

Ethernet – első rész

Moldován István

2022. október 3.



- A *lokális hálózat* azonos szinten elhelyezkedő gépek összességét jelenti.
 - Ezek az adatkapcsolati szintű működés szempontjából azonos jogú egységek. – logikai szinten
- Ezeket szokás *többszörös hozzáférésű hálózatoknak* is nevezni, mert több, azonos joggal rendelkező egység fér hozzá egy adott, közös elérésű erőforráshoz.
 - Ez például a sín topológia esetén maga a sín.
- Annak érdekében, hogy ehhez az elosztott erőforráshoz mindenki igazságosan tudjon hozzáférni, *elosztott protokollok* alkalmazása szükséges.

Az Ethernet őse: Aloha



BME-TMIT

- Hawai szigetek közti rádiózásra fejlesztették
- Több állomás egymással való beszélgetésére
- Algoritmus:
 - Ha van adat, elküldi
 - Vár a nyugtára. A vevők minden csomagot nyugtáznak
 - Ha nem jön ACK, az ütközést jelent. Random idő múlva újraküldi a csomagot

Az Ethernet fejlődése



BME-TMIT

Aloha

Az ős.

**Slotted
Aloha**

Újítás: csak adott időpontokban küldhet (slots)

CSMA

CSMA = Carrier Sense Multiple Access
Újítás: Először ellenőrzi, hogy van-e adás, és csak akkor küld ha nincs

CSMA/CD

CD = Collision Detection

Újítás: Leállítja a küldést ha ütközést észlel (ilyen az Ethernet)

Hogyan kezdődött...



- 1972 Dr Robert Metcalfe

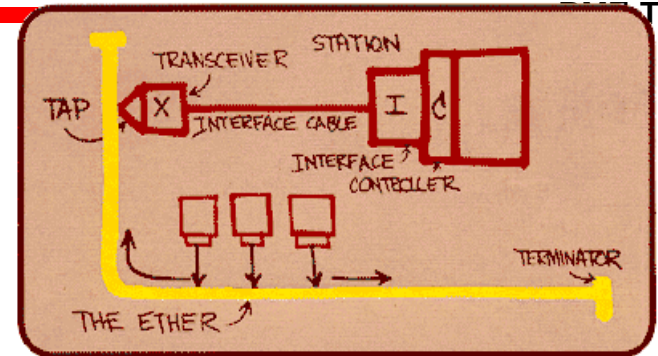
1976 az Ethernet nevet először használták

- Az eredeti DIX Ethernet V2 standard

- 1982 (DEC-Intel-Xerox)

- Az IEEE 802.3

- 10Base-5 - 1983
 - 10Base-2 - 1988
 - 10Base-T - 1990



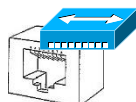
Az első Ethernet ábra

- Ethernet fejlődés –10 Mega után
 - 100BASE-TX (Fast Ethernet)
 - IEEE 802.3u: 1995
 - 1000BASE-X (Gigabit Ethernet)
 - IEEE 802.3z: Június 1998
 - 1000BASE-T (Gigabit on Copper)
 - IEEE 802.3ab Június 1999
 - 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae)
 - IEEE 802.3ae 2002 nyarán

Ethernet az OSI Modellben



BME-TMIT

OSI MODEL		TCP / IP		Exchange Unit
7	 Application Layer Communication Type: E-mail, FTP, client/server...	FTP,	Application Protocol	APDU
6	 Presentation Layer Encryption, data conversion: ASCII to EBCDIC, BCD to binary...	HTTP, SMTP,		PPDU
5	 Session Layer Starts, stops sessions. Maintains orders.	DNS, Telnet	Session Protocol	SPDU
4	 Transport Layer Ensures delivery of entire file or message.	TCP, UDP	Transport Protocol	Segments
3	 Network Layer Routes data to different LANs, WANs based on Network address.	IP (ICMP, ARP, RARP)		Packet
2	 Data Link (MAC) Layer Transmit packets from node to node based on station address.	Ethernet IEEE 802.3		Frame
1	 Physical Layer Electrical signals and cabling.			Bits

OSI = **O**pen **S**ystem **I**nterconnection

- Az Ethernet által lefedett rétegek:
 - Physical Layer (Layer 1) – teljesen lefedi
 - Data Link layer (Layer 2) – részlegesen lefedi

IEEE	Leírás
802.2	Logical Link Control (LLC) szabvány. Egy általános interfészt határoz meg a hálózati réteg (IP, IPX,...) és az adatkapcsolati réteg (Ethernet, Token Ring,...) közt
802.3	CSMA/CD hálózat specifikáció. Meghatározza a csomag formátumot, kábelezést és a jelzési rendszert.

IEEE 802 Csoportok



BME-TMIT



IEEE
Standard Boards

IEEE 802
LAN/MAN
Standard Committee

802.1
Higher Layer
LAN Protocols
Working Group

...

802.3
Ethernet
Working Group

...

802.5
Token Ring
Working Group

...

802.17
Resilient
Packet Ring
Working Group

P802.3ah
Ethernet in
the first mile
Task Force

P802.3ae
10GbE
Task Force

P802.3af
DTE Power
via MDI
Task Force

P802.3ag
Maintenance
revision #6

P1802.3rev
Conformance Test
Maintenance #1

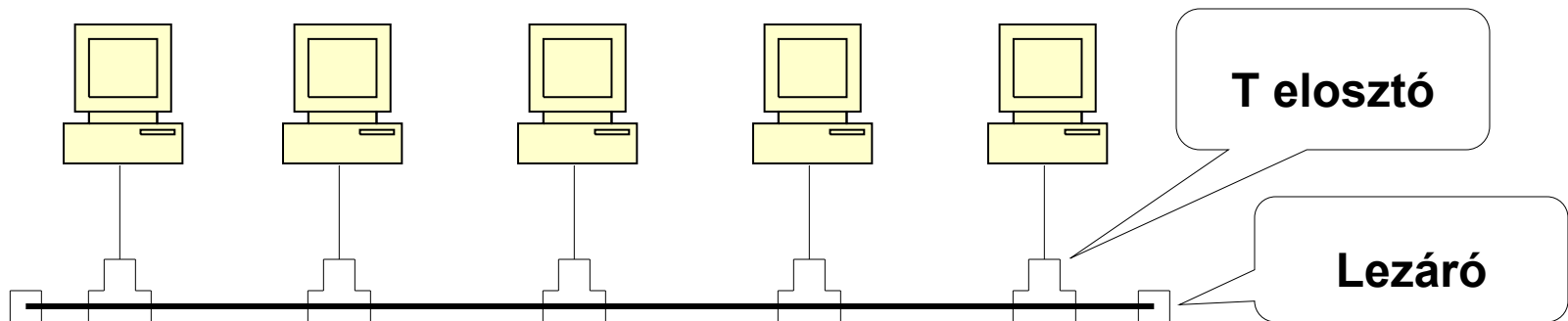
P802.3
Static
Discharge
Task Force

Fizikai kapcsolat típusok - 1



BME-TMIT

- Koax, vagy 10base2
 - 10: 10Mbps; 2: 200 méter max kábel hossz
 - Vékony koax kábelt használt, busz topológia
- Nagyobb távolság áthidalása:
 - repeater

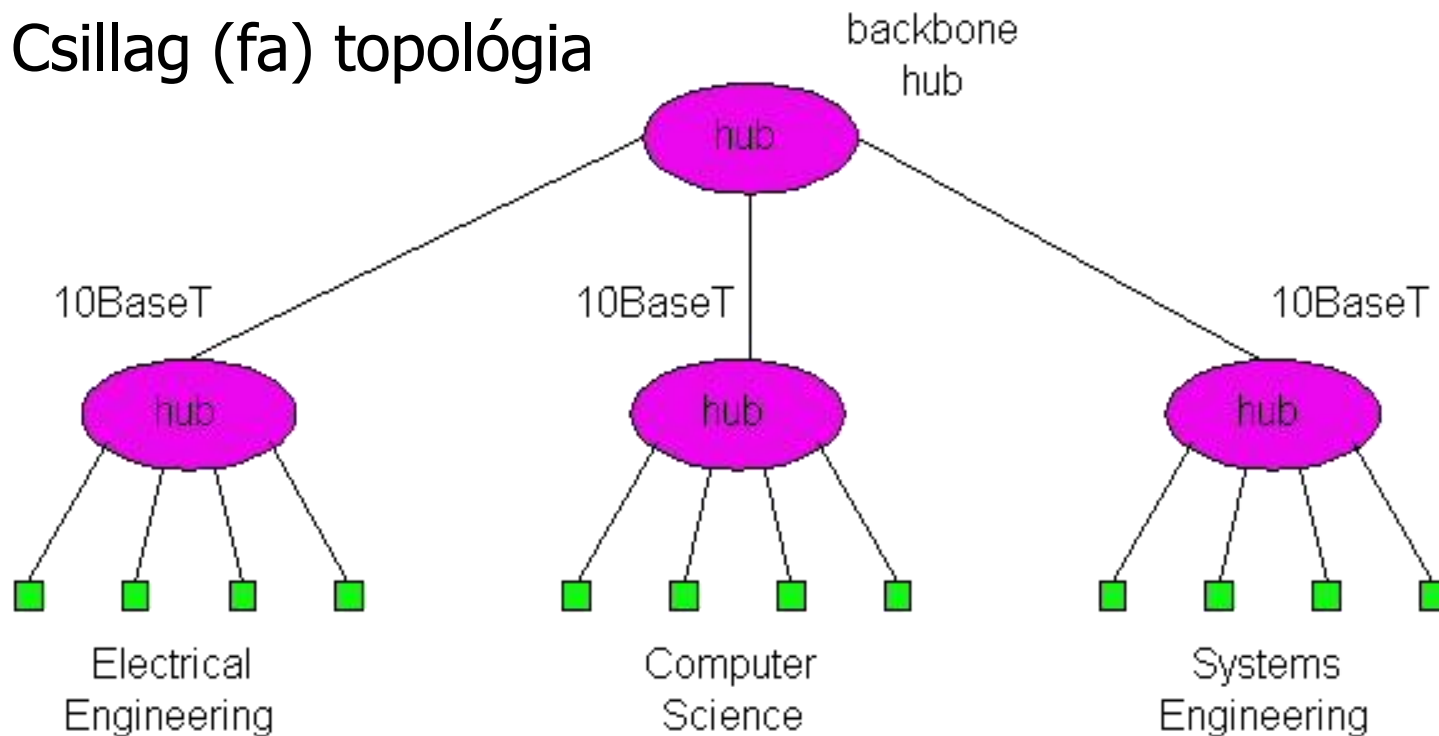


Fizikai kapcsolat típusok - 2

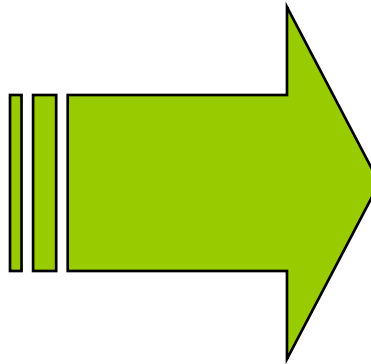
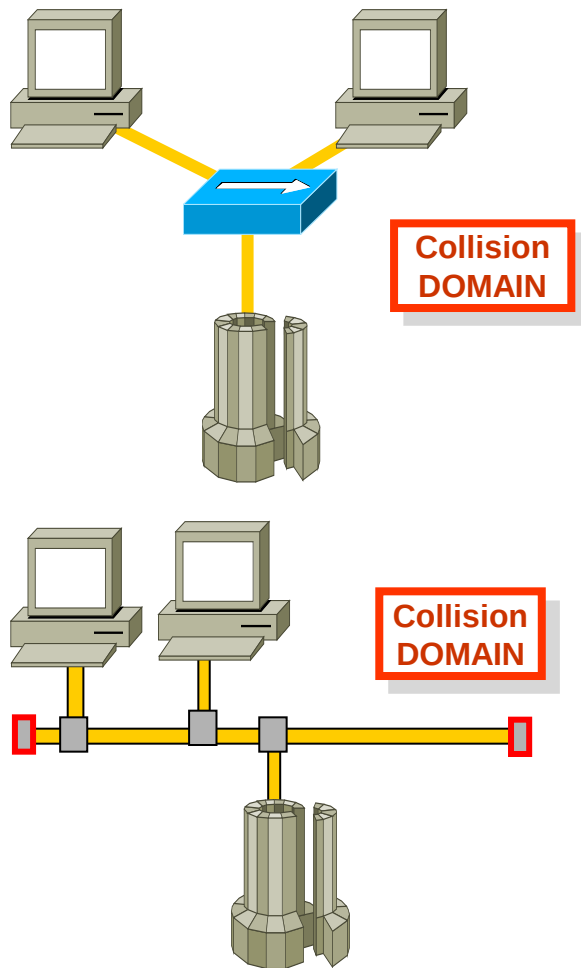


BME-TMIT

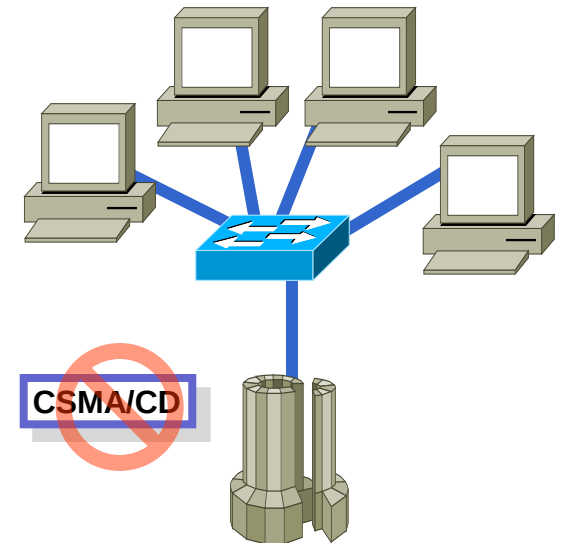
- 10BaseT és 100BaseT
 - 10 vagy 100 MBps
 - T: Twisted Pair, csavart érpár
 - Csillag (fa) topológia



Nincs több ütközés!



FDX & Microsegmentation
Nincs ütközés



*L2+ Switching - Full Duplex
CSMA/CD nem kell*

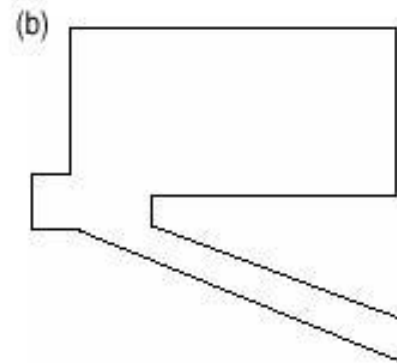
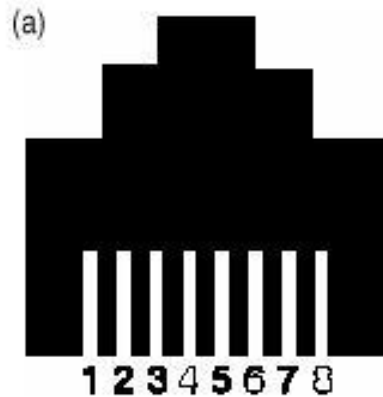
- GE: Gigabit
 - TX – csavart érpár
 - SX/LX/FX – üvegszál, különböző távolságok áthidalására
- 10GE
 - Réz és üveg
- 802.11: WLAN
 - Ethernet az is!

UTP – Category 5



BME-TMIT

- RJ-45 dugasz



- **Láb kiosztás (10/100)**

- 1 TD+ (Transmit Data)
- 2 TD- (Transmit Data)
- 3 RD+ (Receive Data)
- 4 Nem használt

- 5 Nem használt
- 6 RD- (Receive Data)
- 7 Nem használt
- 8 Nem használt

- A GE mind a 8 szálát használja!

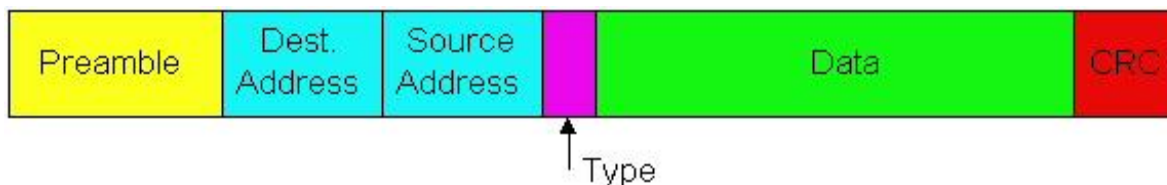
- Direkt kábel
 - A terminálok HUB-hoz való csatolására szolgál
 - A kábel mindkét vége ugyanúgy van bekötve
 - Figyelni kell hogy X- és X+ -t hasonló szín vigye
 - (pl. TD+ narancs-fehér, TD- fehér-narancs)
- Cross kábel
 - Két gép egymással csak keresztkábelben tud kommunikálni
 - A TD kivezetések az RD lábakra kell legyenek kötve

- Előnye a nagyobb távolságok áthidalásának lehetősége
 - Olcsóbb, gyors
 - Kiterjeszti a LAN hálózatot 100m –nél távolabbra
- Pont-pont típusú kapcsolat
- FX interfész, csatlakoztatás:
 - média átalakító
 - Bővíthető kapcsoló
- GE: GBIC/SFP

- Standard Ethernet formátumot használ
- Point-to-point és megosztott broadcast működést támogat
- Megosztott módban CSMA/CD-t használ
 - Csak rövid távolságot hidal át (<100m réz esetén.)
- Full-Duplex 1 Gbps sebességgel point-to-point linkeken
 - Általában üvegszálás média, nagyobb táv

- Általában a GE-képes eszközökben kiválasztható a fizikai médium
 - TX (réz), SX/LX/FX (üveg)
- GigaBit Interface Converter
 - Cserélhető, hot-swappable modul
- Small Factory Plug
 - Kisebb méretű átalakító

- Ethernet csomag fejlődés
 - I, II, 802.3 (802.2 SNAP az Ethernet II kompatibilitás miatt)
- IEEE 802.3 Data Link Control (DLC)



- A Preamble és CRC mezőket a hardver kezeli:
 - 7 bájt 10101010 melyet egy 10101011 bájt követ (szinkronizáció céljából szükséges)
- Az IEEE 802.3 kasznál LLC és SNAP keretezést

- Címek: 6 bájtosak
 - A csomagokat minden állomás fogadja, de eldobja ha nem neki címezték
- Type mező: 2 bájt
- CRC: 4 bájt, a vevő ellenőrzi és eldobja a csomagot, ha hibát detektál
- Data: maximum 1500 bájt, minimum 46 bájt
 - Maximum 9000 bájt GE esetén

Csomag formátum - 3



BME-TMIT

E.g. 0800 IPv4
86DD IPv6
0806 ARP
...

MTU	FR	4470
	FDDI	4500
	ATM	9180
	Ethernet	1500

Ethernet V2



Octets 7 4 1 6 6 2 from 46 to 1500 9.6 μ sec

IEEE 802.3



802.2 LLC
802.2 SNAP

Megkülönböztethető a V2 és 802.3

Maximum Frame Size az 1518 (decimal), vagy 0x05EE Hex
EthernetV2 Ethertype mindig nagyobb mint 0x05EF

<http://www.iana.org/assignments/ethernet-numbers>

- **Logical Link Control (LLC) Feladatai:**
 - **MAC szintű protokoll multiplexálás/demux**
 - **opcionálisan flow control, csomagvesztés esetén újraküldés kérések**
- **Service Access Point (SAP) mező szerinti szétválasztás**
 - Source és Destination SAP
 - Control
 - **Több működési mód**
- **Subnetwork Access Protocol (SNAP)**
 - Még több protokoll multiplexálására (8 bit nem elég)
 - Az 0xAA és 0xAB SAP SNAP fejlécet jelent
- Mivel az LLC/SNAP 8 byte overhead-et jelent, az IETF szabvány kimondja, hogy az IP/ARP csomagokat Ethernet esetében Ethernet II keretformátummal kell küldeni

Az LLC/SNAP fejléc

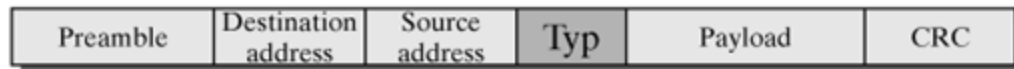


BME-TMIT

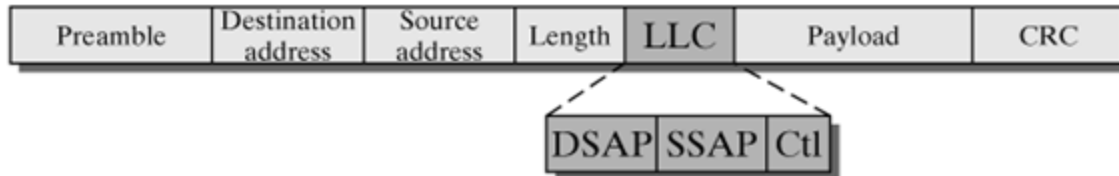
LLC variant

MAC and LLC frame formats

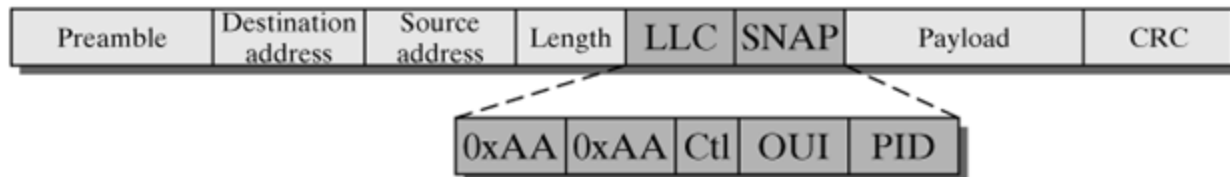
802.3:



802.2:



802.2/SNAP:



IEEE Organizationally Unique Identifier (OUI)

000000, a protocol ID = Ethernet type (EtherType)

más OUI érték más szervezet protokoll ID-je

Protocol Identifier – PID

Ethertype, vagy az OUI által kiosztott

Keret továbbítás



BME-TMIT

Egyedi MAC címek

0000.0012.3456

VENDOR Code „OUI“
24 Bits

Egyedi számok
24 Bits

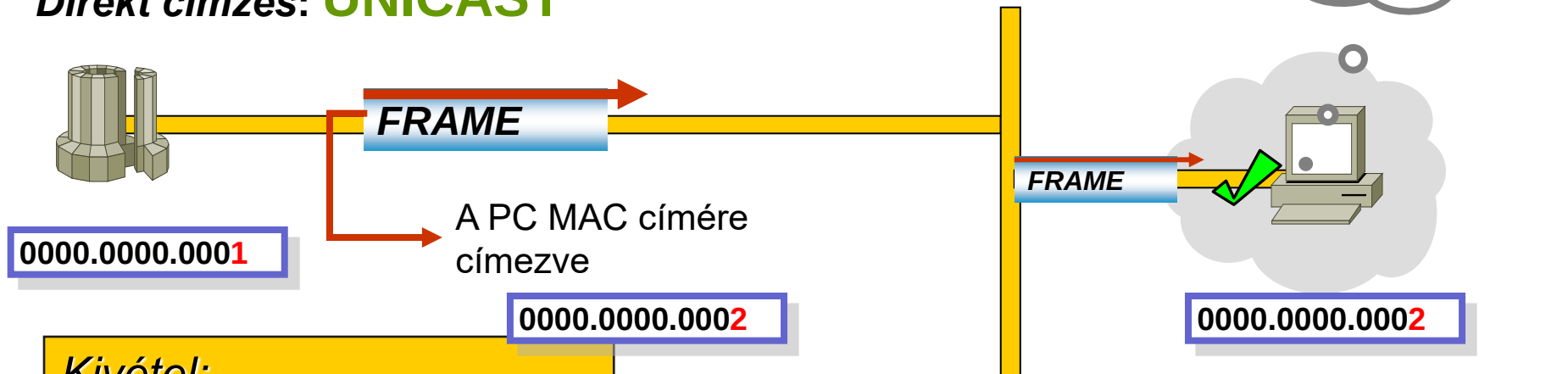
E.g. Alcatel: 00-11-3F
Xerox: 00-00-00

Burned-In Address (BIA):

- Locally Administered Address (LAA)
- Universally Administered Address (UAA)

Elméletileg ez 281,474,976,710,656 cím
Mindenkire 56,000 MAC cím jut!

Direkt címzés: **UNICAST**



Kivétel:
NIC promiscuous módban

http://coffer.com/mac_find/
<http://standards.ieee.org/regauth/oui/index.shtml>

- HUB
- Switching HUB
- Bridge
- Switch
 - Menedzselhető
 - Nem menedzselhető

- Fizikai szintű ismétlő eszköz
 - Bit szinten ismétli a csomagot
- Több egyidejű küldő: ütközés
 - Tehát a „collision domain” megmarad
- A HUB-okat általában hierarchikusan, fa topológiába kapcsolják
 - Uplink: általában cross-connect kábelén csatlakozik
 - Az összes csomagot minden állomás megkapja

HUB – előnyök, hátrányok



BME-TMIT

- Minden HUB portra kapcsolt LAN egy ***szegmens***
- Minden állomás ütközhet a kollíziós terület bármely tagjával
 - Ez rontja a hálózat teljesítményét
 - Csökkenti a skálázhatóságot
 - Mindenki látja a többiek forgalmát
- Különböző médiák nem kapcsolhatók össze
 - Pl. ha van 10Mbps állomás a rendszerben, a teljes sebesség visszaesik 10-re

- Egy „okosabb” HUB
- Megtanulja a hozzá kötött eszközök címeit (MAC vagy IP), és csak oda küldi a csomagokat
- Előnyök:
 - jobban skálázható
 - biztonságosabb
 - Az ütközési valószínűséget lecsökkenti, de nem szünteti meg

- Link Layer eszközök: megvizsgálják a MAC fejlécet és szelektíven továbbítanak
- Elválasztják az ütközési zónákat:
 - pufferelik a csomagokat
 - Csak a megfelelő szegmensre továbbítanak
- A célszegmensen CSMA/CD-t használnak a hozzáférésre
- A pufferelés lehetővé teszi különböző médiák/sebességek összekapcsolását

- Cél: traszparens működés
 - Automatikus, plug-n-play működés
 - Automatikus konfigurálás
 - A létező LAN-okkal való együttműködés
- Három fő funkcionális:
 1. Csomag továbbítás
 2. MAC cím tanulás
 3. Hurok elhárítás: Spanning Tree algoritmus

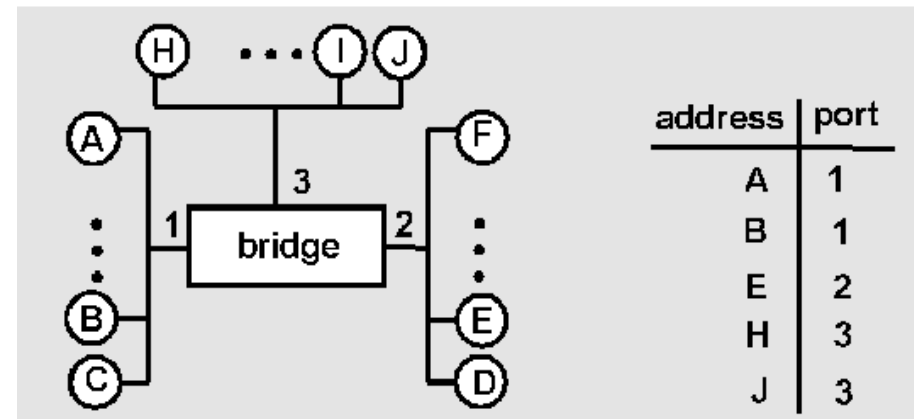
- Megtanulják, hogy mely MAC címet melyik porton érik el: szűrési táblák
 - A beérkező csomagnak kiolvassa a forrását
 - Bejegyzi a szűrési táblába a megfelelő port-al
- Minden bejegyzéshez tartozik egy időbélyeg
 - {MAC cím, port, idő}
 - A bejegyzések az idő lejártával törlődnek
- Működés:
 - Ha van bejegyzés, oda továbbít
 - Ha ugyanaz az interfész, eldobja a csomagot
 - Ha nincs bejegyzés, broadcast

MAC cím tanulás - példa



BME-TMIT

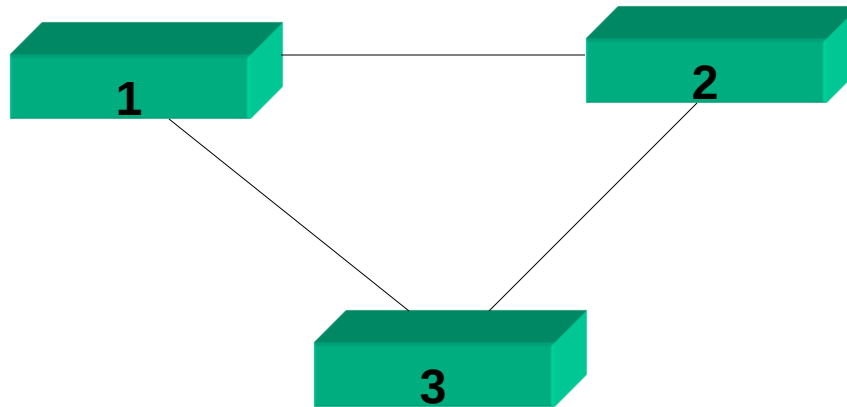
- C küld D-nek
 - A bridge broadcast-ol a 2 és 3 interfészeken
 - A 3. interfészen mindenki eldobja
- D válaszol
 - A bridge már tudja C helyét, csak az 1.-es szegmensre küldi



Redundancia - hurok



BME-TMIT



1. Az első bridge kap egy csomagot. Továbbítja 2 es 3 felé
2. 2 a csomagot továbbítja 3 felé,
3. ugyanakkor 3 továbbítja 2 felé
4. 2 es 3 a csomagokat továbbítják 1 felé
 - ez egy hurok, végtelen körforgás

- Célja a hurok elkerülése
 - Induláskor fa topológiára korlátozza a fizikai topológiát
- Tanuló bridge alapú
- A csomagok kizárólag a fa mentén közlekednek
 - a gyökér irányában, ameddig a cél MAC cím egy más interfészhez nem tartozik
- 802.1d

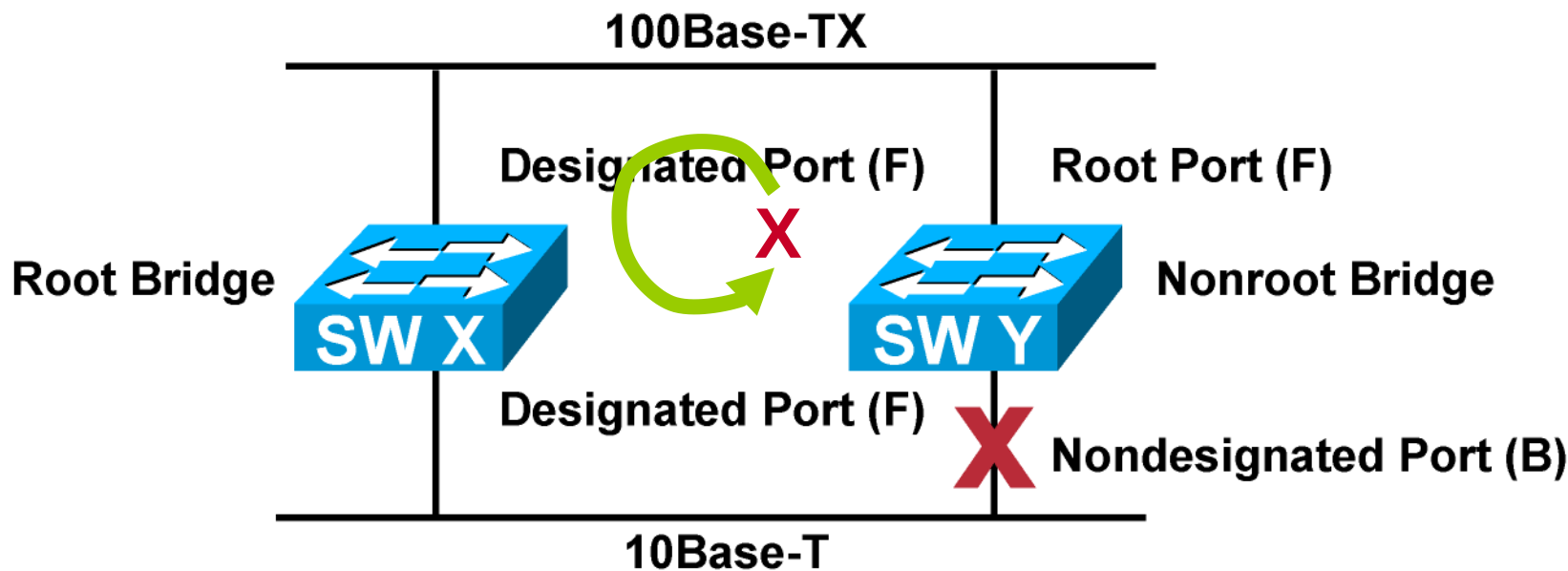
Spanning Tree Alapok



BME-TMIT

Hurok mentes

- Egy root bridge egy hálózatban
- Egy root port minden nem-root bridge-n
- Egy „designated port” minden szegmensre
- Az összes többi port blokkol

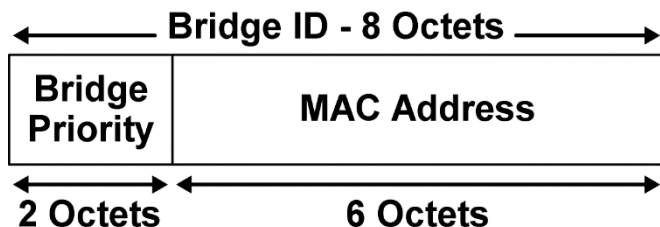


Bridge Protocol Data Unit



BME-TMIT

Bytes	Field
2	Protocol ID
1	Version
1	Message Type
1	Flags
8	Root ID
4	Cost of Path
8	Bridge ID
2	Port ID
2	Message Age
2	Maximum Time
2	Hello Time
2	Forward Delay



IEEE 802.1t - bővítések
Priority = Pri;VLAN ID

- a BPDU-k feladata:
 - root bridge választás
 - Hurok felderítés
 - Blokkolás a hurok elkerülésére
 - Értesíteni a hálózatot a változtatásokról
 - A spanning tree monitorozása

Link Speed	Cost (Revised IEEE Spec)	Cost (Previous IEEE Spec)
10 Gbps	2	1
1 Gbps	4	1
100 Mbps	19	10
10 Mbps	100	100

STP algoritmus - 1



BME-TMIT

- A kapcsolók először kiválasztanak egy gyökeret (*Root Bridge*)
 - a legkisebb MAC címmel vagy ID-vel rendelkezőt
- a gyökérből kiindulva kiépítik a fát
 - minden port rendelkezik egy árral (*Port Cost*)
 - a fa kiépítésekor a legkisebb árral rendelkező útvonalat választja
- a fa kiépülése után megtanulja a címeket
 - 15 másodperc tanulási idő

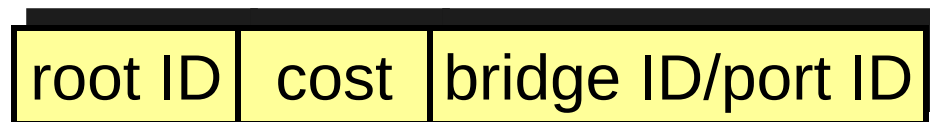
- Bridge ID
 - Alapértelmezett értéke a MAC cím
 - állítható
- Portonkénti ár (**Port Cost**)
 - Alapértéke a sebességtől függ
 - Manuálisan beállítható

STP algoritmus - 2



BME-TMIT

- Először minden bridge azt feltételezi hogy ő a root
 - BPDU üzenetet küld a következő tartalommal:



Root bridge ID (amit gondol)

Root cost

Saját bridge ID

- Első BPDU: (B, 0, B)

STP algoritmus - 3



BME-TMIT

- A Root bridge a legkisebb ID-vel rendelkező bridge lesz.
 - Ha egy kapcsoló kisebb ID-vel rendelkező BPDU-t kap R-től, elfogadja root-nak, és a következő BPDU-t továbbítja:



- Ahol B a saját ID és cost a *Port Cost*-ok összege R felé
- 15 másodperc van a topológia kialakítására

STP algoritmus - 4



BME-TMIT

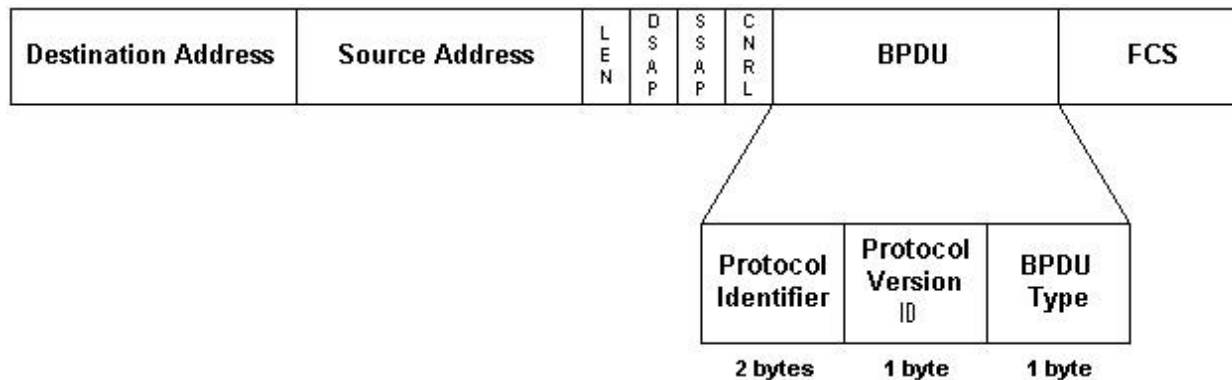
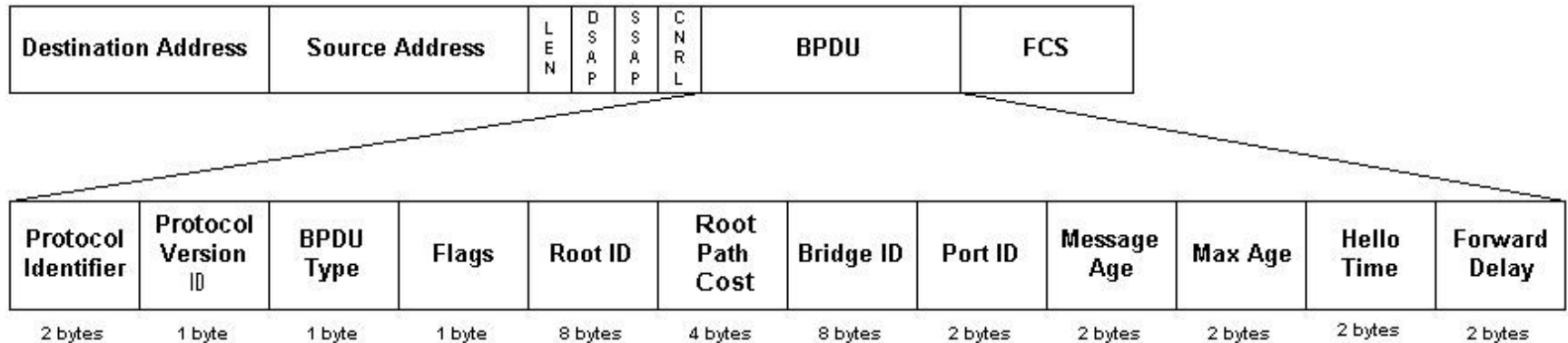
- Az interfész amelyen a Root Bridge-t éri el, a *Root Port* lesz
- Az a bridge, amely egy LAN-t szolgál ki a root fele, a LAN *designated bridge*-e lesz
 - A designated bridge portja *forwarding state*-be kerül
- Az összes többi, topológiában részt nem vevő interfész blokkolni fog (*blocking state*)
- Létezik egy adminisztratív kikapcsolt állapot is, a *disabled state*

- Az STP-t úgy tervezték, hogy a topológiában bárhol lehetnek HUB-ok
 - Pl. egy HUB 2 bridge-hez kötve
- Figyelembe kellett venni a médium hozzáférés szempontjából is
 - Full duplex linknél ezt nem kell nézni

Bridge BPDUs



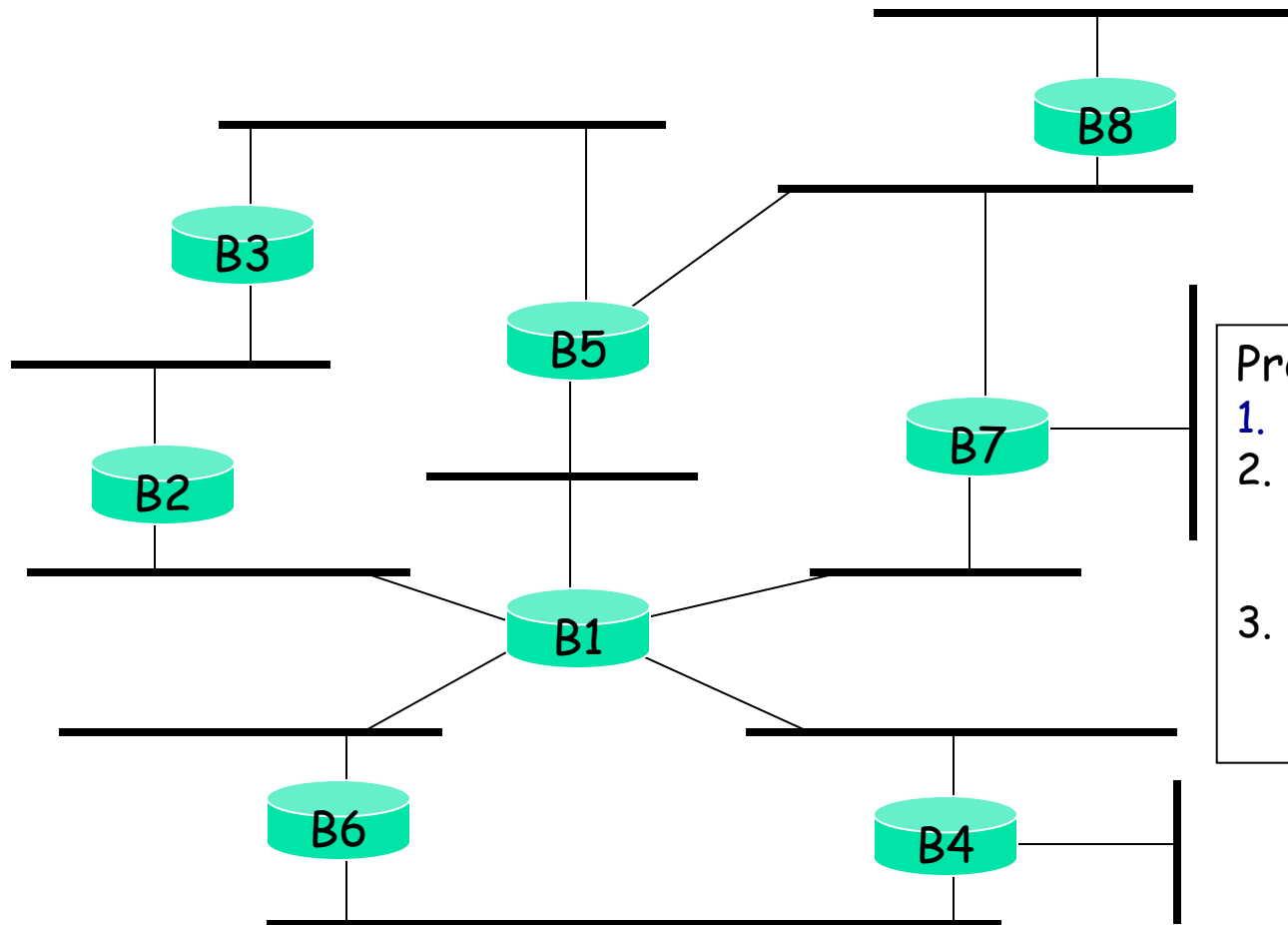
BME-TMIT



Példa – Fizikai topológia



BME-TMIT



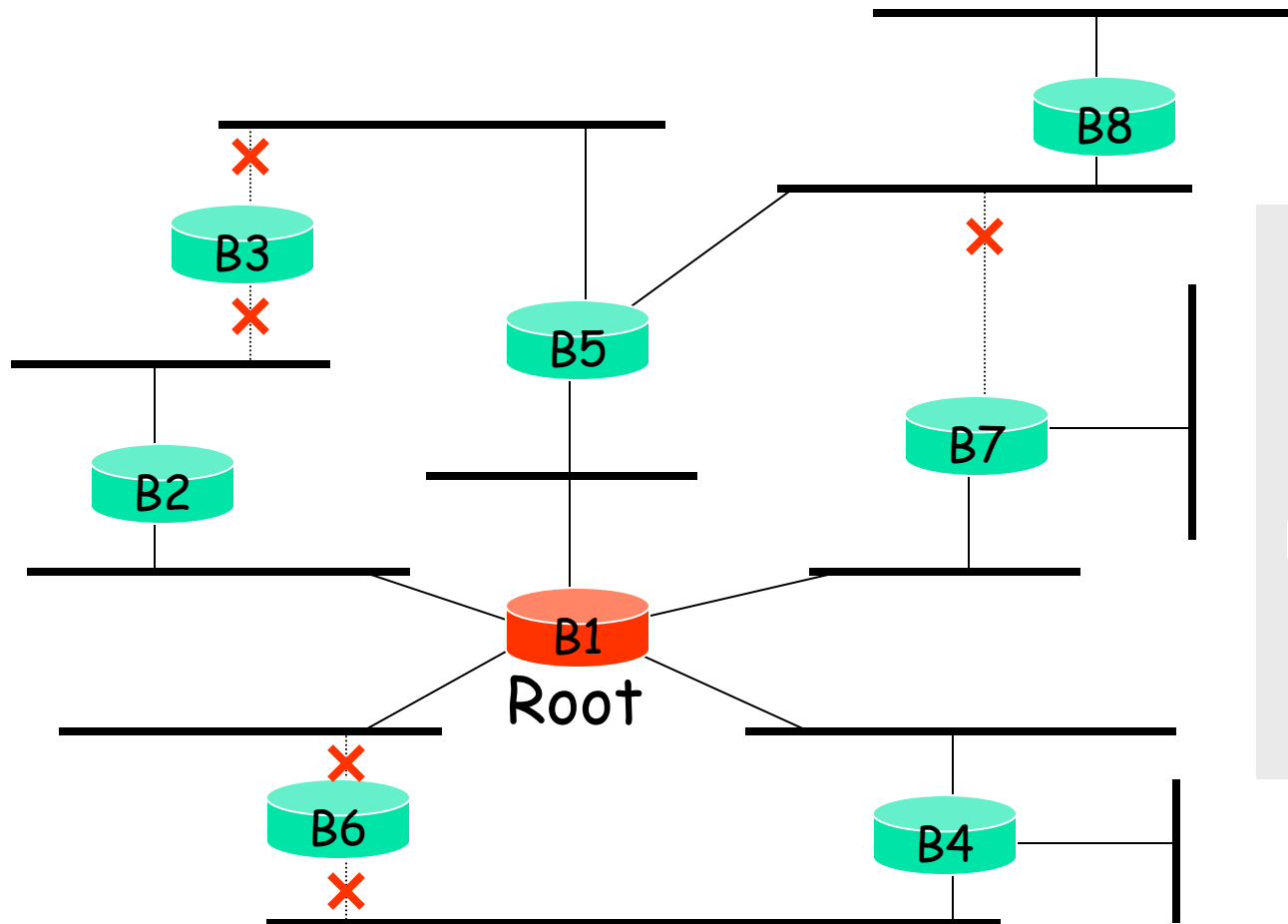
Protocol működés:

1. **Root** kiválasztás
2. minden LAN-ra kiválasztja a **designated** bridge-et, a legközelebbit a root-hoz.
3. Minden bridge a **root** fele a **designated** bridge-en keresztül küld.

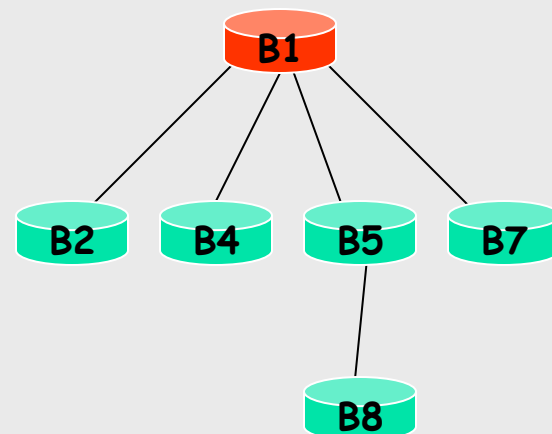
Példa – STP Topológia



BME-TMIT



Spanning Tree:

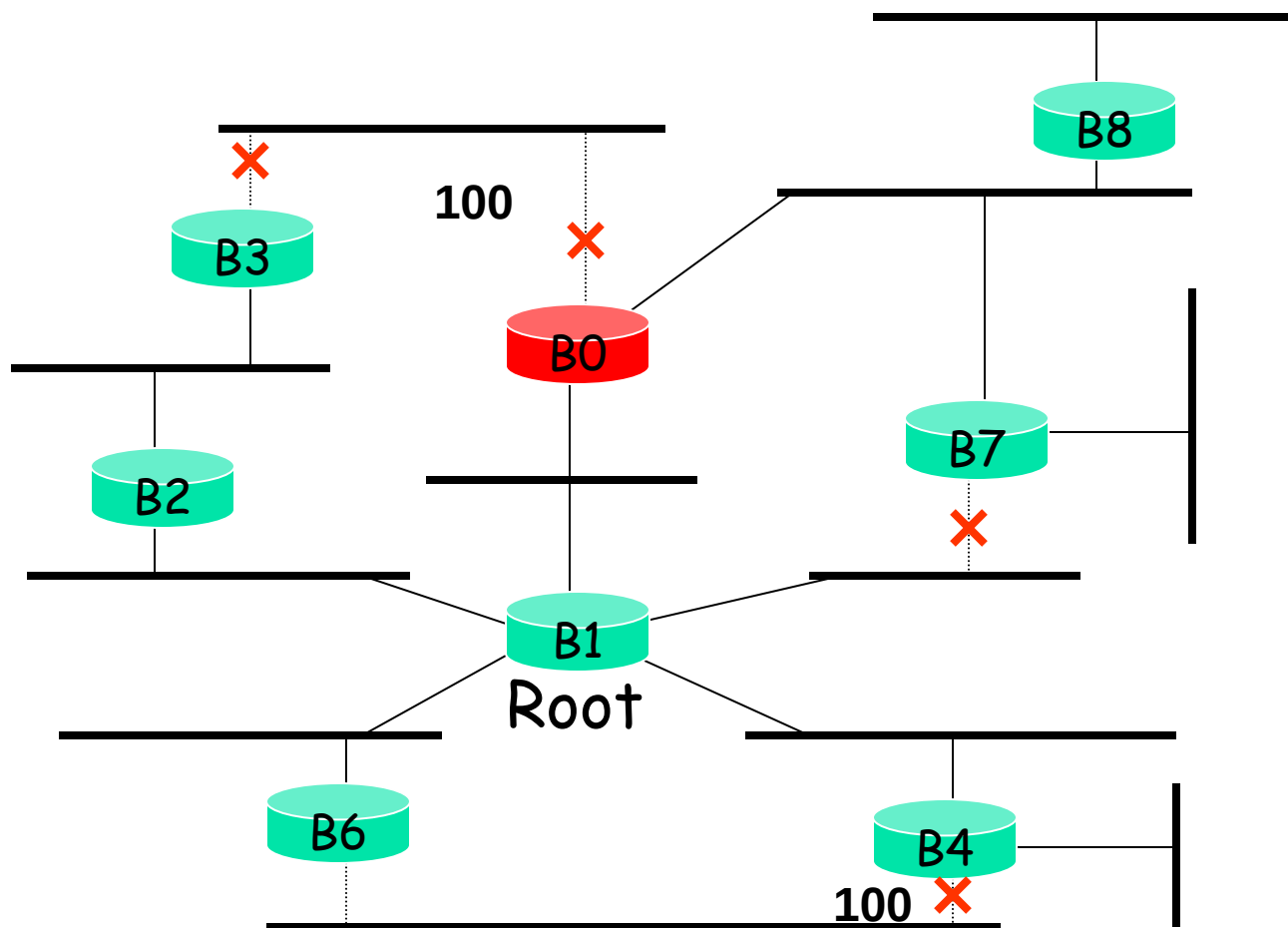


- A bridge ID manuális beállításával megválaszthatjuk a root-ot
 - Általában célszerű megválasztani
- A Port Cost-ok meghatározásával megváltoztathatjuk a kialakuló fát
 - Csak indokolt esetben érdemes átállítani
 - Hiba esetén a rossz beállítás szuboptimális topológiához vezethet

Példa – Módosított STP Topológia



BME-TMIT



- Minden porton periodikusan HELLO üzeneteket küldenek
- 2 HELLO üzenet elmaradása hibát jelent
 - A bridge-ek újraszámolják a topológiát
 - Ha van blokkolt port akkor azt fogja használni
- Az új topológia kialakítására van 15 sec
- Következik a MAC címek megtanulása a portokon
- 30 másodpercen belül újra működőképes a rendszer

- A STP nagyon lassan reagál hiba esetén
 - Timer alapú működés
- Nagyszámú kapcsoló esetén nem alkalmazható
 - max bridge diameter = 7
- Nem lehetséges a terhelés megosztása

802.1w - Rapid STP alapok

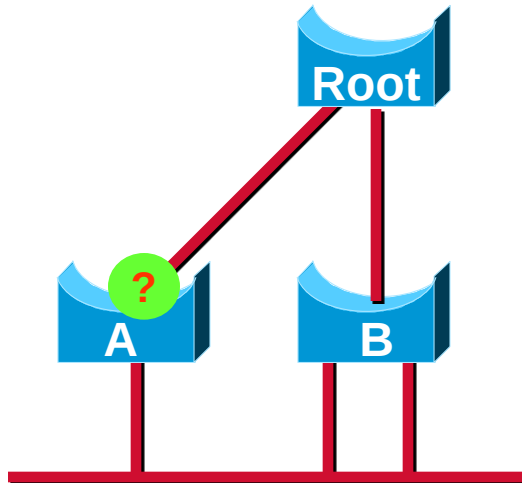
- Újabb IEEE protocol (802.1w)
Compatibilis a 802.1D-vel
- Gyorsabb konvergencia & Timer független
 - CSAK point-to-point FDX Link esetén
 - CSAK ha az edge portok helyesek
 - CSAK ha 802.1D együttműködés nem kell
- Gyártók egyedi megoldásait tartalmazza
- Újítások:
 - új Port Role
 - Más BPDU
 - BPDU kezelés
 - Gyors port állapotváltás
 - Új topologia kialakítás
 - PVST+/802.1D kompatibilitás



RSTP Port Állapotok



BME-TMIT



STP 802.1D	RSTP 802.1w	Active ?	Learning ?
Disabled	Discarding	No	No
Blocking	Discarding	No	No
Listening	Discarding	No	No
Learning	Learning	No	Yes
Forwarding	Forwarding	Yes	Yes

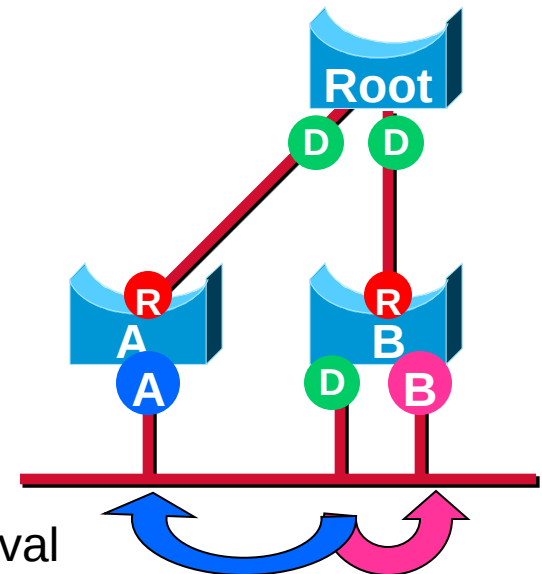
- RSTP szétválasztja a Port Szerepét és Állapotát
- RSTP csak 3 Port állapotot tartalmaz:
 - DISCARDING
 - LEARNING
 - FORWARDING

RSTP Port Roles

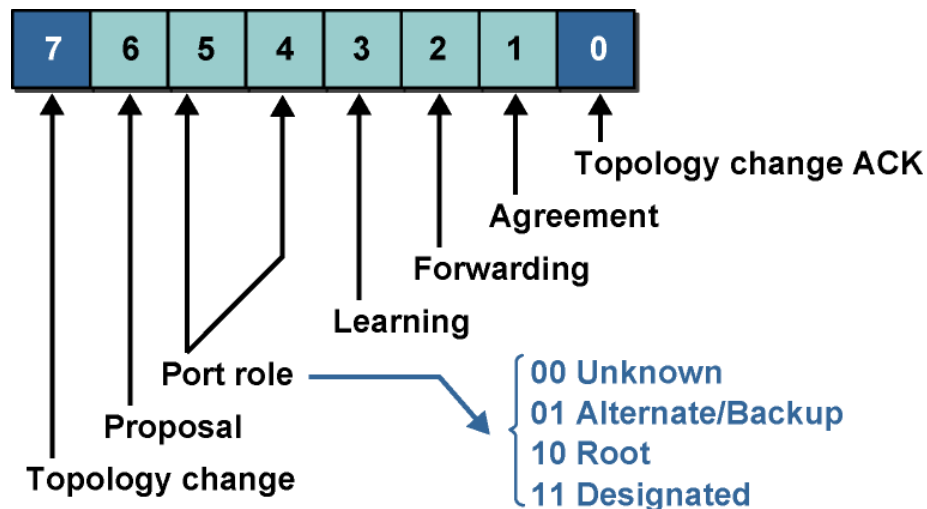


BME-TMIT

- R** Root Port (Fwd):
Az a port amely a legjobb BPDU-t kapja
– shortest path a Root irányába a cost függvényében
- D** Designated Port (Fwd):
A port amely a legjobb BPDU-t küldi egy segmensen
- A** Alternate Port (Disc):
Más bridge BPDU-k által blokkolt port
– redundáns út a Roothoz
- B** Backup Port (Disc):
Port blokkolva ugyanazon bridge által küldött BPDU-val
– redundáns út egy segmenshez



RSTP BPDUs



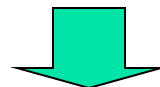
IEEE 802.1d/w BPDUs have the following layout:

```

protocol id: 0000 IEEE 802.1d
version id: 00 -> 02
bpdv type: 00 config bpdv, 02 RSTP bpdv
            80 tcn bpdv
bit field: 1 byte
 1 : topology change flag
 2 : unused 0 Agreement
 3 : unused 0 Forwarding
 4 : unused 0 Learning
 5 : unused 0 Port Role
 6 : unused 0 Port Role
 7 : unused 0 Proposal
 8 : topology change ack
root priority 2 bytes
root id: 6 bytes
root path cost: 4 bytes
bridge priority: 2 bytes
bridge id: 6 bytes
port id: 2 bytes
message age: 2 bytes in 1/256 secs
max age: 2 bytes in 1/256 secs
hello time: 2 bytes in 1/256 secs
forward delay: 2 bytes in 1/256 secs
    
```

- Minden bridge hello_time indőnként BPDV-t küld
- Port állapot érvénytelenítődik 3 x hello_time max idő alatt
 - i.e. 3 BPDV elvesztése

802.1D eldobják a 802.1W BPDV-kat

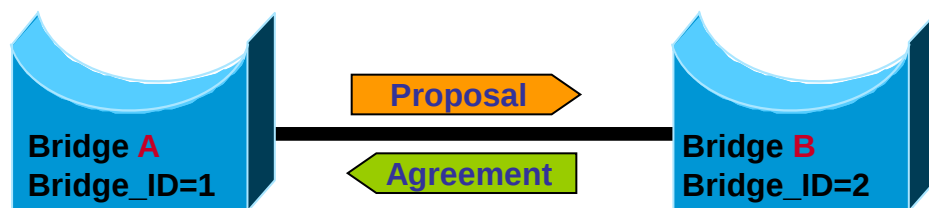


Együttműködés + RSTP előnyök elvesztése

Gyors átmenet Forwarding-ba

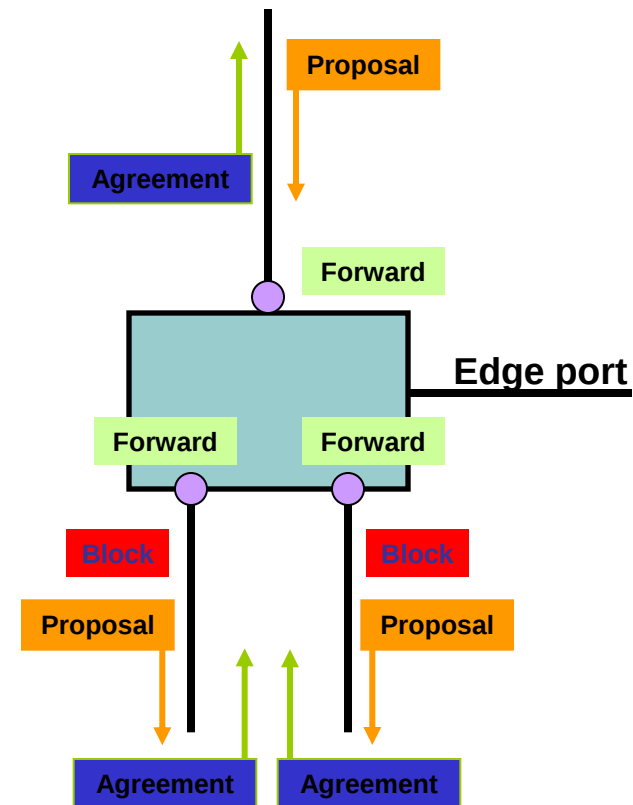


BME-TMIT



- Amikor egy port bekapcsol,
 - A bridge egy BPDU-t küld **proposal** flag-el hogy designated legyen a segmensen
- A válasz egy
 - BPDU **agreement** flag-el ha a távoli bridge elfogadja
- Amint megérkezik az **agreement** - forwarding

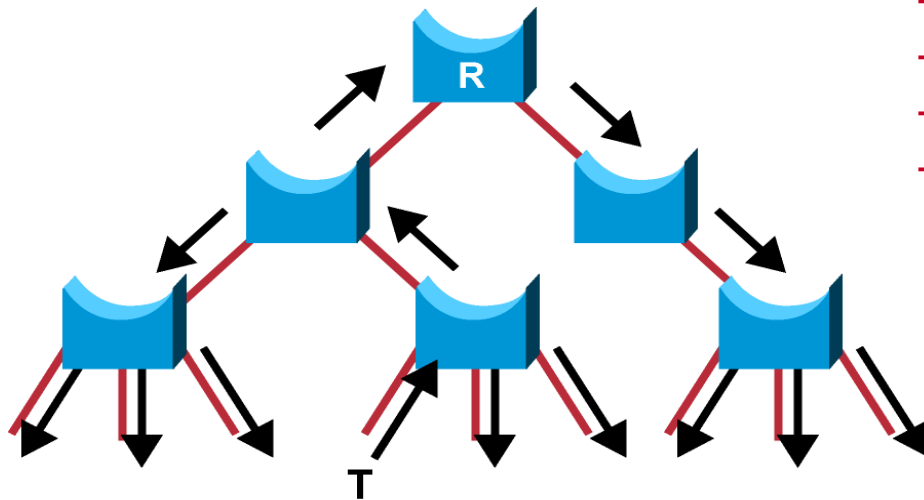
- Proposal érkezés
 - Blokkol minden nem edge port
- Visszaküld egy agreementet
 - Az új port forwarding állapotba kerül
- A többi porton proposal küldés
- Agreementek fogadása
 - Portok forwarding módba



RSTP Topology Change



BME-TMIT



- + Port on which the TCN was received is not flushed
- + Edge ports are not flushed
- +/- Flooding but connectivity restored immediately
- + No need for proxy multicasts

- TC csak azon a linken amely **forwarding-be megy**
- A kezdeményező küldi (nem a Root) és a szomszédok továbbítják az **aktív topológia mentén**
- TC bit 2 x hello time időre
- **Azonnal törli a CAM táblát**

- a reakcióidő lecsökkentésére találták ki
- a STP protokoll továbbfejlesztett változata
- működése nem időzítőkön alapul
- új port állapotokat vezet be a gyorsabb átkapcsolás érdekében
- a HELLO üzenetek sűrűségét is megnövelték
- 802.1w

- Proposal-agreement módszer
 - a jobb útvonallal rendelkező kapcsoló felajánlja az útvonalat
 - a legjobb ajánlatot fogja elfogadni
- A topológia helyreállása nem függ időzítőtől
- Több kapcsolón keresztül is működik

- A root, forwarding, blocking állapotok mellett a bridge még a következő állapotokat ismeri:
- Alternate port
 - Alternatív útvonal hiba esetén a root felé
- Backup port
 - Egy párhuzamos útvonal egy olyan LAN felé, melynek designated bridge-e
- Új topológia kialakulásakor ezek a portok kapcsolnak be

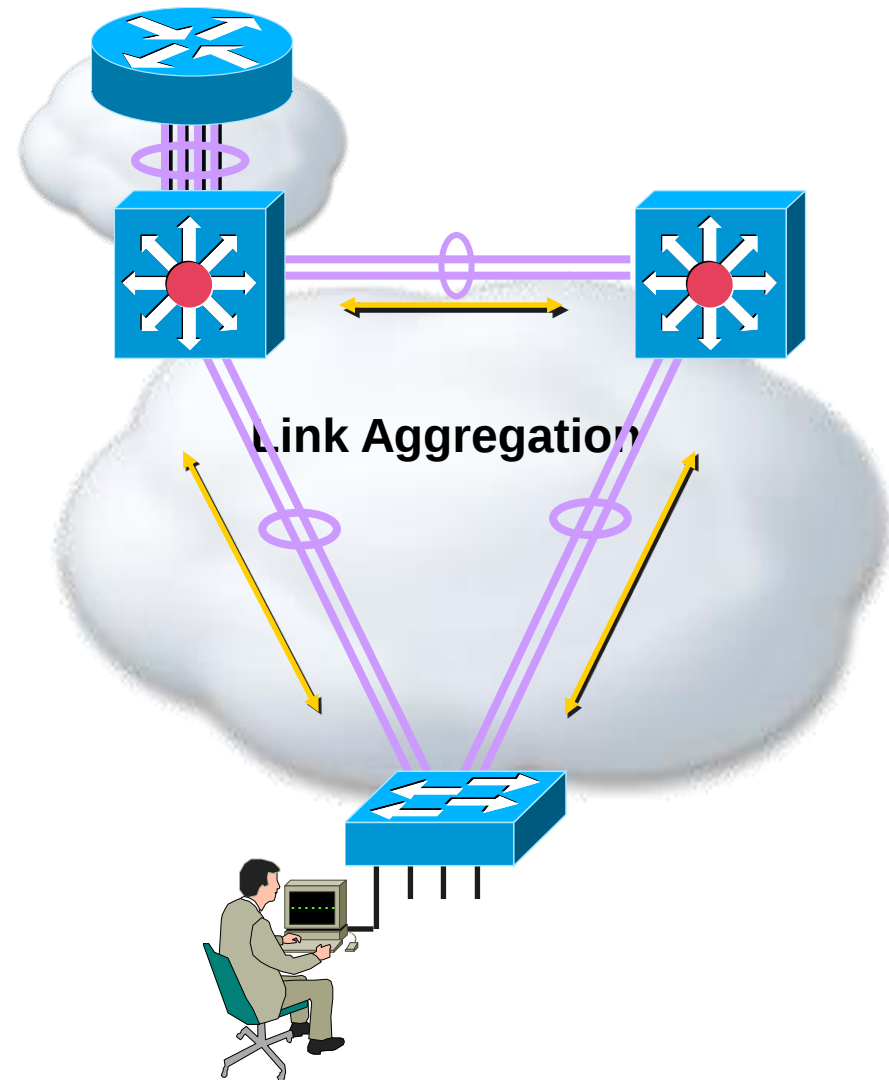
- Az új topológia kialakulása nem timer függő, de topológia függő
 - Nincs korlát – csak az időzítő (STP-ből)
 - Nagy topológia esetén lassú lehet
- Terhelés megosztás továbbra sem lehetséges
- A tanulási fázis nem csökkent le
 - Bár a táblák ürítésére megoldást ad

Link Aggregáció



BME-TMIT

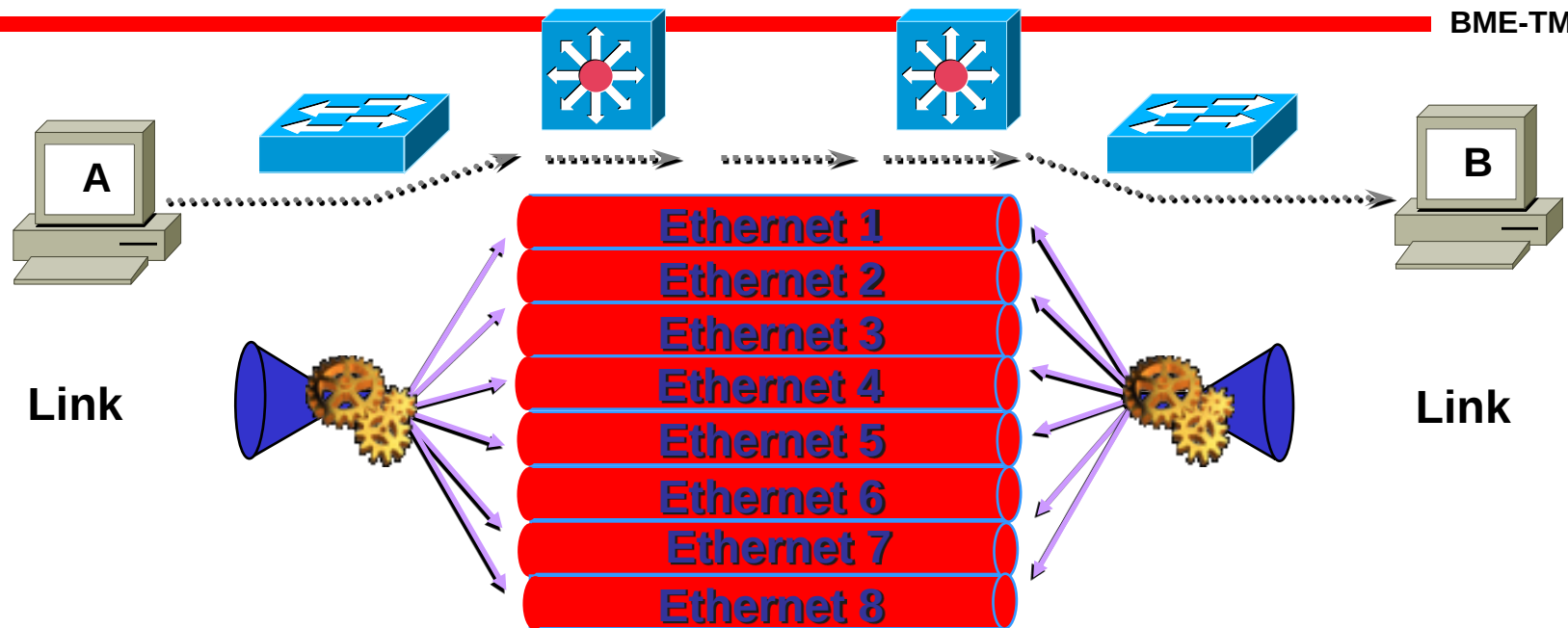
- Link Aggregáció
 - Hasonló linkek összefogása (összesen 8-ig)
10/100/1000/10GE ports
- Használható switchek, routerek és néhány típusú NIC között
- Aggregált Link
 - mindig point-to-point



Link Aggregáció



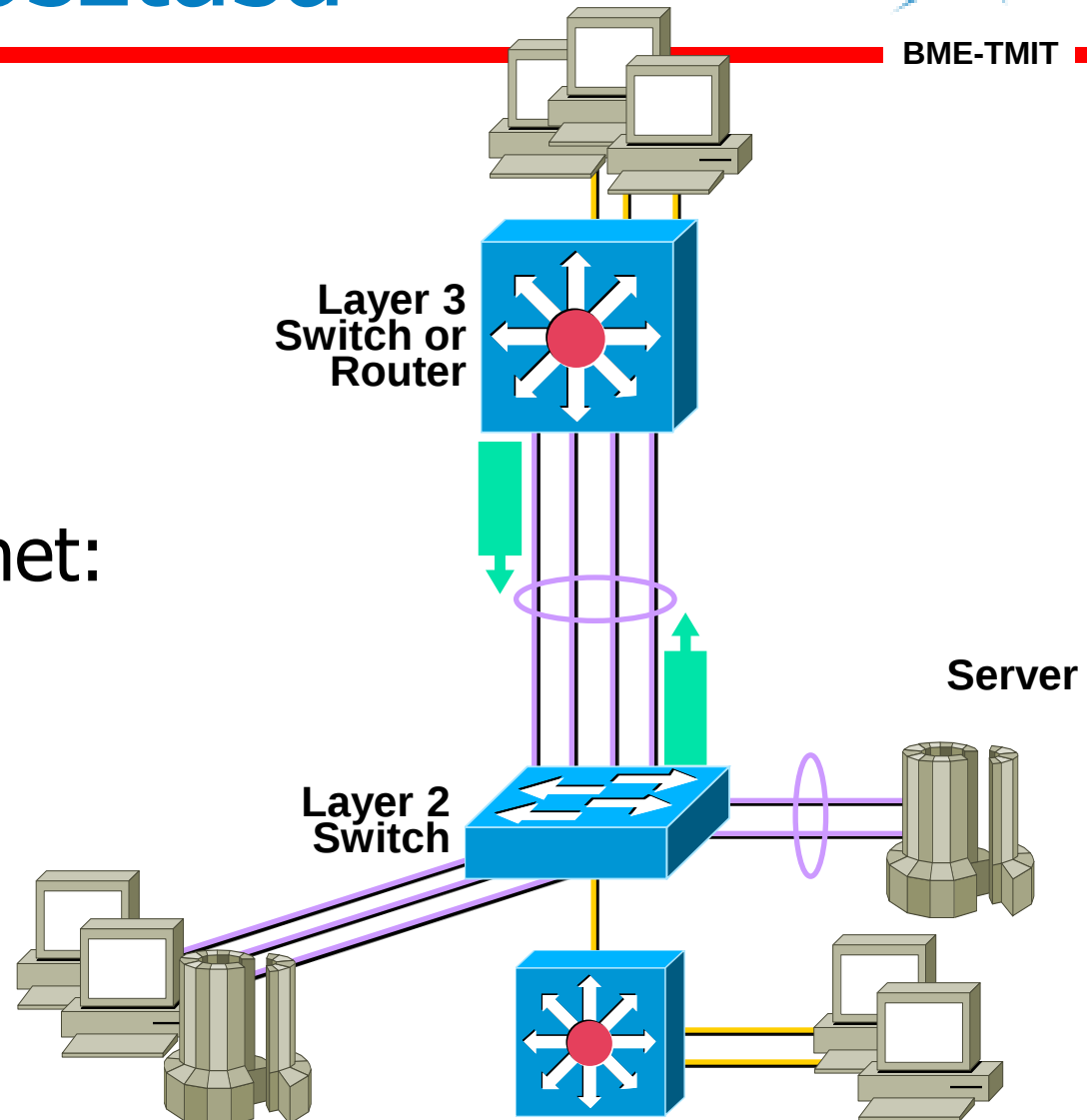
BME-TMIT



- Load sharing és Layer-1 redundanciát nyújt
 - Hash függvény a következő alapokon:
 - MAC, IP addresses, Layer-4 ports (session)
 - Az egész csatorna egyetlen logikai port
 - Vezérlő Protokoll: IEEE 802.3ad LACP

Terhelés megosztása

- Függ a beállított konfigurációtól és a hash-függvénytől
- A hash függvény lehet:
 - MAC-cím alapú
 - IP cím alapú
 - Layer-4 alapú (session)



- Adminisztrátor által beállítható állapotok - LACP
 - ON
 - Csatorna akarok lenni, nem érdekel mit gondolsz!
(nem generál LACP üzeneteket)
 - OFF
 - Nem akarok csatorna lenni, és nem érdekel mit gondolsz!
(nem fogadja az LACP üzeneteket)
 - Active
 - Csatorna szeretnék lenni. Érdekel a dolog?
(Used when you are interested in being a channel)
 - Passive
 - Várom az ajánlatokat, nekem mindegy!
(a “plug-and-play” működésnél használatos,
DE a másik oldalt jól kell konfigurálni)

**Aggregált
LINK megvalósul:**

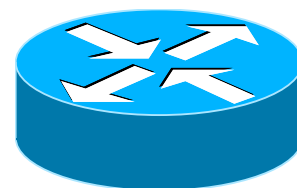
- **Active-active,**
- **Active-passive,**
- **On-on**

- Layer 2 továbbítás – MAC címek alapján
- Megtanulja a MAC címeket akár a bridge
- Erőssége a store-and-forward működés amely egyidejű továbbítást végezhet különböző portok között
 - Nincs ütközés
 - Nagy sebességű *backplane*
- Nagyszámú interfész
 - Különböző sebességek/médiumok

- A nagyobb teljesítményű kapcsolók egyben bridge-ek is
 - Támogatják az STP protokollt
- Típusok
 - Nem menedzselhető:
 - irodai célokra, HUB-ok összekapcsolására kiváló
 - Nem támogatja az STP protokollt, sem a VLAN-okat (jövő óra)
 - Menedzselhető
 - VLAN és STP támogatás
 - Menedzsment interfész
 - L2/L3

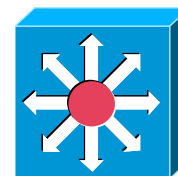
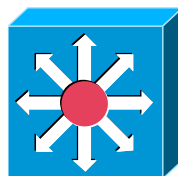
- Egyes kapcsolók képesek pont-pont módban működni
 - Nincs ütközés
 - Full duplex kapcsolat
 - Nagyobb elérhető sávszélesség
- Beállítható
 - Kapcsolók között
 - Kapcsoló és munkaállomások között

- Hierarchikusan



Router

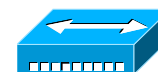
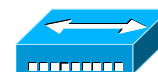
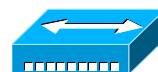
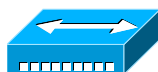
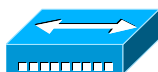
Nagy teljesítményű,
multiservice kapcsoló



SWITCH, Bridge



HUB



- O'Reilly ***Ethernet: The Definitive Guide***
 - by Charles E. Spurgeon
- IEEE 802.3 szabvány
- Cisco – Understanding STP, RSTP

Folytatása következik



Budapest University of Technology and Economics

**Department of
Telecommunications and Media Informatics**

