (Intra-net) addressing
Physical Layer	Layer 1	Physical Layer

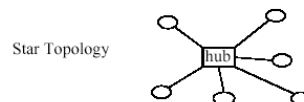
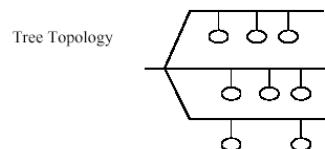
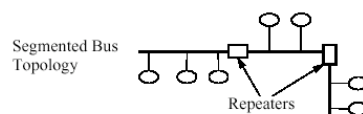
Átvitel kategorizálása

✦ Két dimenzió

- ◆ osztott - dedikált
- ◆ vezetővel - vezető nélkül
- ✦ vezető nélküli osztott
 - ◆ rádió adathálózatok
- ✦ vezető nélküli dedikált
 - ◆ infra kapcsolat két eszköz között
- ✦ osztott vezetővel
 - ◆ kábelezett LAN
- ✦ dedikált vezetővel
 - ◆ telefon előfizetői szakasz

LAN Topológiák

- ✦ busz
- ✦ gyűrű
- ✦ fa
- ✦ csillag



Csillag topológia

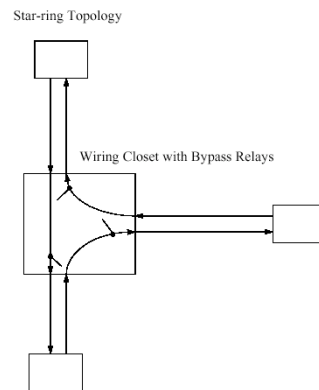
✦ pont-pont kapcsolatok egy központi hubra

- ◆ hub meghibásodása

✦ Ethernet

✦ csillag-gyűrű

- ◆ IBM token ring
- ◆ FDDI
- ◆ bypass relays



Ethernet (802.3)

✦ 70-es évek közepe Xerox PARC

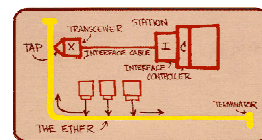
✦ CSMA/CD

- ◆ idle and busy link
- ◆ collision detection

✦ DEC, Intel, Xerox 10-Mbps 1978

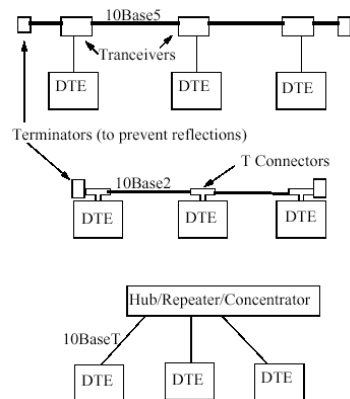
✦ IEEE 802.3

- ◆ több fizikai medium
- ◆ Fast Ethernet 100-Mbps
- ◆ Gigabit Ethernet 1000-Mbps
- ◆ utóbbi két megoldás pont-pont konfigurációban, kapcsolt hálózatokban



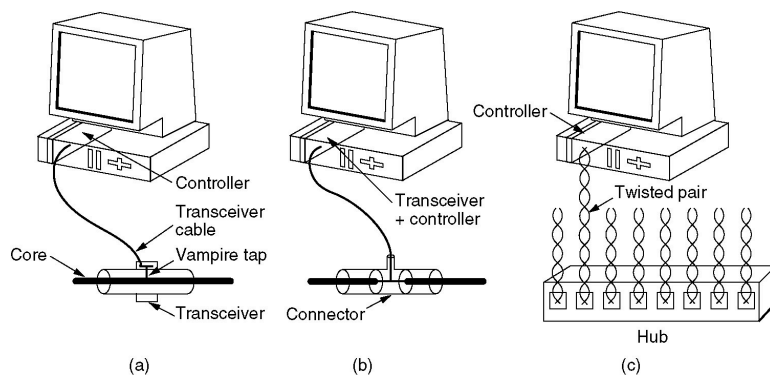
Ethernet kábelezés

- ✦ vastag koax 10Base5
- ✦ vékony koax 10Base2
- ✦ 1Base5
 - ◆ telefon kábelezés
- ✦ 10Broad36
- ✦ 10BaseT
- ✦ ütközési terület



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 kábelezés (folyt.)



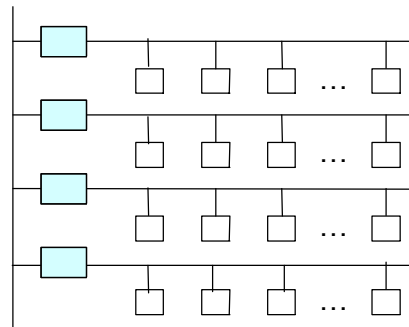
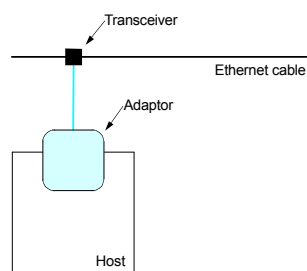
Ethernet kábelezés (folyt.)

☀ tranceiverek

- ◆ minden hoszthoz

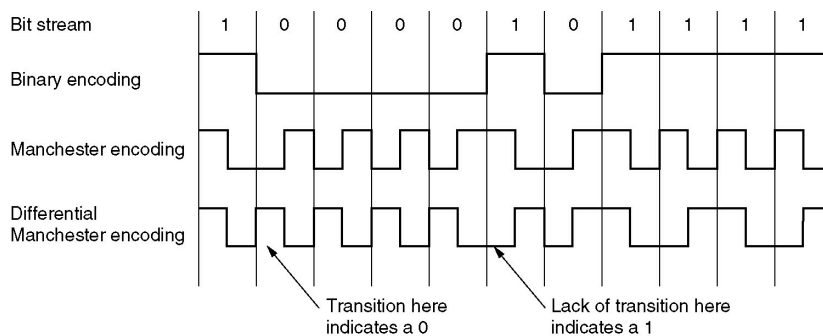
☀ repeaterek (fizikai réteg eszköz)

- ◆ szegmensek



Ethernet kábelezés (folyt.)

☀ Differenciál Manchester kódolás



Ethernet MAC protokoll

✦ Keret formátum

Preamble (56 bits of 1010101... for timing)	
	Delimiter(8)
Destination Address (16 or usually 48 bits)	
	Source Address (16 or 48)
Length or Payload Type	Layer 3 Payload
Payload continued	
Padding (if necessary)	
Frame Check Sequence (32 bits)	

Ethernet MAC protokoll (folyt.)

✦ Címzés

- ◆ 48-bit (globálisan adminisztrált)
 - adapter címe
 - jel.: pl. 8:0:2b:e4:b1:2
 - gyártó előtag 24 bit
- ◆ promiscuous mode
- ◆ unicast cím
- ◆ broadcast cím
- ◆ multicast címek

Ethernet MAC protokoll (folyt.)

☀ Átviteli algoritmus

◆ adási stratégiák CSMA esetén

- nem perzisztens
- 1-perzisztens
- p-perzisztens

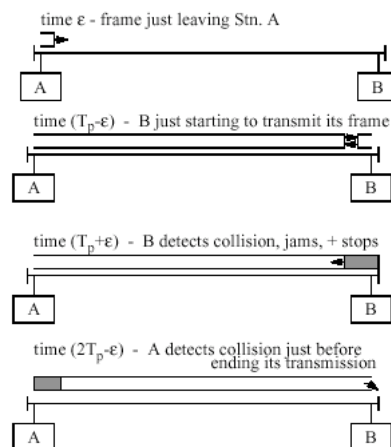
◆ 1-perzisztens

- ütközések
 - ◆ 32 bit jamming signal
 - ◆ 96 bit min. (preamb.+jam.)
 - ◆ adás előtt várakozási idő (exponential backoff) ~ p-perz.

Ethernet MAC protokoll (folyt.)

☀ közeg kihasználtság

◆ legrosszabb eset



Ethernet MAC protokoll (folyt.)

☀ közeg kihasználtság (folyt.) (p-perzisztens)

- ◆ kevés, lökészerű adat átvitele: $U \sim 1$
- ◆ sok aktív csomópont - túlterhelés
- ◆ hasznos átvitel: $Tf/2Tp=1/2a$

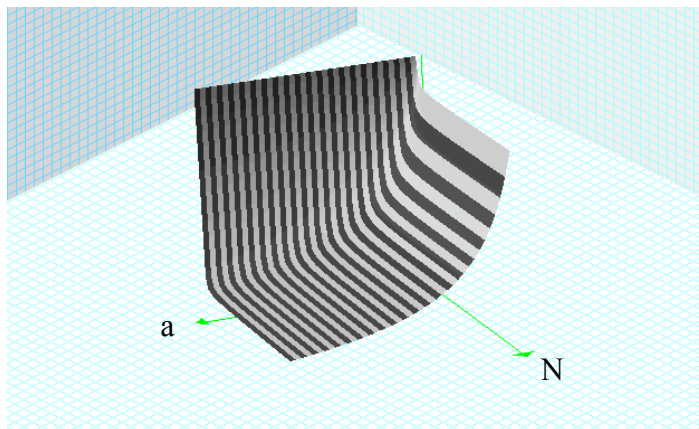
$$U = \frac{1/2a}{(1/2a) + (\text{verseny_feloldás_átl_ideje})}$$

$$A = \binom{N}{1} p(1-p)^{N-1} = Np(1-p)^{N-1} \quad \begin{array}{l} A \text{ max., ha } p=1/N. \\ N \rightarrow \infty \text{ esetén } A=1/e \end{array}$$

$$\sum_{j=0}^{\infty} j(1-A)^j A = \frac{1-A}{A} \quad U = \frac{1/2a}{(1/2a) + (1-A)/A}$$

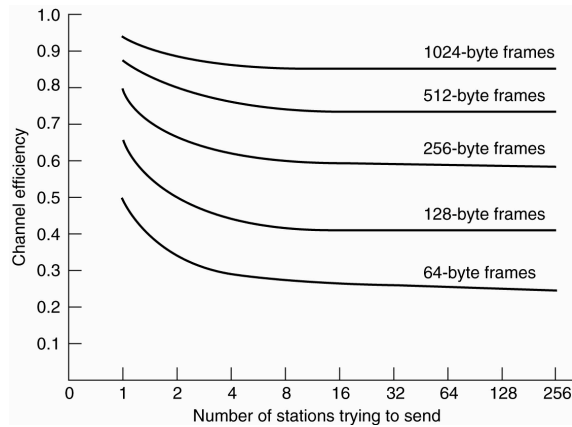
Ethernet MAC protokoll (folyt.)

☀ közeg kihasználtság (folyt.)



Ethernet MAC protokoll (folyt.)

☀ közeg kihasználtság (folyt.)

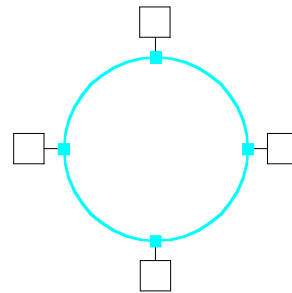


Gbit Ethernet

- ☀ Ethernet keret formátum
- ☀ pont-pont kapcsolat
 - ◆ full-duplex
- ☀ osztott broadcast csatorna
 - ◆ CSMA/CD
 - ◆ rövid távolságok
- ☀ buffered distributors (hub)

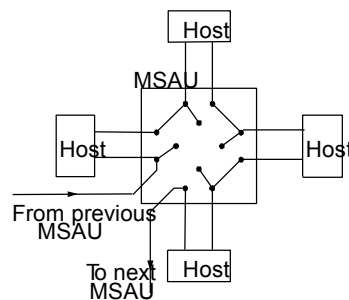
Token Ring (802.5)

- ✦ IBM 1985
- ✦ dedikált, egyirányú adatvonalak
 - ◆ nem kell duplex kapcsolat
 - ◆ nincs verseny helyzet
- ✦ vezérjel
 - ◆ bit szekvencia



Token Ring fizikai jellemzők

- ✦ MSAU
- ✦ 4 Mbps, 16 Mbps
- ✦ diff. Manchester kód.
- ✦ 250 hoszt/ gyűrű
- ✦ IBM csavart érpár
 - ◆ 802.5 nem spec.

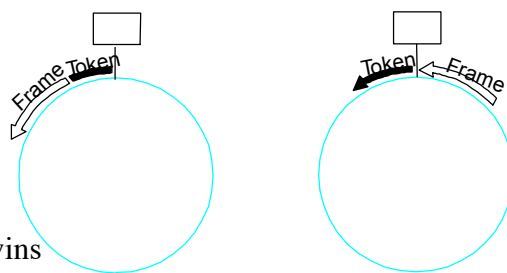


Token Ring MAC

- ✱ ring storage capacity
 - ◆ 24 bit token
 - ◆ 1 bit késleltetés / station
 - ◆ monitor station
- ✱ token megszerzése
- ✱ token tartási idő (THT)
 - ◆ 10 ms
- ✱ token fordulási idő (TRT)
 - ◆ $TRT \leq \text{aktív_csomópontok} * THT + \text{gyűrű késleltetése}$
- ✱ A és C trailer bitek (frame status)
 - ◆ címzett aktív
 - ◆ nyugta
- ✱ prioritások
 - ◆ reservation bits

Token Ring MAC (folyt.)

- ✱ token eleresztés
 - ◆ korai
 - ◆ késleltetett
- ✱ monitor váltás
 - ◆ claim token
 - ◆ highest address wins
- ✱ token vesztés
 - ◆ $\text{csomópontok_sz} * THT + \text{gyűrű késleltetés}$
- ✱ sérült és árva keretek
 - ◆ monitor bit



Token Ring MAC (folyt.)

☀ keret formátum

8	8	8	48	48	Variable	32	8	8
Start delimiter	Access control	Frame control	Dest addr	Src addr	Body	Checksum	End delimiter	Frame status

☀ token tartás 10 ms

☀ AC

- ◆ token bit
- ◆ priority bits
- ◆ reservation bits

Token Ring közegkihasználás

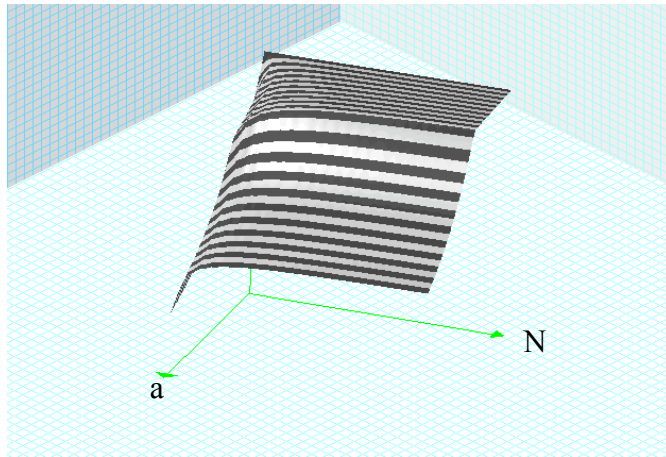
☀ $a > 1$, azaz $T_f < T_p$

$$U = \frac{T_f}{T_p + T_p/N} = \frac{1}{a(1 + 1/N)}$$

☀ $a < 1$, azaz $T_p < T_f$

$$U = \frac{T_f}{T_f + T_p/N} = \frac{1}{1 + a/N}$$

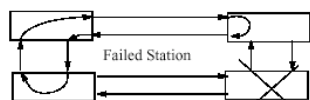
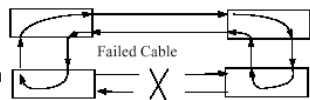
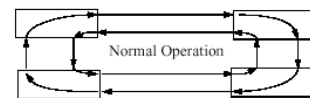
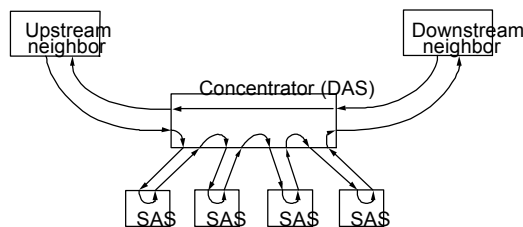
Token Ring közegkihasználás



FDDI

☀ Fizikai jellemzők

- ◆ kettős gyűrű
- ◆ SAS
- ◆ 100 Mbps (1.2 Gbps)
- ◆ 200 km
- ◆ NRZI, 4B/5B kód, ASK



FDDI további jellemzők

- ✱ minden állomás kb. 50 ns késleltetést okoz
- ✱ max. 500 állomás
- ✱ lehet réz kábelezés (CDDI)

FDDI időzített token algoritmus

- ✱ Token tartási idő (max.) THT
- ✱ Token fordulási idő TRT
 - ◆ $TRT \leq \text{aktív csp.} \times THT + \text{gyűrű késleltetés}$
- ✱ Cél token fordulási idő TTRT
 - ◆ megegyezett felső korlát TRT-ra

FDDI időzített token algoritmus

- ✦ TRT mérése minden állomáson
- ✦ ha $TRT > TTRT$, token késik, nincs adás
- ✦ ha $TRT < TTRT$, token korai, adás

FDDI időzített token algoritmus

- ✦ forgalom osztályok
 - ◆ aszinkron (csak korai tokennél)
 - ◆ szinkron (delay sensitive, bármikor)
- ✦ token karbantartás
 - ◆ 2.5 ms timer
 - ◆ claim bid

FDDI keretformátum

☀ Control

- ◆ aszinkron-szinkron adat
- ◆ 16-bit 48-bit címek

8	8	48	48	32	8	24	
Start of frame	Control	Dest addr	Src addr	Body	CRC	End of frame	Status

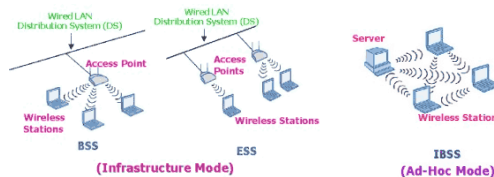
IEEE 802.11 WLAN

☀ ESS

- ◆ BSS
- ◆ DS

☀ Rétegek

- ◆ Fizikai Réteg
 - Frequency hopping
 - Direct sequence
 - Infrared (diffuse)
- ◆ Adatkapcsolati réteg
 - MAC

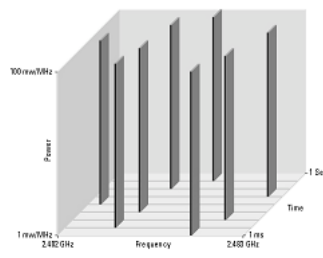
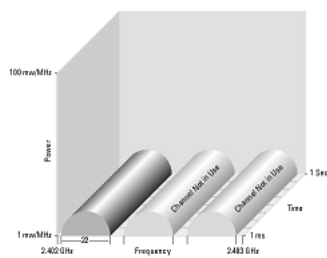


802.2			Data Link Layer
802.11 MAC			
FH	DS	IR	PHY Layer

Rádió technológia

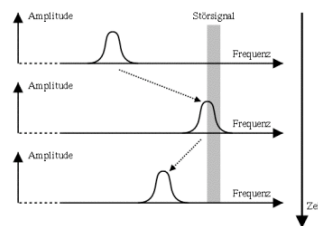
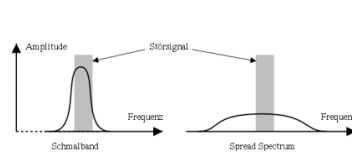
☀ 2.400-2.4835 GHz

- ◆ DSSS 1, 2, 11 Mbps
- ◆ FHSS 1, 2 Mbps



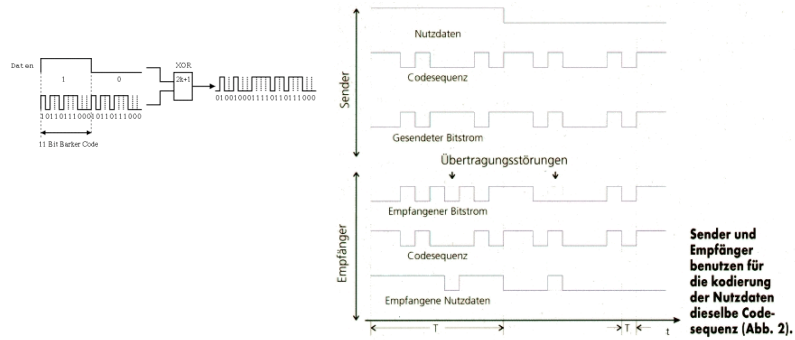
Rádió technológia (folyt.)

☀ Zavar hatása



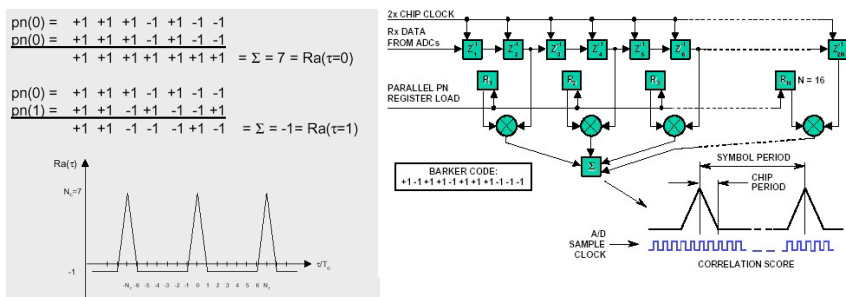
DSSS

☀ Chipping code

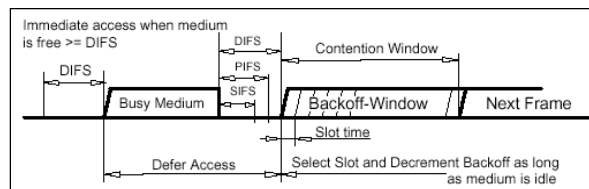
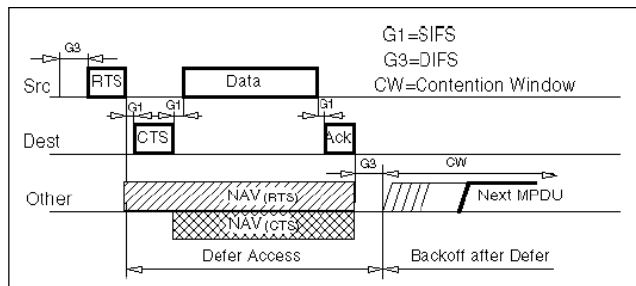


DSSS (folyt.)

☀ Illesztett korrelátor szűrő



IEEE 802.11 CSMA/CA



LAN-ok összekapcsolása

✦ miért nem 1 nagy LAN?

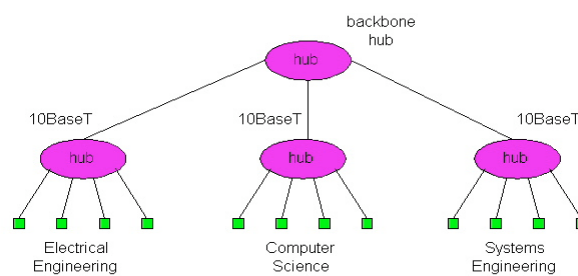
- ✦ sávszélesség
- ✦ hossz korlát
- ✦ nagy ütközési terület
- ✦ korlátozott állomás szám

Fizikai rétegbeli összekapcsolás

☀️ repeaterek

☀️ hubok

◆ hierarchikusan is



Hubok

☀️ LAN szegmensek

☀️ hub nem csökkenti az ütközési területet

☀️ előnyök

- ◆ olcsó
- ◆ graceful degradation
- ◆ távolság növelés

☀️ hátrányok

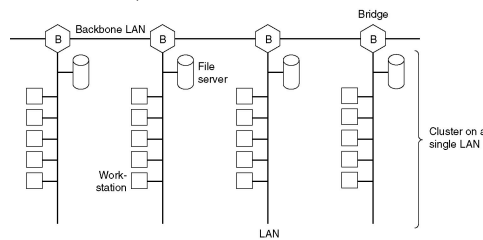
- ◆ ütközések
- ◆ csak azonos típusú hálózatok (pl. ethernet)

Adatkapcsolati rétegbeli kapcsolás

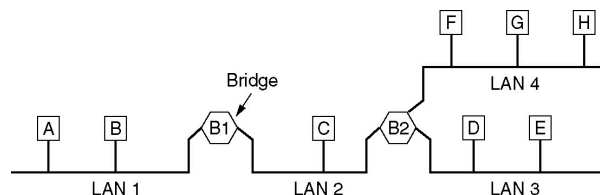
- ✦ Bridges from 802.x to 802.y
- ✦ Local Internetworking
- ✦ Repeaters, Hubs, Bridges, Switches, Routers, Gateways
- ✦ Virtual LANs

Adatkapcsolati rétegbeli kapcsolás (folyt.)

- ✦ gerinccel összekötött LAN-ok

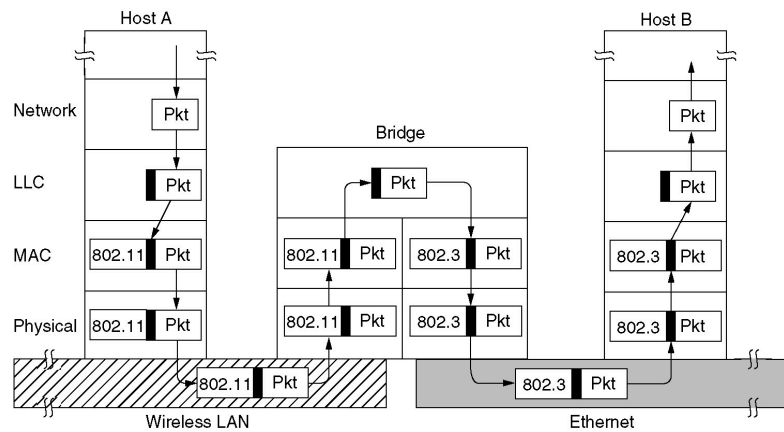


- ✦ kiterjesztett LAN



Adatkapcsolati rétegbeli kapcsolás (folyt.)

☀ bridge (pl. wless AP)



Bridge-ek

☀ előnyök

- ◆ elkülönített ütközési területek
- ◆ pufferelés
 - különböző típusú hálózatok
- ◆ átlátszó
- ◆ csomagok továbbítása szűréssel

Tanuló bridge-ek

✦ kapott csomagokból

✦ eljárás:

```
if destination is on LAN on which frame was received
then drop the frame
else { lookup filtering table
      if entry found for destination
      then forward the frame on interface indicated;
      else flood; /* forward on all but the interface on
                  which the frame arrived*/
}
```

Bridge feszítőfák

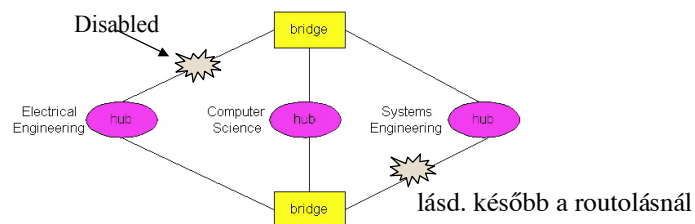
✦ redundáns összeköttetések

◆ alternatív útvonalak

◆ körök

✦ megoldás: feszítőfa kialakítása

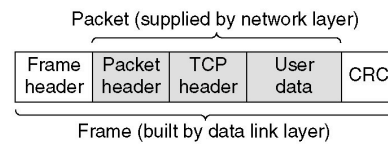
◆ interfészek lekapcsolása



Repeaters, Hubs, Bridges, Switches, Routers, Gateways

Application layer	Application gateway
Transport layer	Transport gateway
Network layer	Router
Data link layer	Bridge, switch
Physical layer	Repeater, hub

(a)



(b)

Bridge vs. router

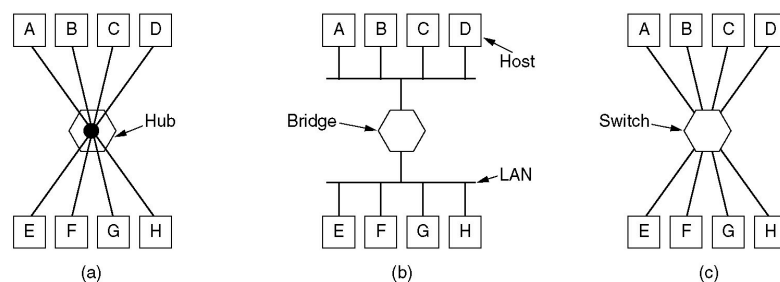
☀ routerek

- ◆ hálózati réteg
- ◆ routolási táblák
- ◆ routolási algoritmusok

☀ bridge-ek

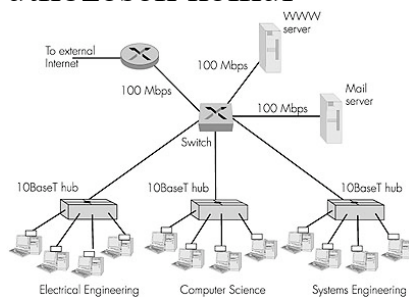
- ◆ adatkapcsolati réteg
- ◆ szűrési táblázatok
- ◆ tanuló feszítőfa kiépítő algoritmus

Repeaters, Hubs, Bridges, Switches, Routers, Gateways

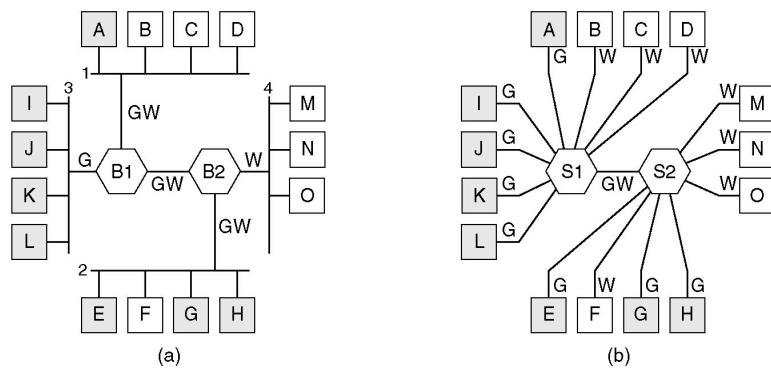


Ethernet switchek

- ✦ adatkapcs. réteg
- ✦ szűrés MAC címekkel
- ✦ sok és eltérő sebességű interfész
- ✦ ethernet ütközések nélkül



Virtuális LAN-ok



Virtuális LAN-ok (folyt.)

- ✦ VLAN tagság
 - ◆ bridge portszám
 - ◆ MAC address
 - ◆ protokoll típus
 - ◆ IP subnet

Virtuális LAN-ok (folyt.)

☀ IEEE 802.1Q

