

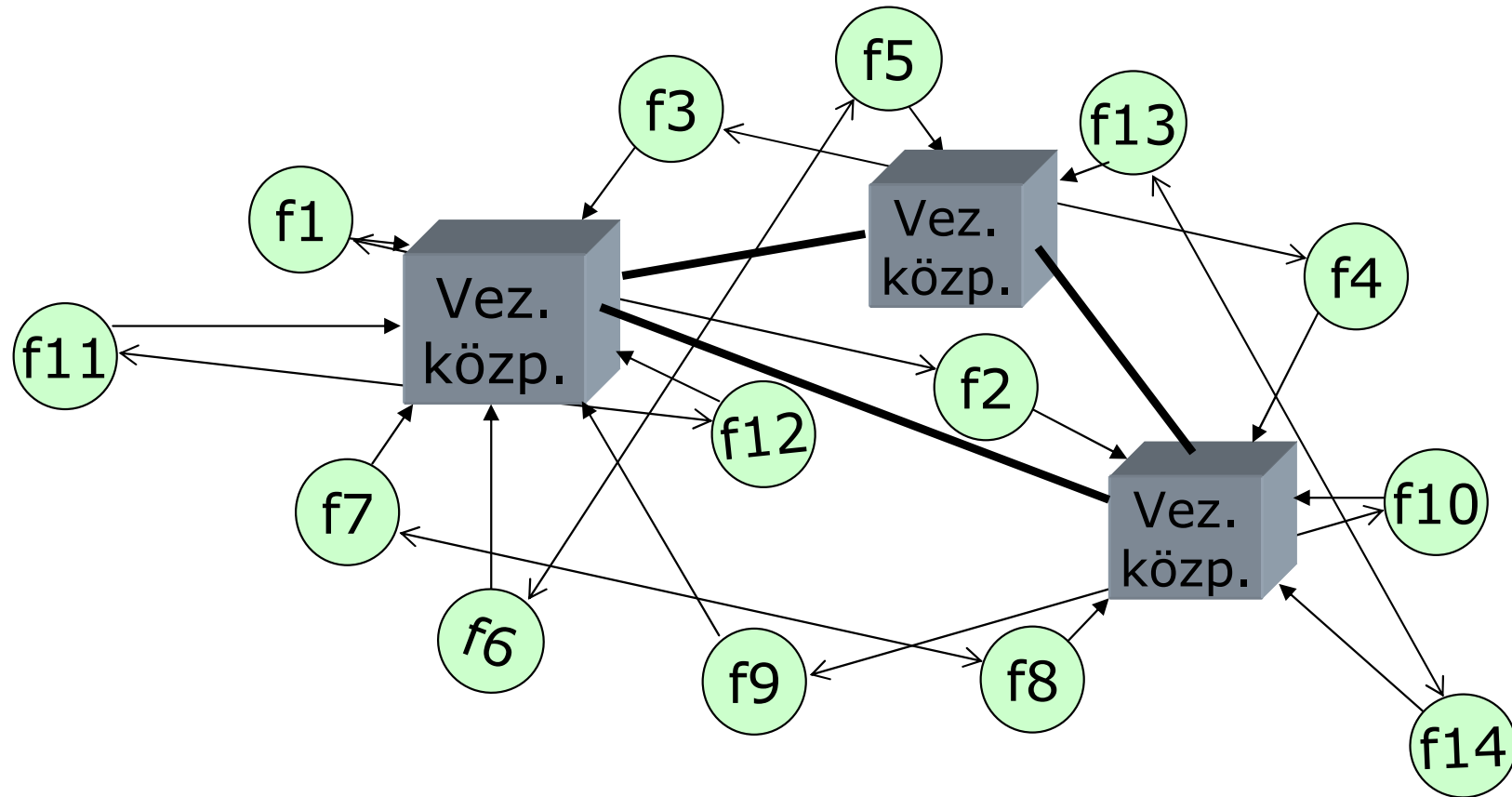
# Kapcsolás, jelzés, címzés

---

Számítógép-hálózatok 2009  
(„Elmélet”, alapelvek és módszerek)

# Hálózat?

---



Szövevényes kuszaság!

De hogyan működik?

# Kapcsolás

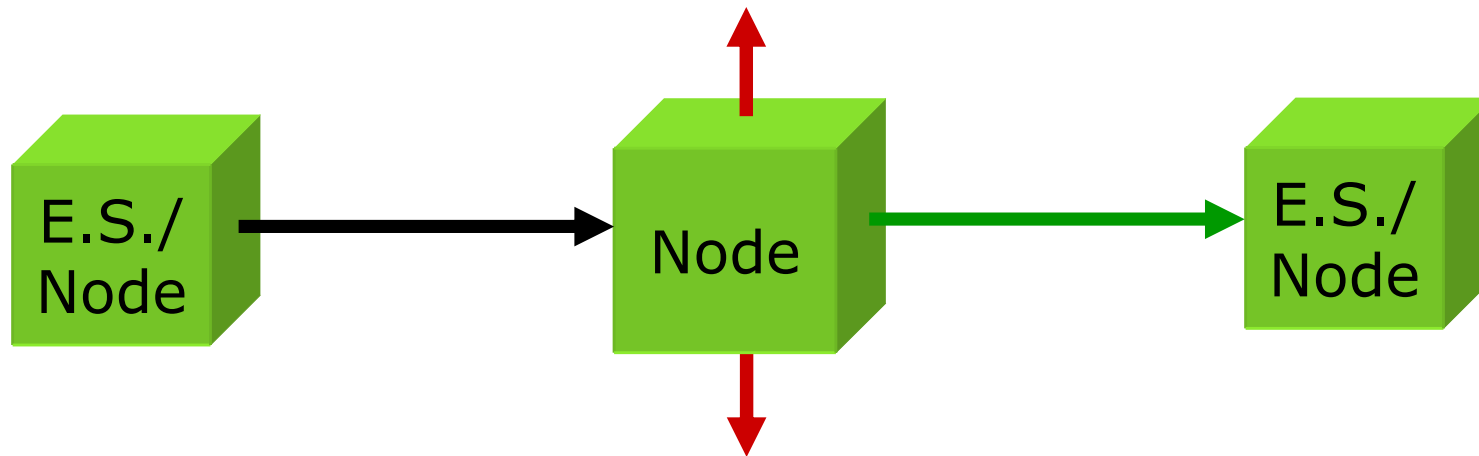
---

Áramkörkapcsolás,  
hullámhossz-kapcsolás,  
üzenetkapcsolás,  
csomagkapcsolás,  
virtuális áramkörkapcsolás.

# Kapcsolás

---

- **Kapcsolás**: azon eljárások, technikák összessége, amelyek kapcsolt számítógép-ill. távközlési hálózatokban két, nem szomszédos csomópont között „kapcsolatot” hoznak létre



\* E.S. =End System, végpont, felhasználói végpont

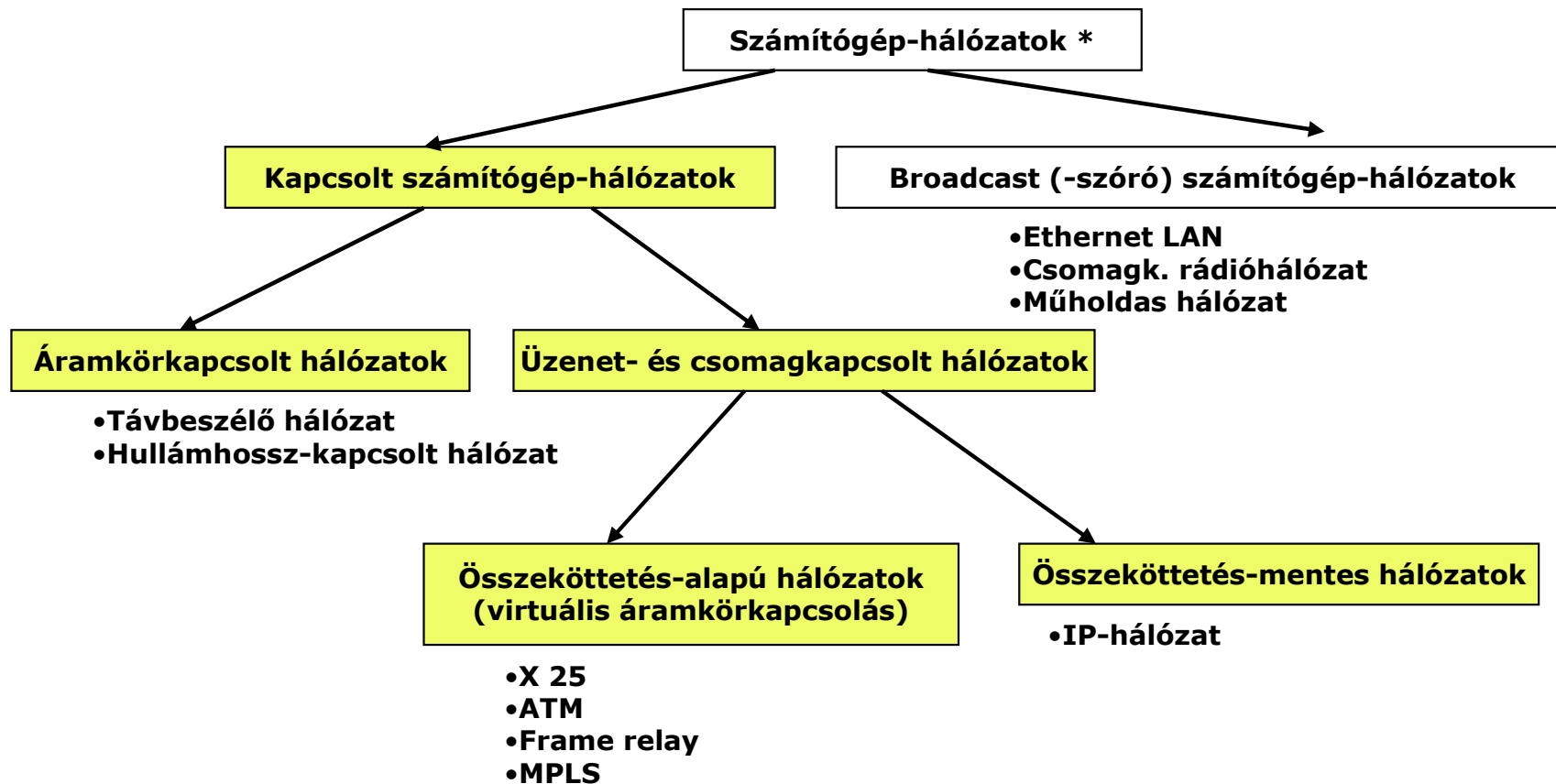
# Milyen fajta kapcsolások léteznek?

---

- Áramkörkapcsolás – circuit switching
- Hullámhossz-kapcsolás  
(~áramkörkapcsolás)
- Üzenetkapcsolás – message switching
- Csomagkapcsolás – packet switching  
(az üzenet- és a csomagkapcsolás rokonok)
- Virtuális áramkörkapcsolás  
(üzenet- ill. csomagkapcsoláson belül)

# Áttekintés

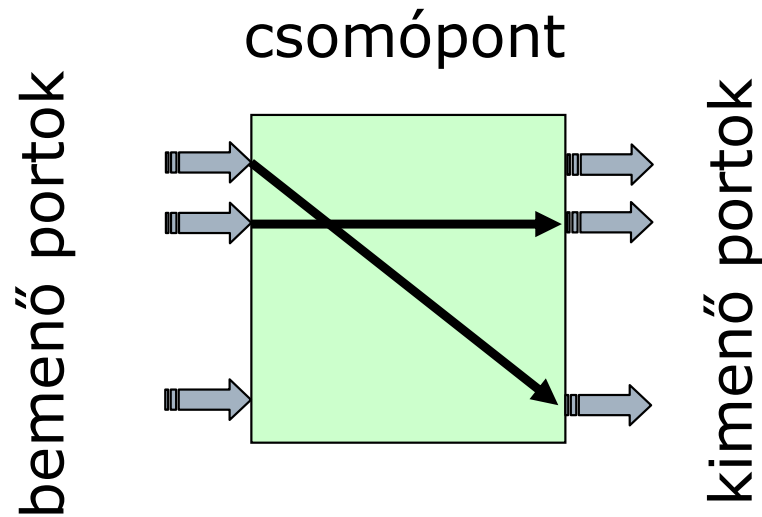
---



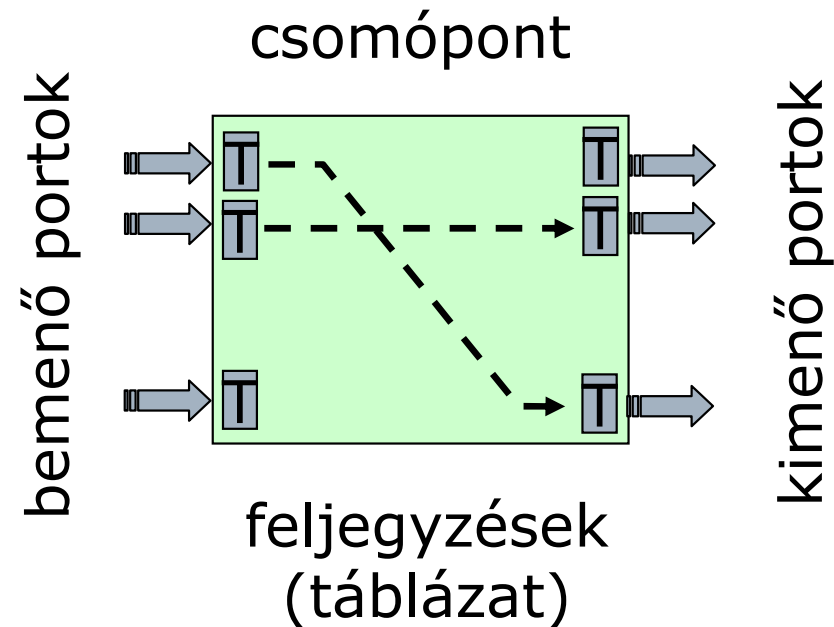
\* *általánosan: kommunikációs hálózatok – communication networks*

# Az áramkör- és a csomagkapcsolás

## □ Áramkör-kapcsolás



## □ Csomagkapcsolás



## □ Fizikai kapcsolat

## □ Logikai kapcsolat

# Összeköttetés alapú és összeköttetés-mentes hálózatok

---

- Összeköttetés alapú hálózat: a csomópontok a tényleges adatátvitel előtt  
**végpontok közötti összeköttetést**  
(end-to-end connection)  
létesítenek, ehhez külön jelzéseket használnak (lásd később)
- Összeköttetés-mentes hálózat:  
a kommunikáló végpontok közötti adatátvitel előzetes összeköttetés létrehozása nélkül történik



# Áramkörkapcsolás/vonalkapcsolás

---

- ❑ Fizikai kapcsolat a küldő és a célállomás között
- ❑ A kapcsolat jellemzően nem állandó, fel kell építeni és az összeköttetés végén le kell bontani
- ❑ Minden felhasználói információ ugyanazon a dedikált fizikai útvonalon halad
- ❑ Valódi idejű információátvitelre kiváló
- ❑ Továbbítás alatt a csomópontok az adatokat nem tárolják
- ❑ Torlódás csak az összeköttetés felépítése során léphet fel, az adatátvitel során nem

# Áramkörkapcsoló csomópontok

---

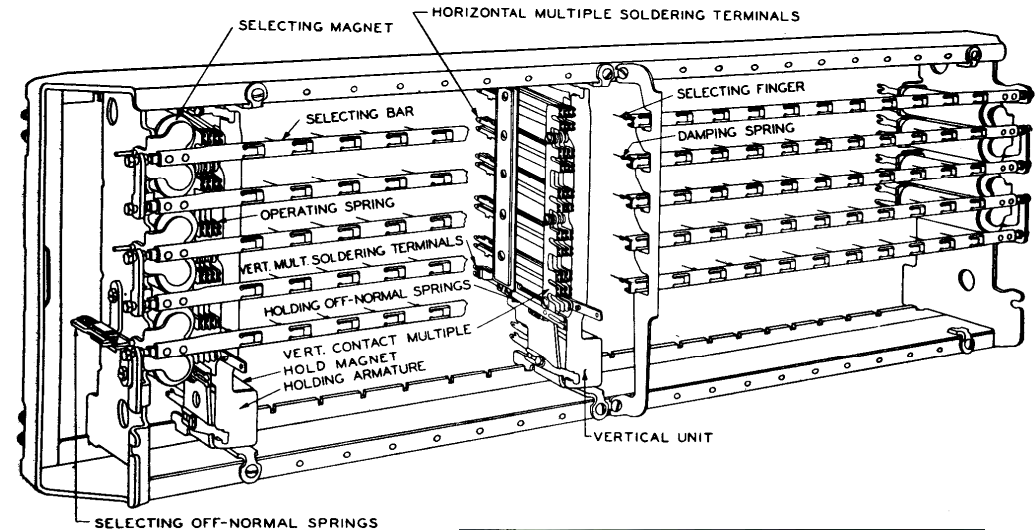
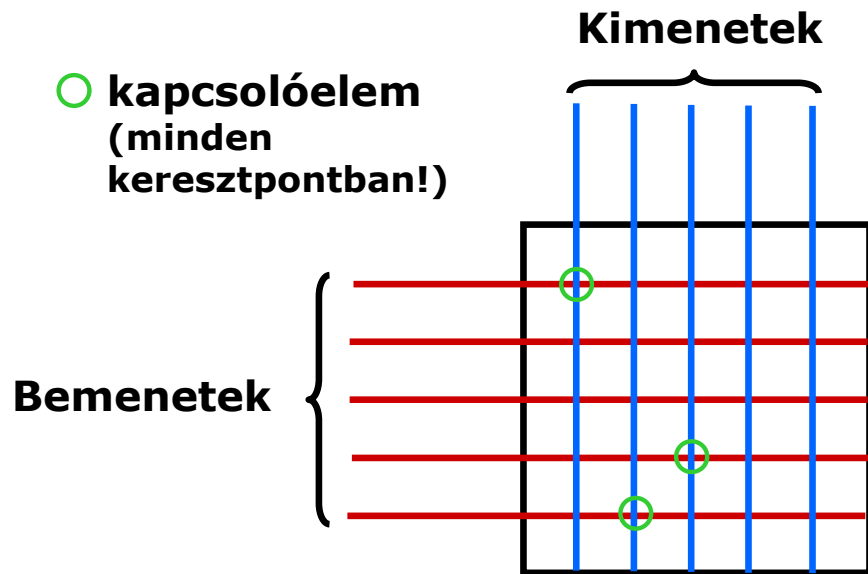
- Fizikai szintű kapcsolatokat kell létesíteni
- Kapcsolók általános felépítése
  - kapcsolóelem
    - a tényleges kapcsolást végzi
    - változatos megvalósítási módok, ezek szerint osztályozzák is a kapcsolókat
  - kapcsolóvezérlő
    - kiválasztja az(oka)t a kapcsolóelem(eke)t, amely(ek) működésbe lép(nek) kapcsoláskor
- Blokkoló és blokkolásmentes kapcsológépek
  - belső és külső blokkolás
  - többfokozatú kapcsológépek

# „Blokkolás” a kapcsolókban

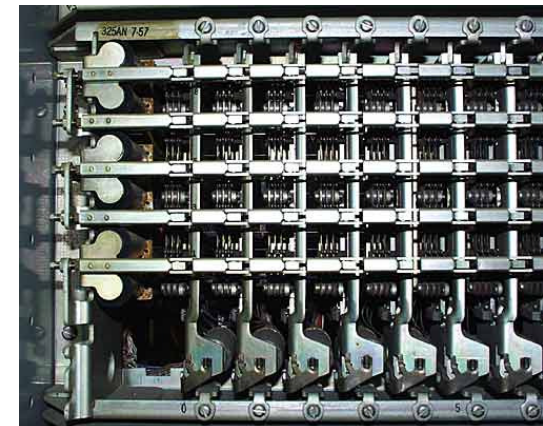
---

- ❑ **belső blokkolás** (internal blocking): a kért kimenet szabad, de nincs útvonal a bemenettől a kimenetig
- ❑ **kimeneti blokkolás** (output blocking): két bemenet ugyanazt a kimenetet akarja használni, ilyenkor az egyik kimenet blokkolt lesz
- ❑ az egyszerű crossbar (keresztpontos) kapcsolóban nincs belső blokkolás
- ❑ ha megengedünk blokkolást, akkor hatékonyabb kapcsológépeket készíthetünk, több fokozat alkalmazásával és a ki-bemenetek közötti útvonalak létesítésével

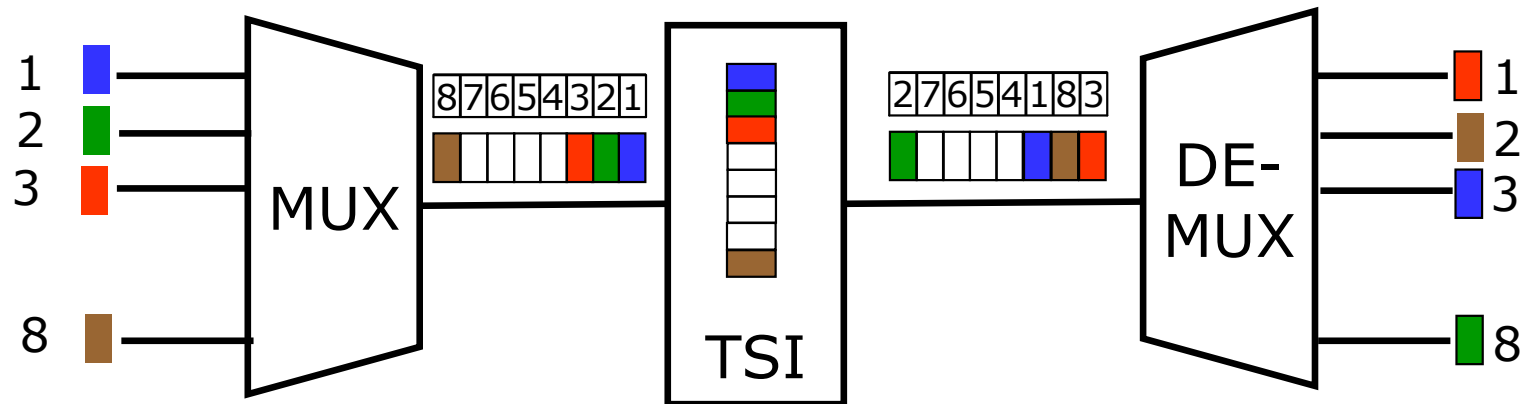
# Egy régi kapcsológép: a keresztpontos (crossbar) kapcsoló



**5 x 5-ös kapcsoló elvi rajza,  
korai elektromechanikus (jelfogós)  
kapcsoló szerkezeti rajza és fényképe**



# Időosztású kapcsológépek: kapcsolás időréscseréléssel



TSI – Time Slot Interchanger

- Az időosztású multiplexálás elvének felhasználása
- A TDM jel beírása memóriába adott sorrendben, kiolvasás eltérő sorrendben = kapcsolás
- Korlátos számú csatornát tud csak kapcsolni, ezért kombinálják a térosztású elvvel

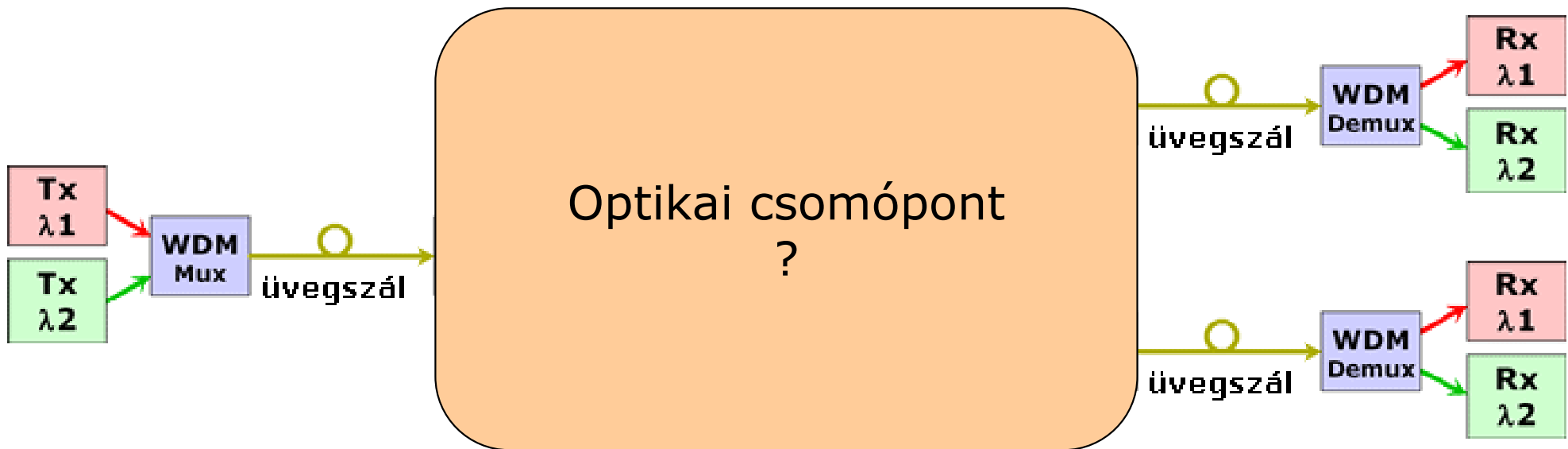
# Hullámhossz-kapcsolás

- WDM emlékeztető:



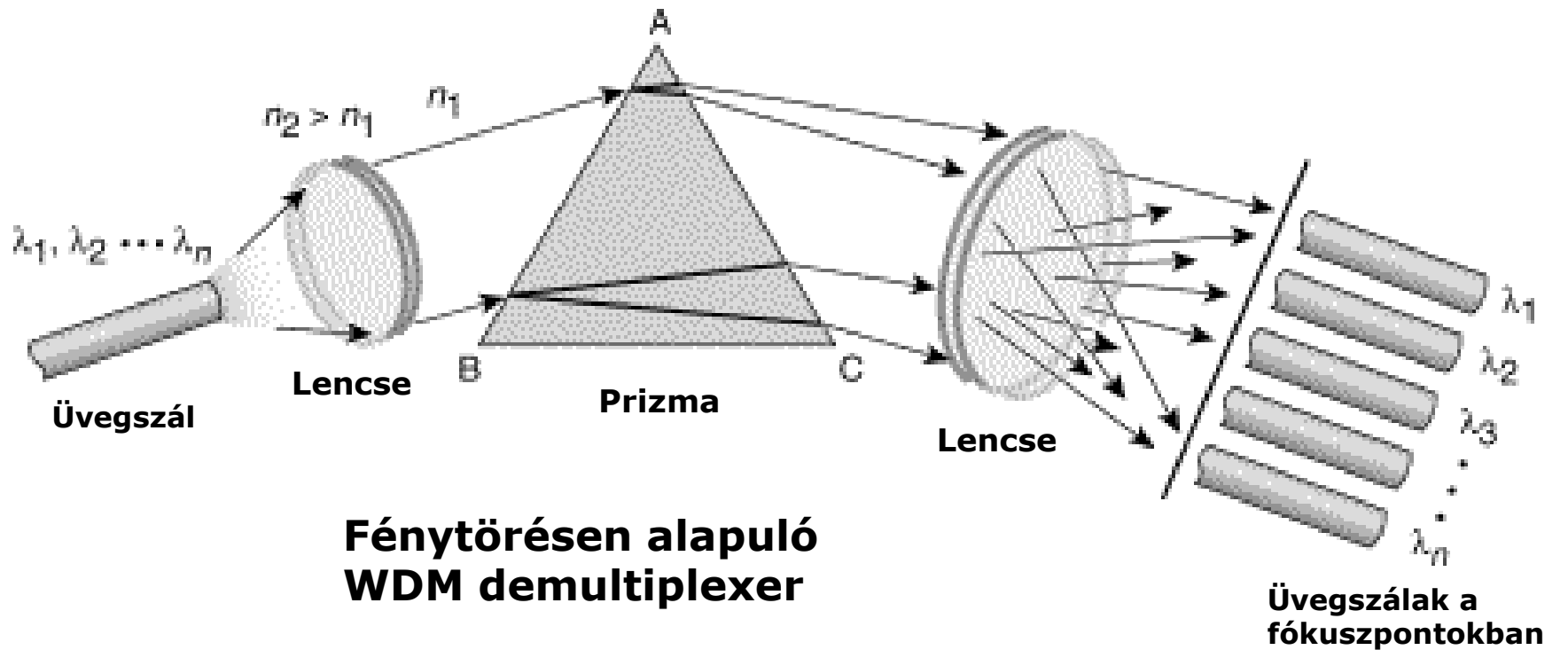
- A felső adó  $\lambda_1$ , az alsó pedig  $\lambda_2$  hullámhosszú fényt bocsát ki, ezeket a multiplexer egyetlen üvegszállra multiplexálja, majd az átviteli út végén a demultiplexer a  $\lambda_1$  hullámhosszúságú jelet a felső, a  $\lambda_2$  -t pedig az alsó vevőhöz irányítja

# Hullámhossz-kapcsolás



- Hullámhossz-érzékeny (hangolható) eszközökkel a jelek útvonala is megváltoztatható, ez valójában kapcsolás
- WDM-nél a jel hullámhossza jelenti a forrásra, az útvonalra és a rendeltetési helyre vonatkozó információt

# WDM multiplexerek/demultiplexerek \*



## Fénytörésen alapuló WDM demultiplexer

- **A prizma felületére párhuzamosan beeső polikromatikus fénynyaláb különböző hullámhosszú összetevőit a prizma más és más szögben törí meg**
- **A kilépő sugarakat egy újabb lencse fókuszálja több üvegszálra**
- **Fordított irányban multiplexerként működik**
- **Ez az elrendezés az optikai mpx/dempx elvét illusztrálja egy korai megvalósítással, a korszerűek másként működnek**



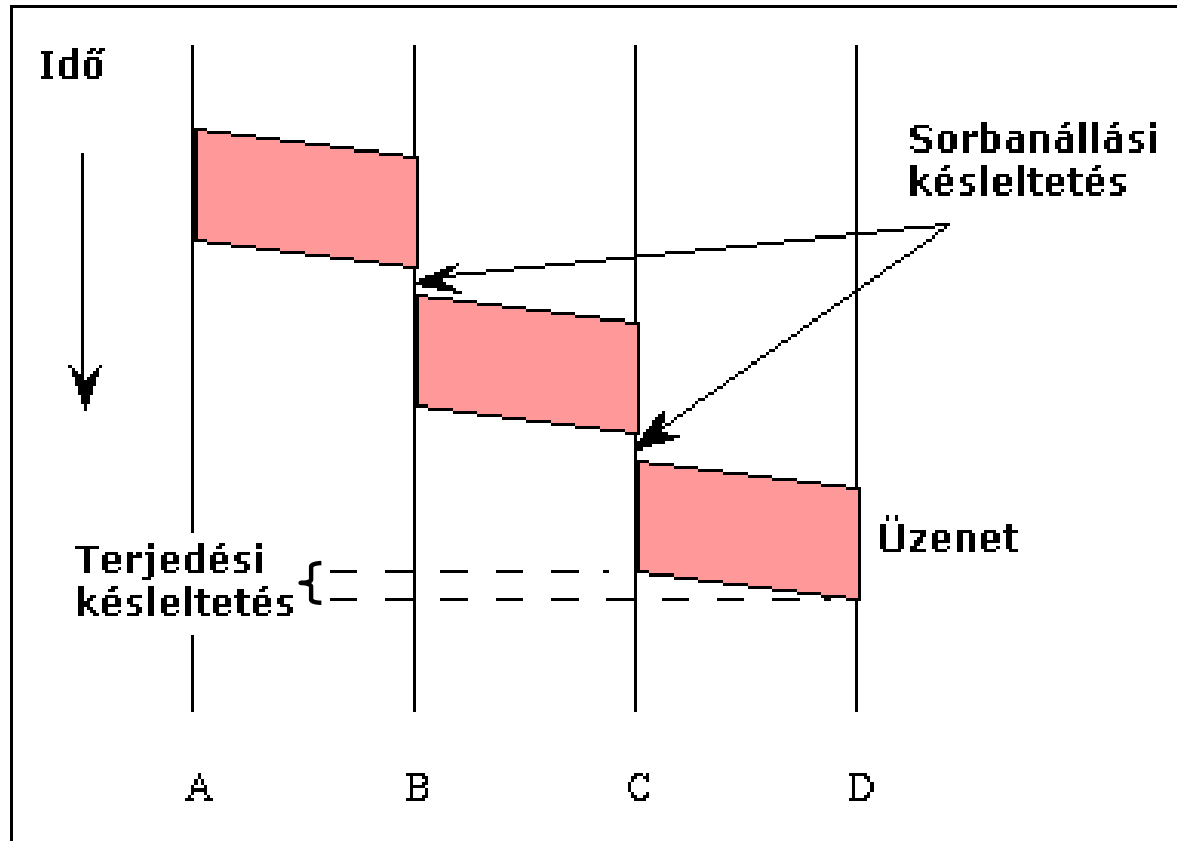
# Üzenetkapcsolás

---

- Az egész üzenet egyetlen egységként mozog az egyik csomóponttól a szomszédos másikig
- A csomópontok időlegesen tárolják, majd továbbítják az üzenetet (store-and-forward)
- Megvalósításához
  - az üzenetben címrész és
  - a csomópontokban átmeneti tárolás kell

# Az átvitel folyamata üzenetkapcsolással

- **Egy üzenet átvitele A és D csomópont között három lépésben: az AB, BC és CD szomszédos állomások közötti kapcsolatok sorozatán keresztül**
- **B és C csomópont esetleg nem azonnal továbbítja az üzenetet, várakozási sorba helyezi, majd a kimeneti csatorna felszabadulásakor továbbküldi**



# Üzenetkapcsolás

---

- Előnyös tulajdonságai:
  - az adatcsatornákat a kommunikáló eszközök megosztva használják, javul a csatorna kihasználtsága
  - késleltetés blokkolás helyett, ami az áramkörkapcsolásnál van
  - az üzenetekhez elsőbbség (prioritás) rendelhető
  - támogatja az üzenetszórást (broadcast)
- Hátránya:
  - a fellépő késleltetések miatt általában nem képes valódi idejű átvitelre (élő hang ☹, mozgóképek ☹)
  - adatátvitelre jó, amikor a késleltetésre kevésbé vagyunk érzékenyek
- Tulajdonképpen ez a fajta kapcsolat volt az ARPANET hálózatban

# Csomagkapcsolás

---

- Az üzenetet a küldő felhasználói végpont kisebb részekre, **csomag**okra tördeli
- A csomag tartalmazza:
  - **a küldő csomópont azonosítóját/címét**
  - **a címzett csomópont azonosítóját/címét**
  - **a csomag „helyét” az üzenetben**
- A csomagokat a küldő egymás után elküldi a hálózaton át a címzettnek
- A közbeeső csomópontok a bennük lévő cím alapján továbbítják a csomagokat, akár egymástól különböző útvonalon
- A csomagok az eredetitől eltérő sorrendben is érkezhettek a címzethez
- A címzett a csomagokban található információ alapján visszaállítja a helyes csomagsorrendet

# Csomagkapcsolás

---

- Csomagkapcsolt hálózatok csomóponti eszközei:
  - **kapcsoló** (switch): olyan csomópont, amely a csomagokat ugyanazon helyi hálózat más csomópontjaihoz továbbítja
  - **útválasztó** (router): két vagy több hálózat között továbbítja a csomagokat
- Csomagkapcsolás megvalósítható:
  - Összeköttetés-mentes módon, ezt nevezik röviden **datagram** kapcsolásnak is, vagy
  - összeköttetés alapú módon, amire a **virtuális áramkörkapcsolás** elnevezést is használják

# Datagram-kapcsolás

---

- Minden csomag önálló egységet képvisel
- Minden csomag tartalmazza a rendeltetési hely teljes (globálisan egyedi) címét
- A két végpont közötti csomópontok megvizsgálják a csomag fejrészét és kiválasztják az útvonal következő szakaszát, vagyis azt a kimeneti kapcsolatot (port), ahová a csomagot továbbítják.
- A választás során két tényezőt érdemes figyelembe venni:
  - melyik az a csomópont, amely a csomagot a lehető legrövidebb úton juttatja rendeltetési helyére
  - hol található szabad csomópont, amely képes a csomag fogadására

# „Blokkolás” a csomagkapcsolókban

---

- Belső és kimeneti torlódás egyaránt lehetséges
- A torlódás átmeneti, fellépte előre nem látható
- Elkerülésének módjai:
  - túlbiztosítás (overprovisioning), a belső kapcsolatok gyorsabbra választása, mint a bemenetek sebessége
  - pufferelés, a csomagok késleltetésére
  - visszaduzzasztás (backpressure), eljárás, amellyel a kapcsoló vezérlő arra kényszeríti a csomagok küldőjét, hogy ideiglenesen függessze fel a küldést
    - csak korlátozott ideig hatásos
  - párhuzamos kapcsolás, több párhuzamos útvonal kialakítása a bemenetek és a kimenetek között, a túltartalékolás térbeli megfelelője

# Virtuális áramkörkapcsolás

---

- Virtuális áramkörkapcsolásnál a küldő és a cél végpontok között egy, a hálózat csomópontjai közötti szakaszokból álló összeköttetés létesül
- Ez analóg az áramkörkapcsolással annyiban, hogy a két végpont között minden csomag ezt az útvonalat használja, viszont nem valódi, fizikai kapcsolat, innen a virtuális áramkörkapcsolás (virtual circuit switching) elnevezés
- A virtuális áramkörkapcsolásnál is megtalálható a
  - **kapcsolat felépítés**
  - **adatátvitel**
  - **kapcsolat lebontás**
- A virtuális áramköröket egy helyi, az adott csomóponton érvényes azonosítóval a virtuális áramkör azonosítóval (Virtual Circuit Identifier, VCI) azonosítjuk



# Csomagkapcsolás és áramkörkapcsolás

---

- Áramkörkapcsolás esetén a hívásfelépítés során az összeköttetéshez rendelt erőforrások csak az adott összeköttetéshez tartoznak, más hívások nem használhatják (dedikált használat)
- Csomagkapcsolásnál az átviteli csatornák és egyéb erőforrások használata nem dedikált, több összeköttetés is használhatja ugyanazt a csatornát
- Az áramkörkapcsolás ideális, amikor az adatokat gyorsan, sorrendhelyesen és állandó sebességgel kell továbbítani, például telefonátvitelre
- A csomagkapcsolás előnyösen alkalmazható a lökészerű átvittel járó és a késleltetéseket jól tűrő adatok, például elektronikus levelek, weboldalak továbbítására

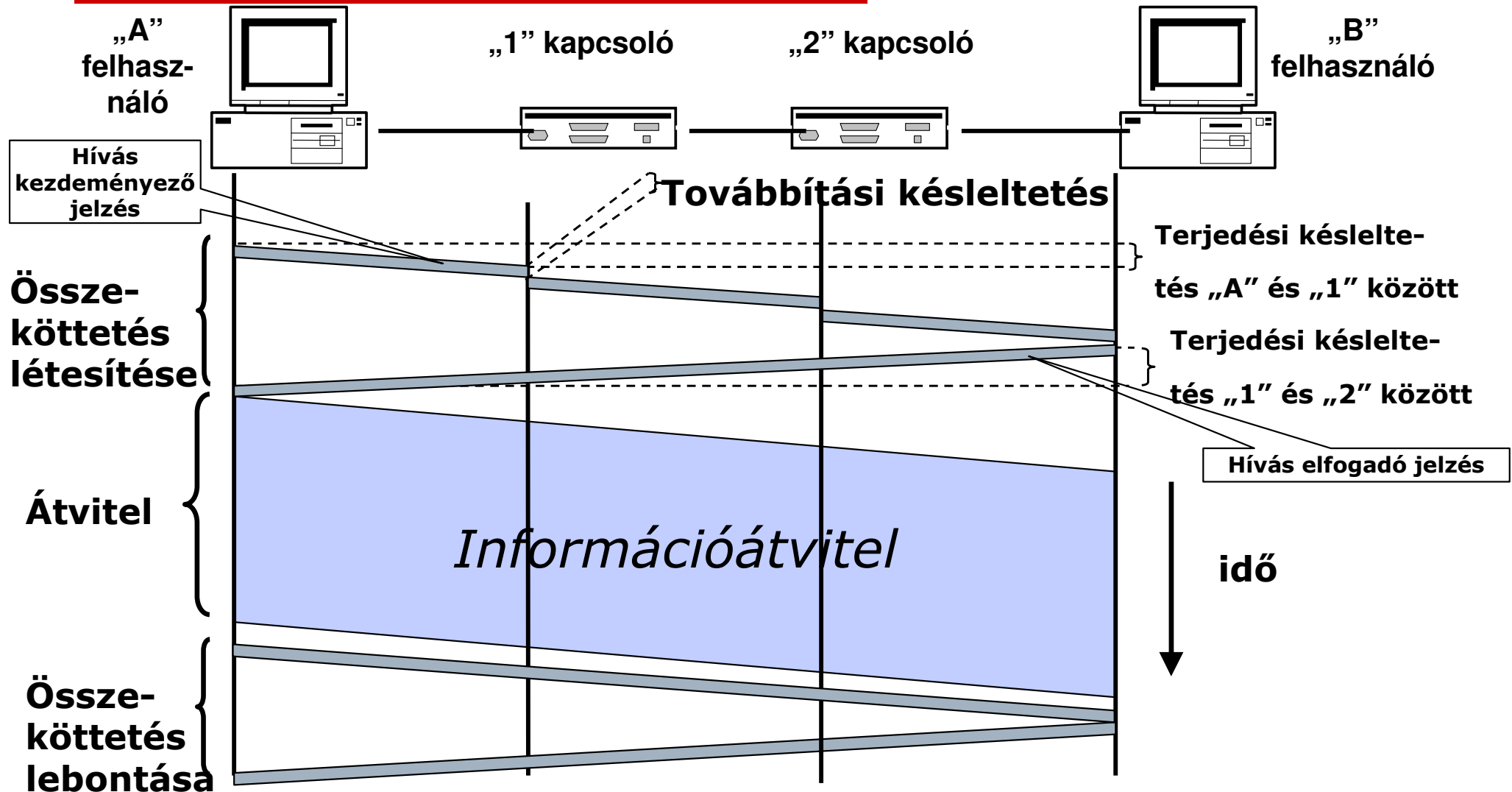
# Jelzés

---

Signaling

Áramkörkapcsolásnál és virtuális  
áramkörkapcsolásnál

# A működés fázisai áramkörkapcsolásnál

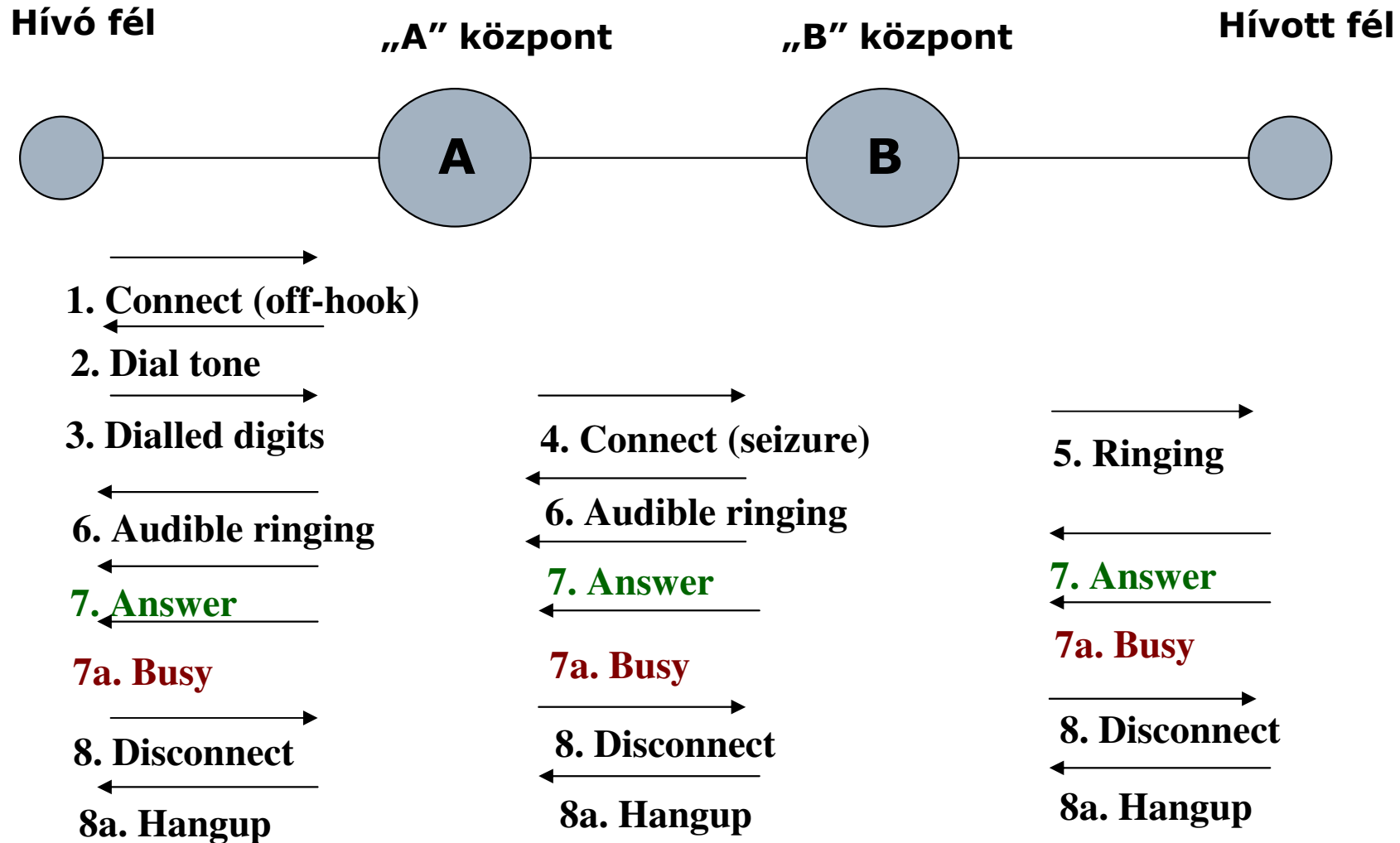


# Hívásvezérlés

---

- „Hívások” (kapcsolatok, **összeköttetések**) létrehozása, fenntartása, lebontása
- Az ehhez szükséges jelzések rendszere
- Hívásvezérlő protokollok (valamely szabvány szerint)
- Angolul: call processing, call control systems/algorithms/protocols

# Jelzésátvitel, közönséges telefonhívás



# Jelzésrendszerek

---

- = a hívásokat vezérlő jelzések rendszere
- = „sávon belüli” (in-band) és „sávon kívüli” (out-of-band) jelzésátvitel
  - *in-band: hagyományosan a telefóniában, ma is megvan még az analóg előfizetői vonalon (előf. „hurokban”)*
  - *out-of-band: a jelzések továbbítása külön csatornákon/hálózaton*
- sávon kívüli jelzésátvitel → „közös csatornás” jelzésátvitel - common channel signaling (CCS)
  - *közös fizikai/virtuális jelzéscsatornák*
  - *rugalmasság, jobb sávszélesség-kihasználás*
  - *a közös csatornás jelzeshálózat üzenet- vagy csomagkapcsolt*
  - *Észak-Amerikában különálló hálózatként valósult meg*
  - *az ISDN-ben: külön digitális csatornákon*

# Elnevezés és címzés

---

## Naming and addressing

# Elnevezés és címzés – *naming and addressing*

---

- Elnevezés (naming): egyedi név hozzárendelése a hálózat végpontjaihoz
  - Pl.: *diana.create-net.it*
- Címzés: egyedi cím hozzárendelése
  - Pl.: *213.21.183.196*
- Névcím átalakítás: címfeloldás
- Miért kell mindkettő?
  - emberi tényező
  - előnyös a nevek és címek „szétcsatolása”



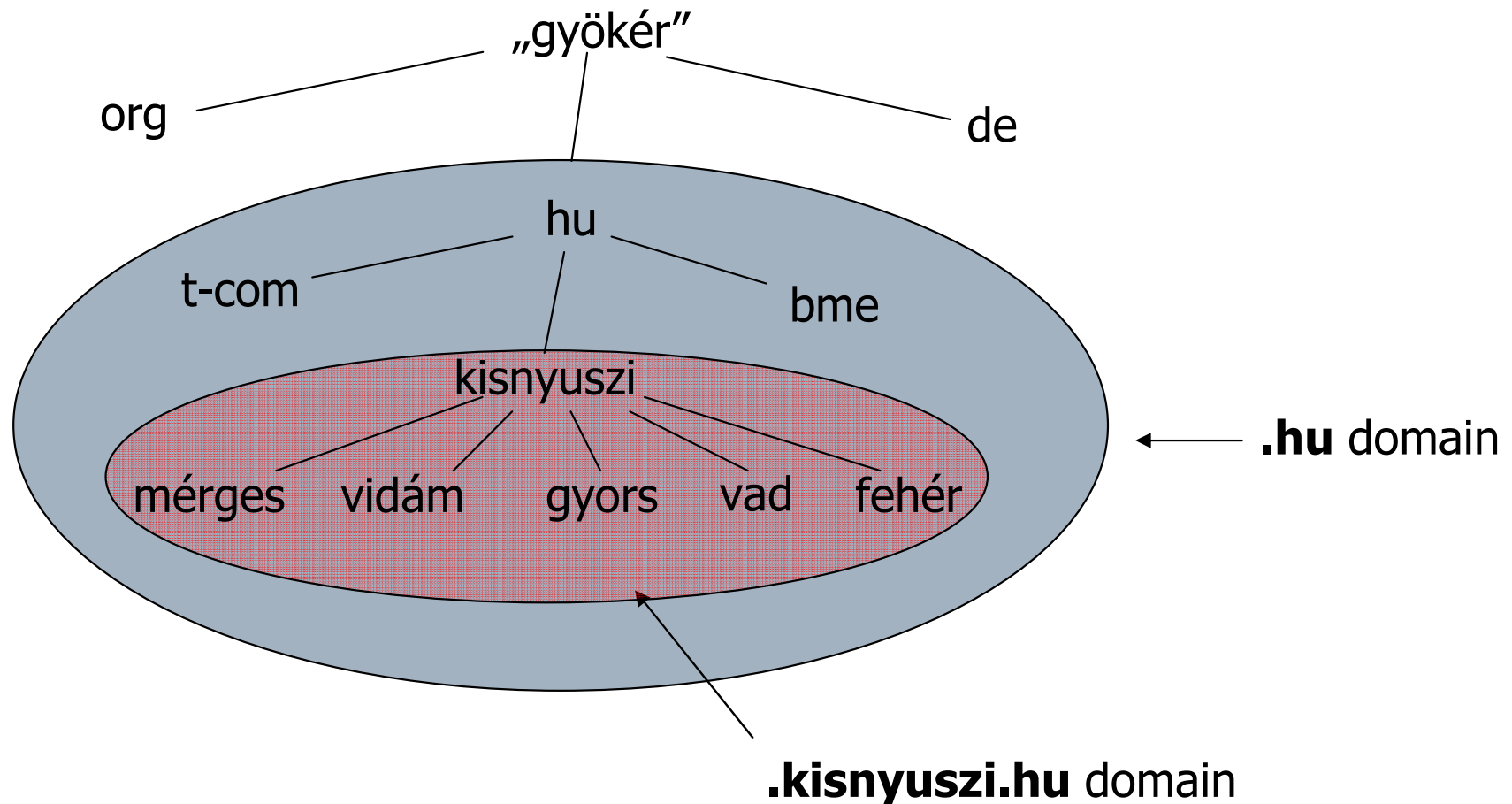
# Nevek hierarchikus használata

---

- Hogyan osszuk ki a neveket?
- Hierarchikus névadás
  - egy és több névadó
  - magasabb rendű névadó prefixet és **jogot ad** a további névadásra
  - pl. „a”, a.a, a.b, a.c (elválasztás pontokkal)
- Névtér (name space)
- Tartományok (domains)
- Globális hatóság a csúcpszintű tartományban
- Névadó hatóságok az egyes tartományokra

# Névtér, tartományok

*(name space, domains)*



# Névhasználat az Interneten

---

- Internet: DNS – Domain Name System
- Root domain: az üres string a záró pont után:  
hit.bme.hu.
- Top level domains: a név utolsó része
  - Az [IANA](#) adminisztrálja (Internet Assigned Numbers Authority)
  - **country code top-level domains (ccTLD)**, pl. **.hu**
  - **generic top-level domains (gTLD)**: pl. .org, .edu, .net, .com, .gov, .mil
    - eredetileg: a szervezetek egy-egy csoportja az USÁ-ban, ma már világszerte csaknem szabadon felhasználható, a .gov és a .mil csak az USÁ-ban
  - **infrastructure top-level domains**: egy van, az .arpa (megemlítjük később)

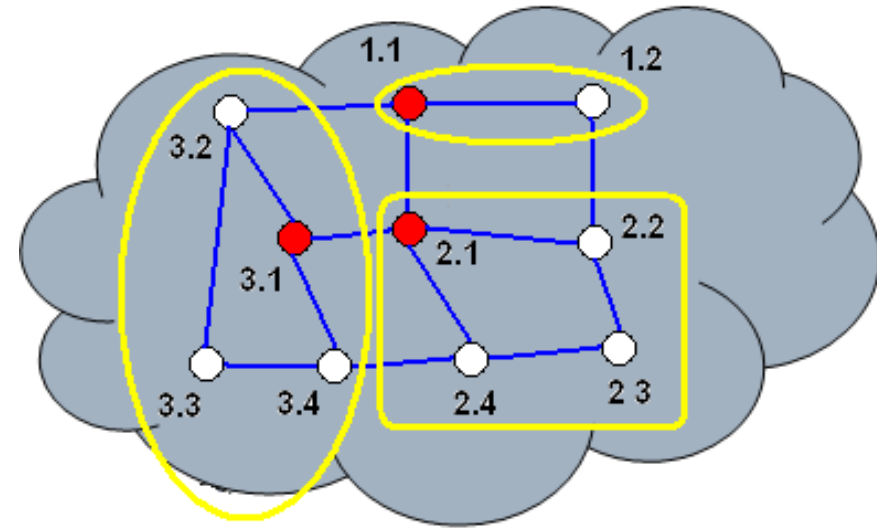
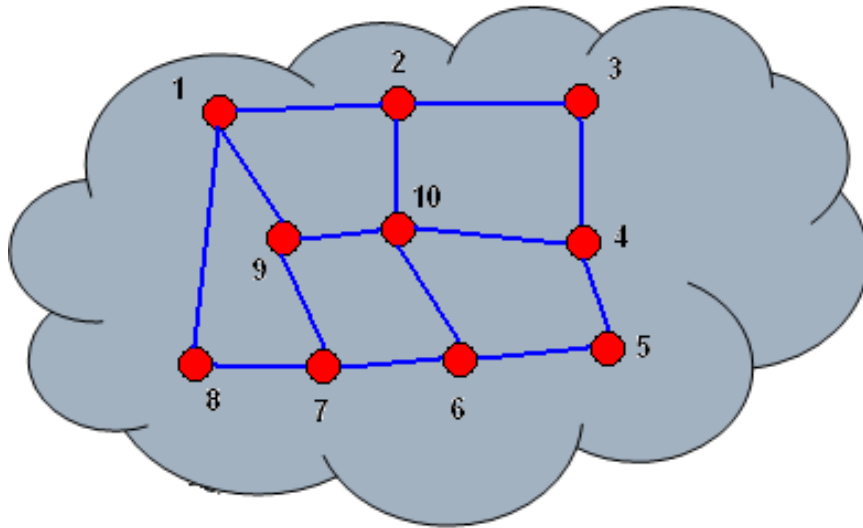
# Címzés

---

- A névhez hasonlóan
  - a címek is globálisan egyediek
  - hasonló okból célszerű ezeket is hierarchikusan szervezni
- A hierarchikus szervezésnek további oka az, hogy a hálózatokban egyszerűbbé teszik az **útvonalválasztást**
  - „lapos”, egyszintű címzésnél minden csomópontban nagy útvonalirányító tábla kell (routingtábla)
  - hierarchikus címzésnél nem mindenhol kell nagy
    - mivel alhálózatok alakíthatók ki,
    - csak a határokon kell nagy routingtábla

# Címek aggregálása

---



## Hierarchia nélküli (flat) címzés

- Minden csomópontban nagy irányító tábla
- Minden táblában 9 bejegyzés

## Hierarchikus címzés

- Címek csoportosíthatók
- Néhány csomópontban kell csak nagy irányító tábla

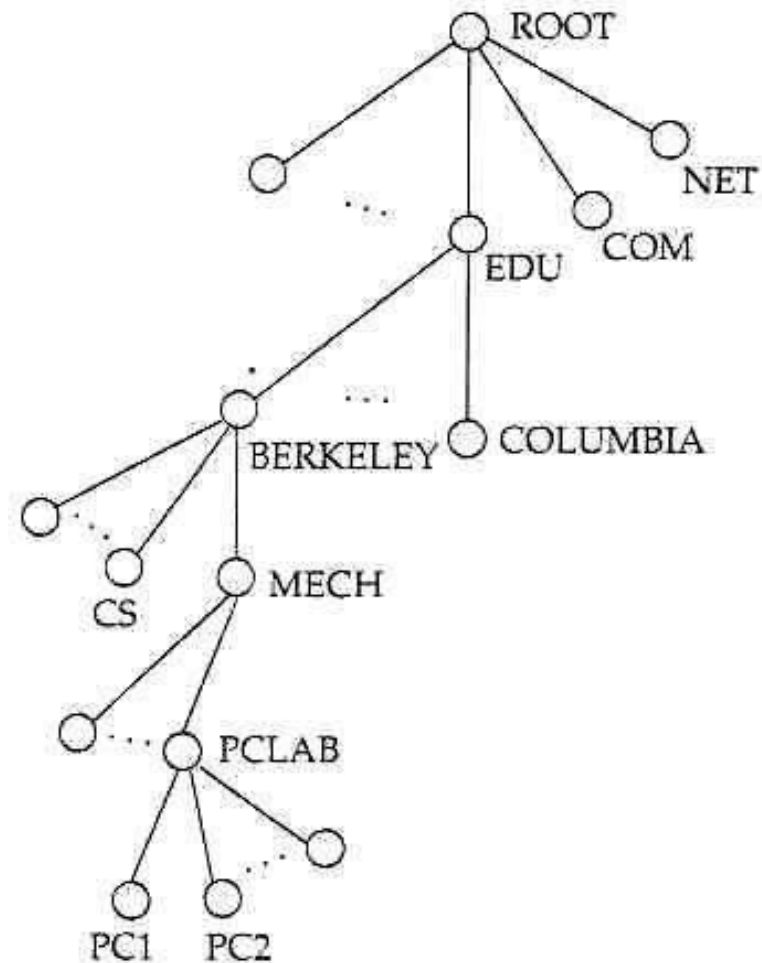
# Csoportosítás nélküli hierarchia

---

- ❑ Van olyan globális, hierarchikus címzés, amely nem prefix jellegű
- ❑ Ilyen az Ethernet lokális hálózatokban használt címzés
- ❑ Ethernet-cím: az Ethernet adapter(kártya) egyedi címe
- ❑ 6 byte, 48 bit
- ❑ 3 byte-os része a gyártó kódja, a másik három az adapteré

# Névfeloldás – *name resolution*

- Névszerverek – name servers
- Az Interneten a hierarchikus név- és címrendszer felhasználásával a DNS – Domain Name System végzi.
- Elvileg először a rootnak megy a kérés, az továbbítja az aktuális tartományba, az azt kezelő névszervernek
- A terhelés csökkentése:
  - **szerver-replikáció:** a DNS-ben egyazon tartományban több névszerver kezeli a kéréseket
  - **cache-elés:** amikor a végpont vagy ügynöke felold egy nevet, tárolja az eredményt az ismételt kérések számára



# Címzés több szinten

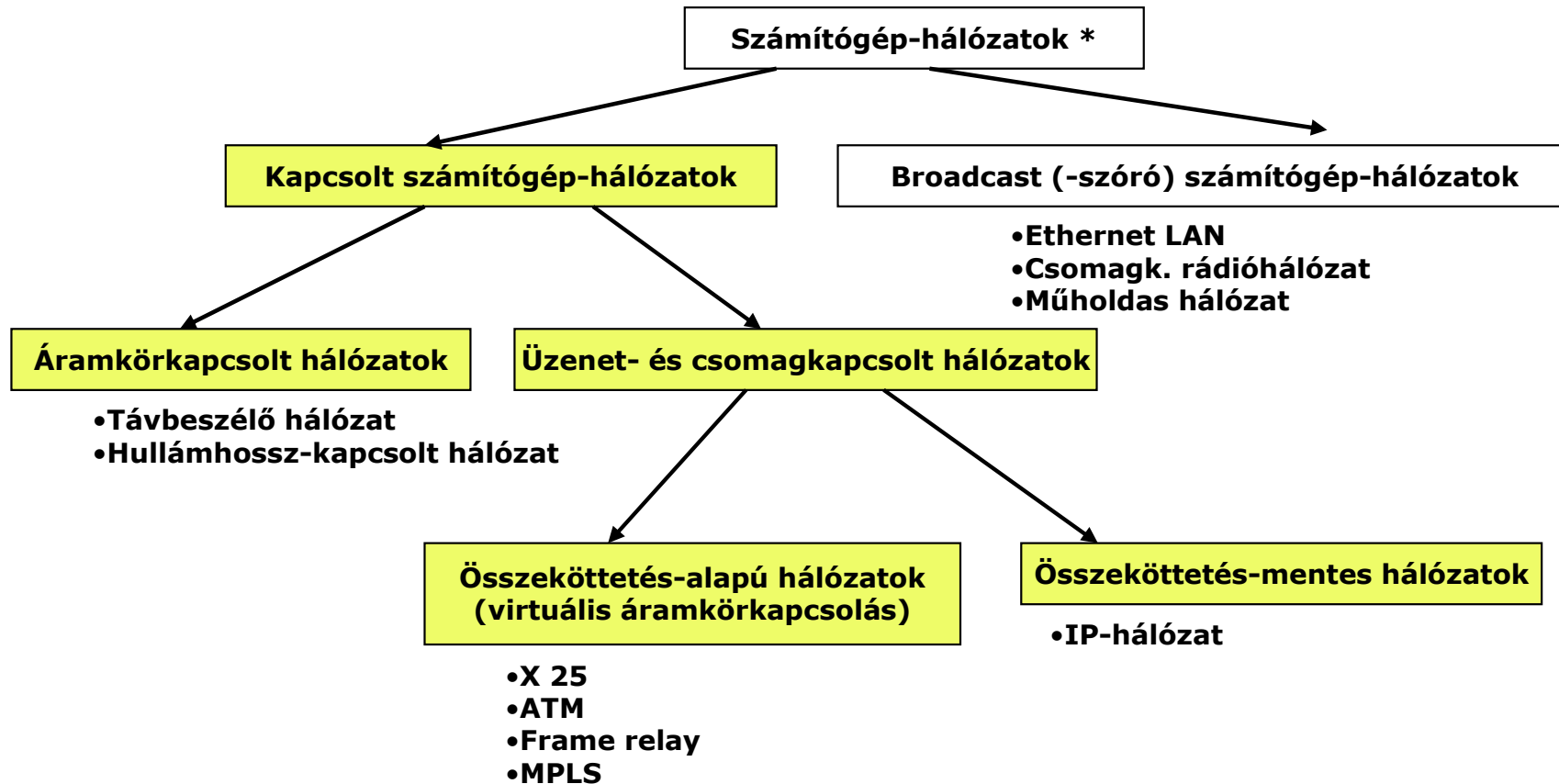
---

- Az eddigiekben kimondtunk, vagy feltételeztük, hogy a címzés, lehetővé teszi a hálózatok közötti útvonalválasztást és csomagtovábbításhoz szükséges
- Az egyes hálózatokon belül gyakran egy másik szinten is van címzés, pl. lokális hálózatban, pl. az Ethernet LAN-ban a hálózati kártyáknak saját címzésük van
- *Tehát többszintű a címzés, címeket kezelünk a hálózati architektúra különböző rétegeiben (később a rétegezett architektúrákat részletesen tárgyaljuk)*
- Az Ethernet LAN címzését az IEEE 802.3 szabványa határozza meg
  - hierarchikus, de nem prefix tulajdonságú címzés
  - 3 byte a gyártót, 3 byte az adapterkártyát jelöli
  - később részletesen
- Átalakítás kell a hálózati és adatkapcsolati rétegbeli címek között: címfeloldás (l. később az IP-részben)



# Összefoglalás

---



\* *általánosan: kommunikációs hálózatok – communication networks*