

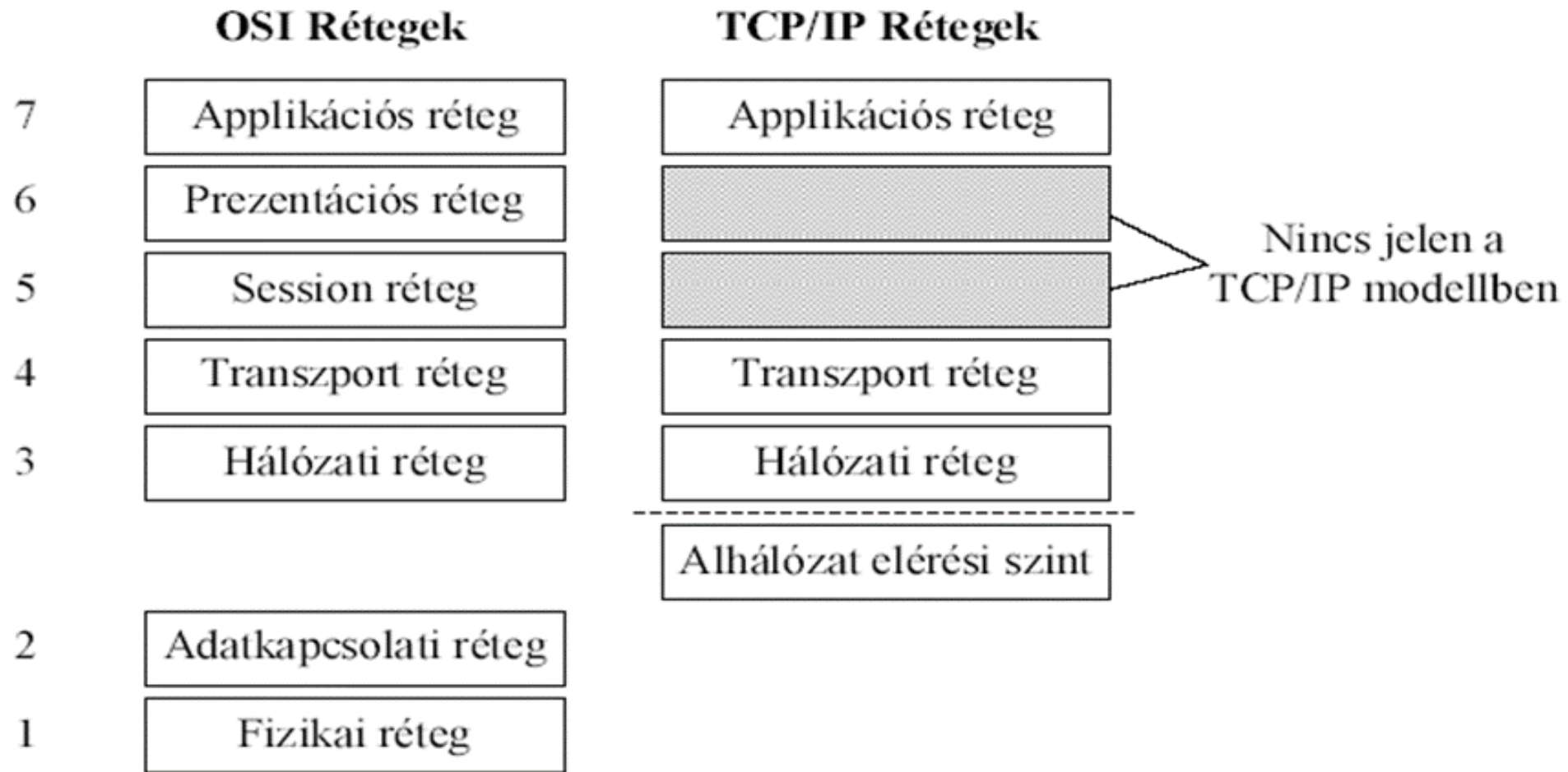
# Az adatkapcsolati réteg

## Data Link Layer

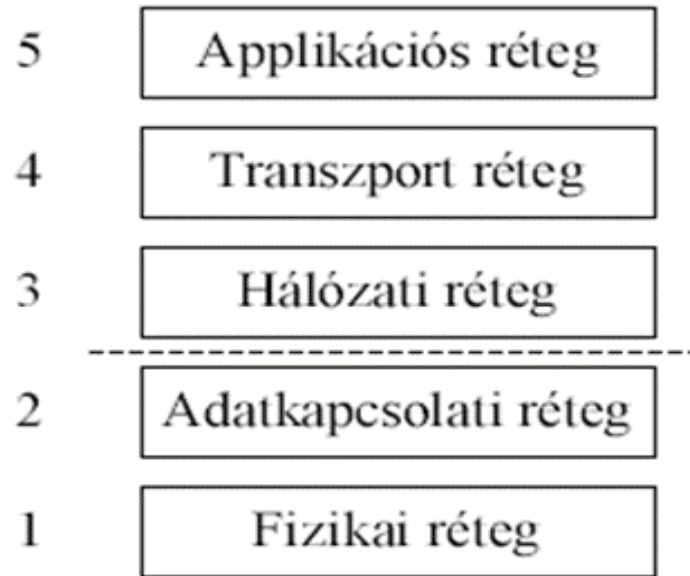
Hálózatok 1

Varga Tibi 2022

## TCP/IP - OSI modell leképezése 2.



## Hibrid referenciamodell



Az adatkapcsolati réteg a OSI/ISO és a Hibrid hálózati modell 2. rétege

# Az adatkapcsolati réteg

- Az adatkapcsolati réteg (Data Link Layer). **Az azonos médiára (átviteliközegre) és egyazon hálózatba kapcsolódó készülékek közötti adatátvitelt végzi.**
- Az adatkapcsolati réteg a OSI/ISO és a Hibrid hálózati modell 2. rétege
- Az adatkapcsolati réteg nélkül a hálózati réteg protokolljainak (például az IP-nek) kellene gondoskodnia az összes olyan közegetípushoz történő csatlakozásról, amely a szállítási útvonalon előfordulhat. Továbbá, minden egyes új hálózati technológia vagy közeg megjelenésekor az IP-t is tovább kellene fejleszteni.



# Az adatkapcsolati réteg a feladatai 1.

## Közeghozzáférés biztosítása

Az adatkapcsolat réteg nem független az átviteli közegtől illetve az alhálózati technológiától. A hálózati rétegbeli csomagok továbbítása során többször változhat az adatkapcsolati réteg és az átviteli közeg.

Az adatkapcsolati réteg keret csak az adott alhálózatban és átviteli közegben értelmezett, hálózat vagy média váltáskor újra keretezés történik

A router a következő 2. rétegbeli funkciókat hajtja végre minden egyes ugrásnál az útvonal mentén:

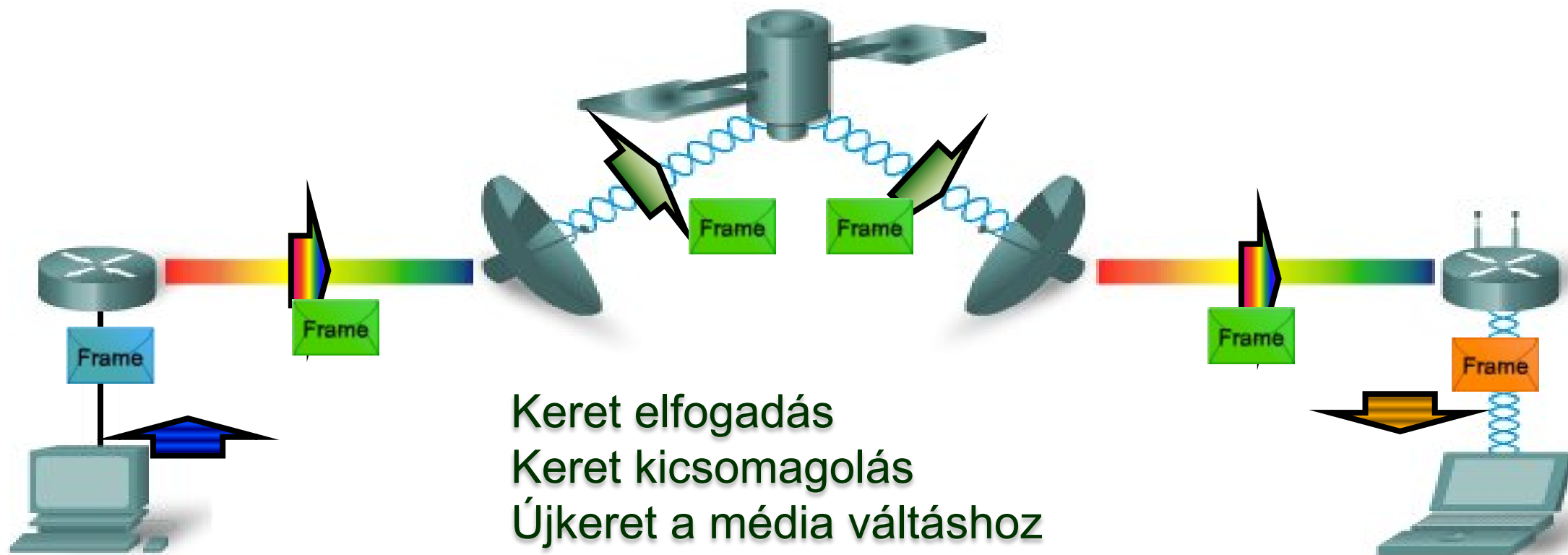
- Fogadja a keretet a közegtől.
- Kibontja a keretet.
- A csomagot egy új keretbe ágyazza be.
- Továbbítja az új keretet a hálózati szegmens közegének megfelelően....

# Keret csere média és hálózat váltáskor

Minden protokoll más  
keretet használ

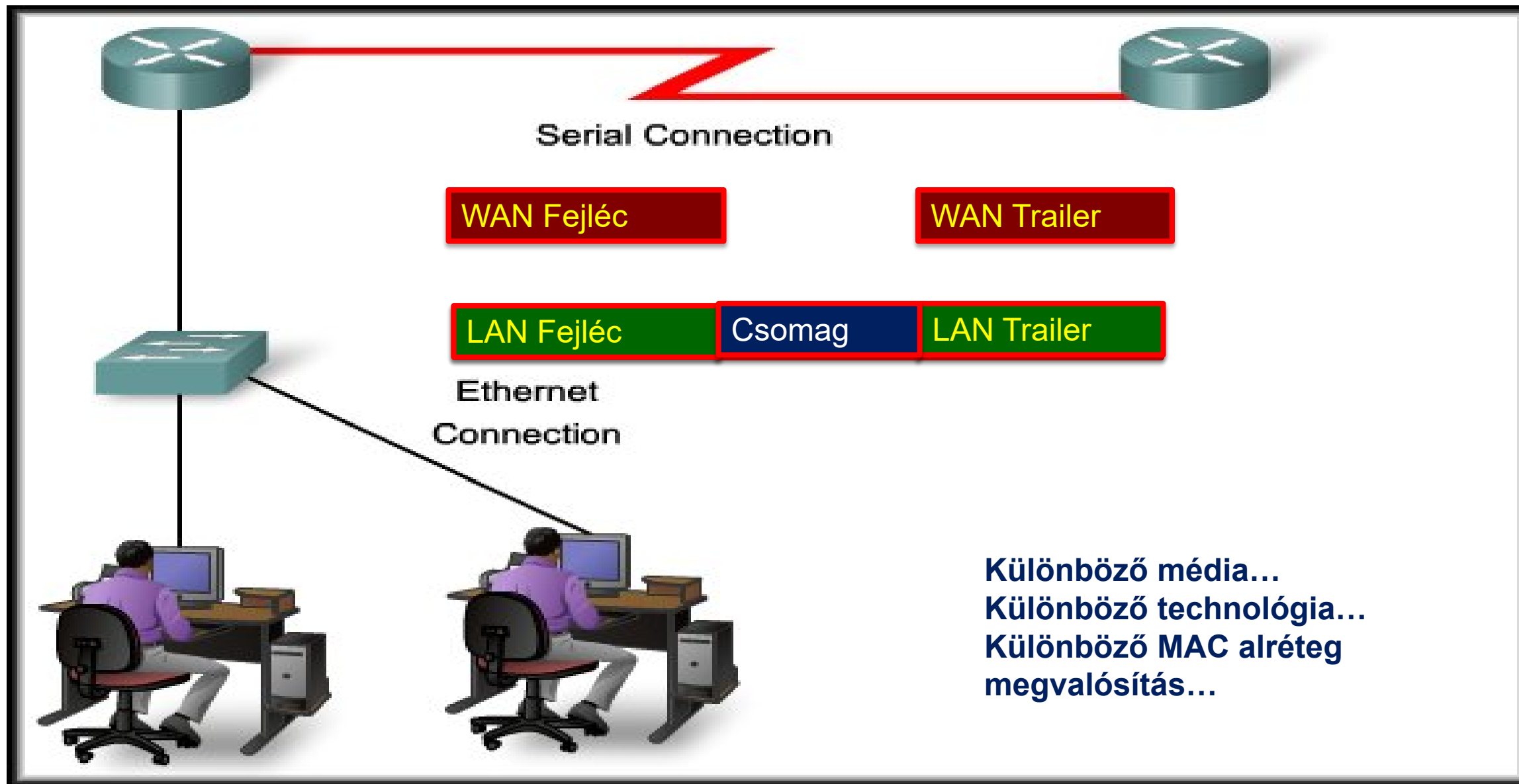
The Data Link Layer

Különböző  
médiához  
különböző protokoll

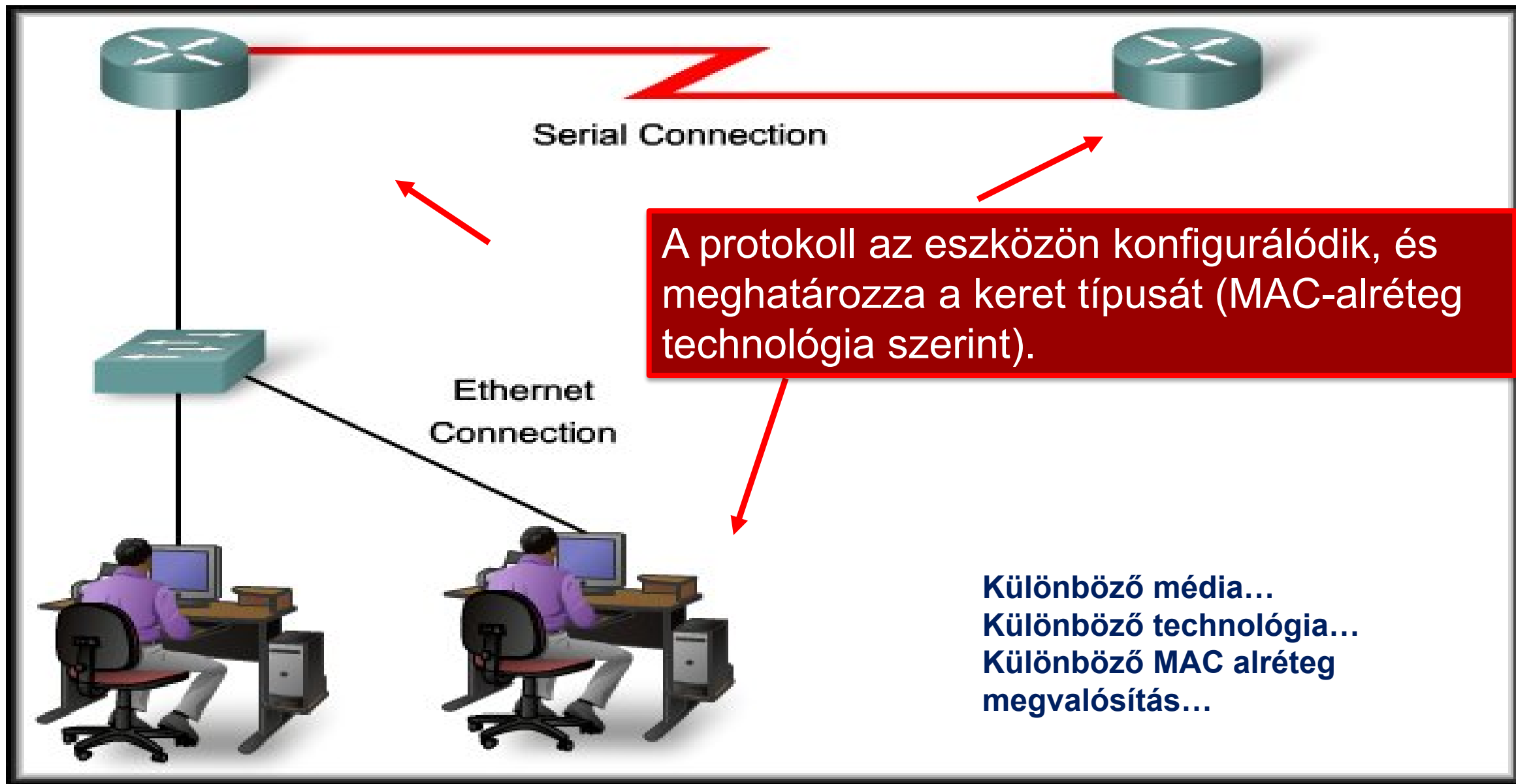


Keret elfogadás  
Keret kicsomagolás  
Újkeret a média váltáshoz  
Az új keret továbbítása

# Hálózat váltás



# Hálózat váltás





# Az adatkapcsolati réteg a feladatai 1.

Olyan keretszerkezet nem létezik, amely mindenféle átviteli közegre kielégítené az összes adattovábbítási igényt. A keretben lévő vezérlési információk mennyisége a környezettől függően változik, amiatt, hogy megfeleljen a közeg és a logikai topológia hozzáférési követelményeinek.

A WLAN keretnek például tartalmaznia kell az ütközések elkerülésére szolgáló eljárásokat, ezért további vezérlési információkat igényel az Ethernet kerethez képest.

# Az adatkapcsolati réteg a feladatai 2.

## **Keretképzése, -küldése és –fogadása**

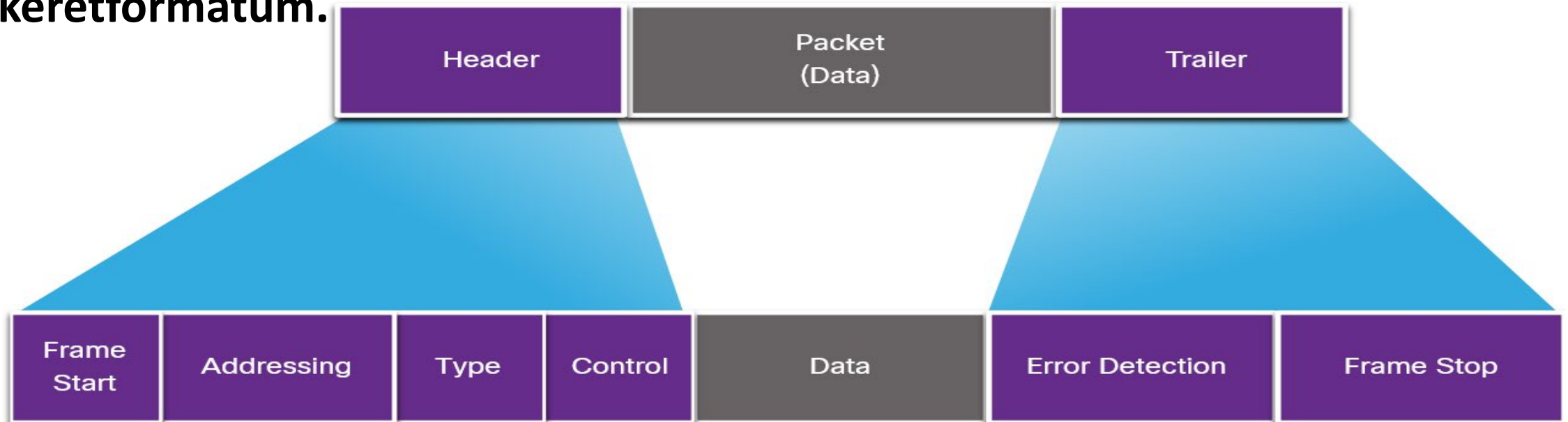
Fogadja az adatokat, amelyek általában a 3. rétegbeli csomagok (például IPv4 vagy IPv6), majd beágyazza őket 2. rétegbeli keretekbe.

Fizikai (másnéven MAC) cím segítségével kijelöli (azonosítja), hogy egy adott keret esetében mely fizikai hálózati interfészek (NIC) között történjen (történik) az adatátvitel.

Keretek cseréjét végzi a végpontok között a közegen keresztül.

# Az adatkapcsolati keret mezői

- A keretezéssel olyan csoportokra bontjuk a bitfolyamot, amelyeknek fejlécében és utótagjában megtalálható vezérlőinformációk különböző adatmezők értékeiként jelennek meg.
- Az ábrán a keret általános mezői láthatók. Nem minden protokoll tartalmazza ezen mezők mindegyikét. **Az adatkapcsolati protokollok szabványai határozzák meg a tényleges keretformátumot, minden protokollnál más a keretformátum.**



# A keret mezőit a következőket tartalmazzák:

- **Keretkezdő és vége jelzők** - A keret kezdetének és végének azonosítására szolgál.
- **Címzés** - A közegen található forrás- és célállomásokat jelzi.
- **Típus** - A 3. rétegbeli protokollt azonosítja az adatmezőben.
- **Vezérlés** - Speciális adatfolyam szolgáltatásokat azonosít, mint például a szolgáltatásminőség (QoS). A QoS bizonyos típusú üzenetek számára elsőbbséget biztosít a továbbítás során. Például az IP alapú hangtovábbítás (VoIP) keretei általában elsőbbséget élveznek, mert érzékenyek a késleltetésre.
- **Adat** - A keret adatrészét tartalmazza (azaz a csomag fejrészt, a szegmens fejrészt és az adatot).
- **Hibaellenőrzés** - Az adatrész után található, az utótagot alkotja.

## A 2. rétegbeli címek

Az adatkapcsolati réteg biztosítja azt a címezést, amelyet a megosztott közegen történő kerettovábbításnál használunk. Az eszközök címét ebben a rétegben fizikai címnek hívjuk. Az adatkapcsolati réteg címezését a keret fejlécében találhatjuk, ez határozza meg a keret cél csomópontját a helyi hálózaton.

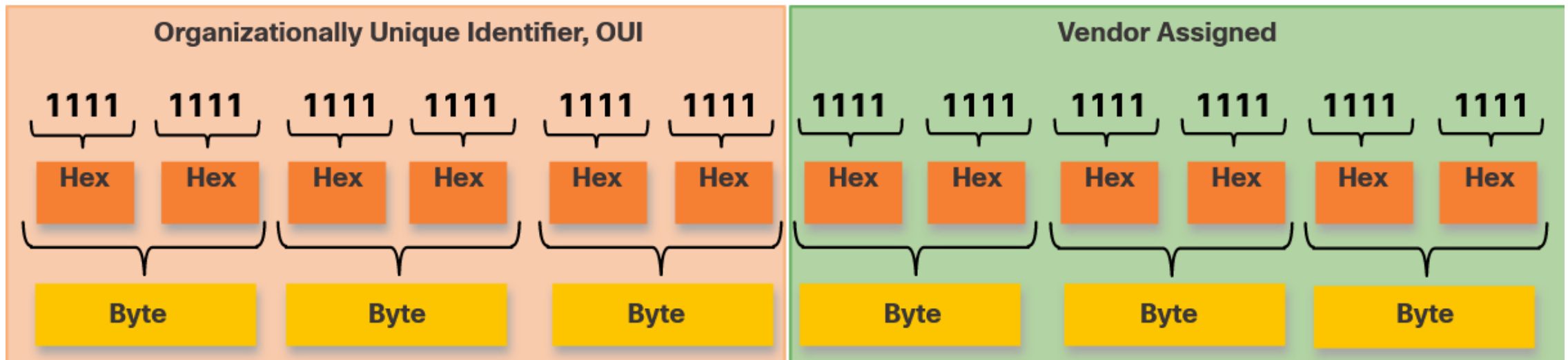
A 3. rétegben található, hierarchikus felépítésű logikai címmel **ellentétben**, a fizikai cím **nem jelzi** azt, hogy a készülék melyik hálózaton található.

**A fizikai cím inkább az eszközre jellemző egyedi cím, ezért értelmezve csak az alhálózaton belül van!**

# Fizikai - MAC címek

Az Ethernet MAC-cím egy 48 bites érték, amelyet 12 hexadecimális számjegy használatával írunk le (lásd ábra. Ethernet MAC-címeket legtöbbször hexadecimális formában ábrázolják és két részből állnak:

- Egyedi gyártó azonosító (Organizationally Unique Identifier, OUI) -ez egy IEEE által kiosztott 24 bites 6 hexadecimális számjegy.
- Eszközzazonosító -Az eszközazonosító szintén 24 bit (6 hexadecimális számjegy), az OUI-n belül egyedi.



# Fizikai - MAC címek

Minden MAC-címnek egyedinek kell lennie az Ethernet eszközre vagy az Ethernet interfészre nézve

A gyártó felelőssége annak biztosítása, hogy egyik eszköze sem kapja ugyanazt a MAC-címet. Lehetséges azonban, hogy azonos MAC-címek keletkeznek a gyártás során elkövetett hibák, a virtuális gépek megvalósítási módszereiben rejlő algoritmusok vagy valamely szoftvereszköz egyikével végrehajtott módosítások miatt. Mindegyik esetben a MAC-címet módosítani kell szoftver segítségével .

Példa a MAC címre: **00-60-2F-3A-07-BC**

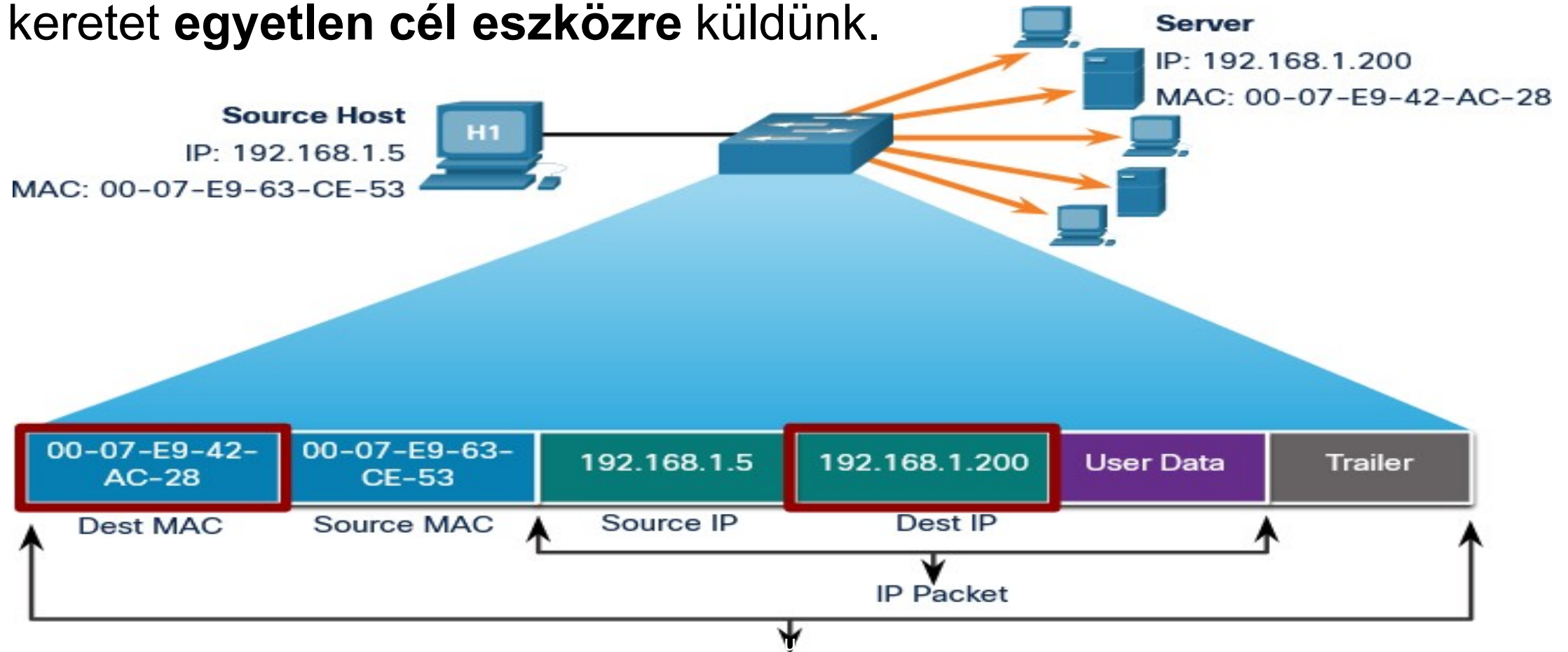
```
Ethernet adapter Ethernet:
```

```
Connection-specific DNS Suffix . :  
Description . . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controller  
Physical Address. . . . . : 68-F7-28-8F-71-46
```

# Speciális MAC címek

Az Etherneten belül különböző MAC-címeket használunk az egyedi címezésű, a szórásos és a csoportos kommunikációra.

► Egyedi címezésű (unicast) MAC-címet használunk, amikor egy keretet **egyetlen cél eszközre** küldünk.

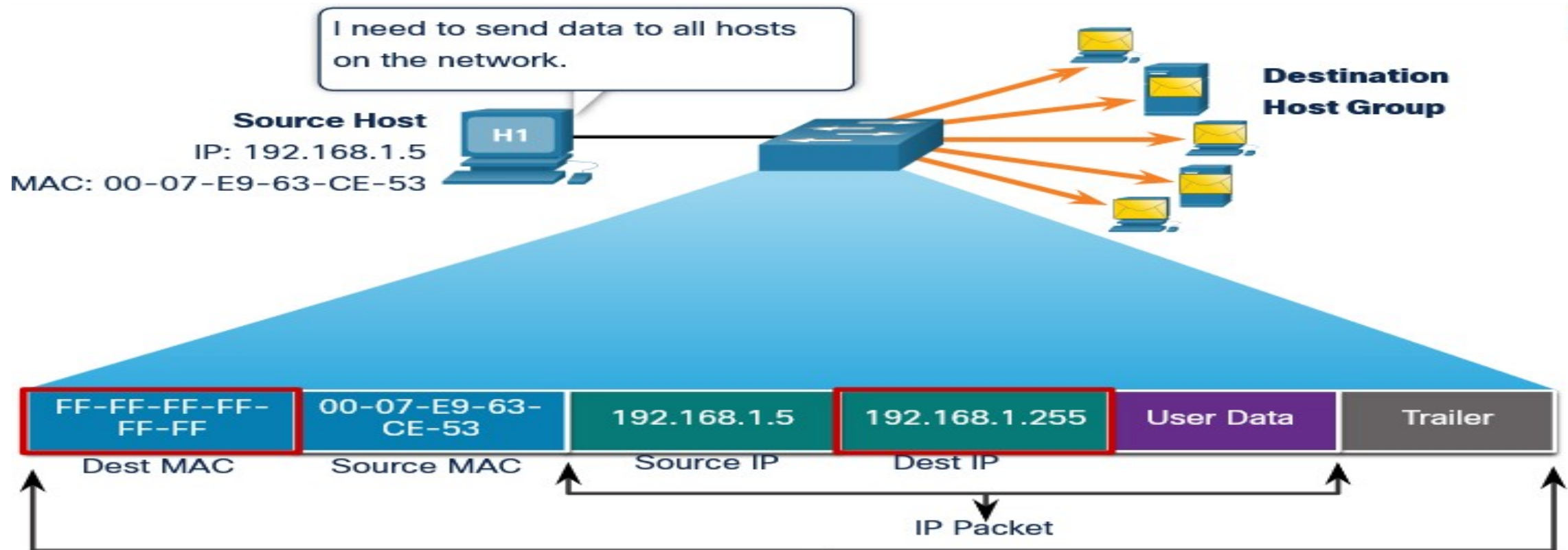




# Szórásos MAC-cím

Az Ethernet LAN **minden eszköze** megkapja és feldolgozza az Ethernet **szórásos kereteket (broadcast)**. Az Ethernet szórás jellemzői a következők:

A cél MAC-cím **FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF-FF** hexadecimálisan (48 darab egyes binárisan). Kiküldésre kerül az összes Ethernet switch-porton, kivéve a bejövő portot (elárasztás). A routerek ezt nem továbbítják.



# Csoportos MAC-cím

- Az Ethernet csoportos címzésű kereteket (multicast) a LAN azon **eszközcsoportjai fogadják** és dolgozzák fel, amelyek ugyanahhoz a csoporthoz tartoznak. Az Ethernet csoportos küldés jellemzői a következők:
- A cél MAC-cím **01-00-5E**, ha a beágyazott adat egy IPv4 csoportos küldésű csomag, illetve **33-33**, ha a beágyazott adat IPv6 csoportos küldésű csomag.
- Vannak más fenntartott csoportos címzésű cél MAC-címek is, amikor a beágyazott adat nem IP, hanem például STP (Spanning Tree Protocol) vagy LLDP (Link Layer Discovery Protocol).
- A bejövő port kivételével az összes Ethernet switchporton kiküldésre kerül (kivéve, ha a switch multicast snooping-ra van konfigurálva).
- A router nem továbbítja (kivéve, ha csoportos címzésű csomagokat is továbbít).

# MAC címek felosztása

MAC cím	Cím mező
Világállandó	*0: ** : ** : ** : ** : ** *4: ** : ** : ** : ** : ** *8: ** : ** : ** : ** : ** *C: ** : ** : ** : ** : **
Lokálisan kiosztható	*2: ** : ** : ** : ** : ** *6: ** : ** : ** : ** : ** *A: ** : ** : ** : ** : ** *E: ** : ** : ** : ** : **
Multicast	*1: ** : ** : ** : ** : ** *3: ** : ** : ** : ** : ** *5: ** : ** : ** : ** : ** *7: ** : ** : ** : ** : ** *9: ** : ** : ** : ** : ** *B: ** : ** : ** : ** : ** *D: ** : ** : ** : ** : ** *F: ** : ** : ** : ** : ** Kivéve a broadcast cím
Broadcast	FF:FF:FF:FF:FF:FF

# Az adatkapcsolati réteg feladatai 3.

A küldendő adatok (gyakran hiba detektálást, esetleg -javítást támogató) kódolása. A beérkező keret épségének ellenőrzése. Esetenként nyugták generálása, fogadása.

A keretek záró mezőibe olyan redundáns (többször információt) biteket (kódot) helyezünk melyből ellenőrizhető a keret helyessége vagy helyre állítható adat sérülés esetén

## Hiba ellenőrzés

- Paritásbit
- Ellenőrző összeg (Chek Sum)
- CRC (Ciklikus redundancia kód)

## Hiba javítás

- Többdimenziós paritásbit
- Hamming kódolás
- Reed-Solomon kódolás

# Az adatkapcsolati réteg feladatai 4.

## **Osztott közeghozzáférés megvalósítása**

Valamilyen közeghozzáférést vezérlő eljárással képes meghatározni, hogy egy adott pillanatban melyik NIC lehet adó szerepben a médián (busz arbitráció.)

Ennek például akkor van szerepe, ha az alkalmazott technológia megengedi, hogy több NIC kapcsolódjon a médiához, de a technológia egyszerre csak egy adás fogadására alkalmas.

**Az osztott közeghozzáféréssel külön tananyagban foglalkozunk**

## **Adatfolyam vezérlés**

A (flow control, forgalom szabályozás, hand-shake): az adás időpontját és/vagy sebességét a vevőhöz igazítja.

# Az adatkapcsolati réteg feladatai 5.

## Kapcsolat menedzselése

Az adatkapcsolati réteget különféle szolgáltatások megvalósítására készíthetik fel. A ténylegesen megvalósított szolgáltatások rendszerről rendszerre változhatnak.

Három egyszerű, általánosan megvalósított lehetőség:

### 1. Nyugtázatlan összeköttetés nélküli szolgáltatás.

Csak hiba detektálás van a hibás keretek eldobásra kerül, az újra küldés felsőbb rétegekben van megvalósítva. Ez megbízható átvitel esetén használatos vezetékes Ethernet vagy optikai hálózatok.

## 2. Nyugtázott összeköttetés nélküli szolgáltatás.

- Ilyen szolgáltatás esetén sincs felépített kapcsolat, de minden egyes elküldött keret megérkezését nyugtázza a címzett állomás, így a küldő értesül arról, hogy a keret megérkezett-e, vagy sem. Ha egy keret nem érkezik meg meghatározott időn belül, újra lehet küldeni. Ez a szolgáltatás megbízhatatlan csatornák (például vezeték nélküli rendszerek) esetén hasznos. A 802.11 Wi-Fi is ilyen típusú szolgáltatást alkalmaz

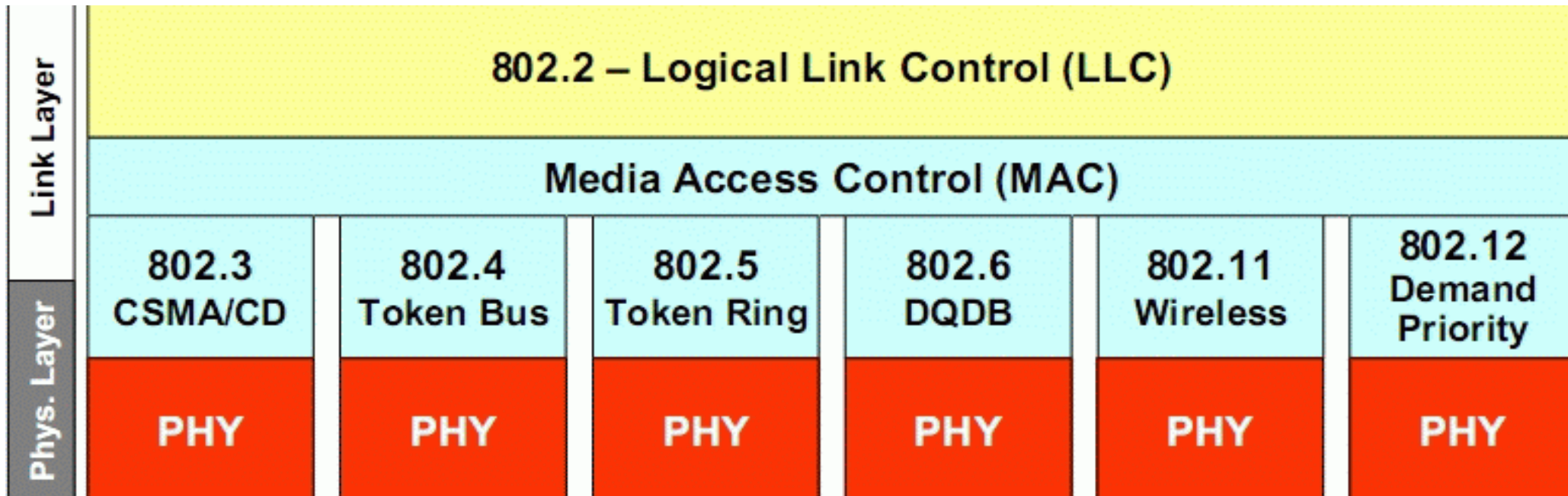
### 3. Nyugtázott összeköttetés-alapú szolgáltatás.

- A legkifinomultabb szolgáltatás, amit az adatkapcsolati réteg a hálózati rétegnek nyújthat: az összeköttetés-alapú szolgáltatás. Ezt alkalmazva a forrás- és a címzett számítógép felépít egy összeköttetést, mielőtt az adatátvitelt megkezdénék.
- Minden elküldött keret sorszámozott, és az adatkapcsolati réteg garantálja, hogy a keretek valóban meg is érkezzenek, továbbá, hogy minden keret pontosan egyszer és a megfelelő sorrendben érkezzen meg. Az összeköttetés-alapú szolgáltatás így megbízható bitfolyamot biztosít.
- Ez kifejezetten előnyös olyan megbízhatatlan csatornákon, mint a műholdas összeköttetések vagy nagy távolságú telefonvezetékek.



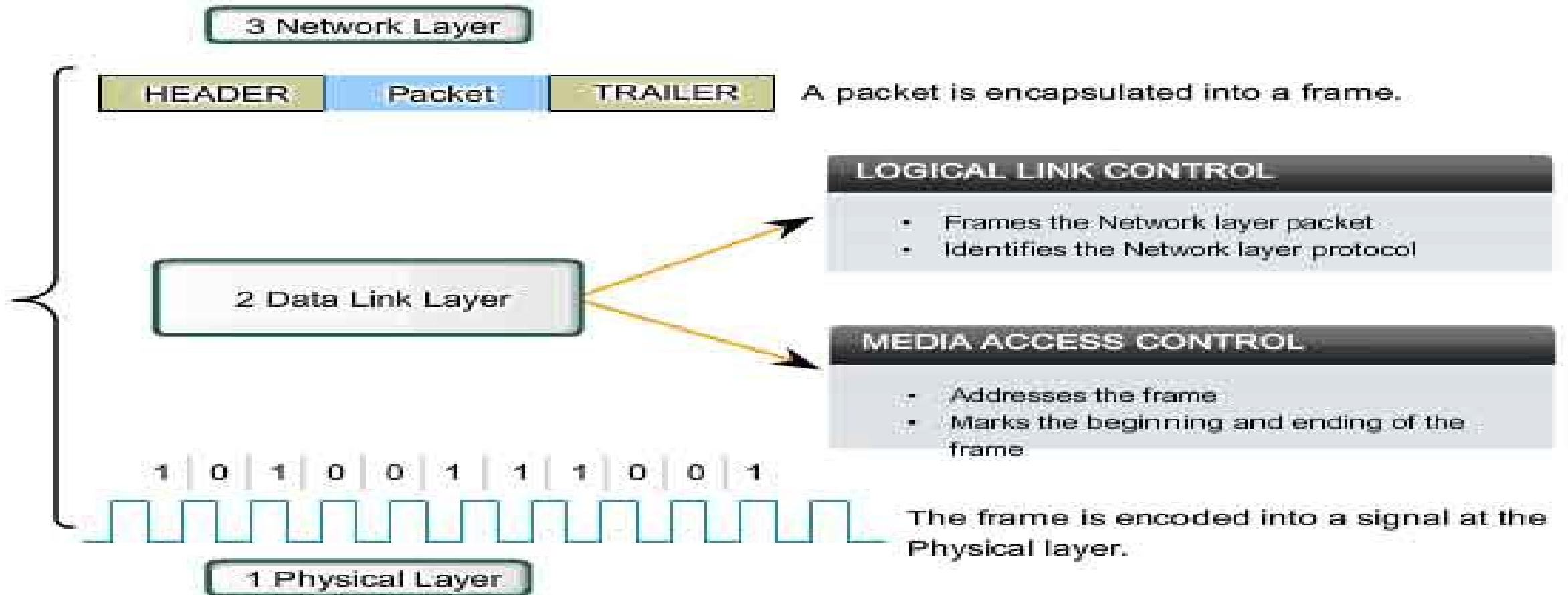
# IEEE 802 LAN/WAN adatkapcsolati alrétegek

- Az **IEEE 802** szabványcsalád LAN/WAN szabványai az Ethernet LAN-okra, a vezeték nélküli LAN-okra (WLAN), a vezeték nélküli személyes hálózatokra (WPAN) és a helyi, nagyvárosi hálózatok és több százhasználatos különböző technológiát határoznak meg amit nem említünk meg



# Adatkapcsolati réteg alrétegei

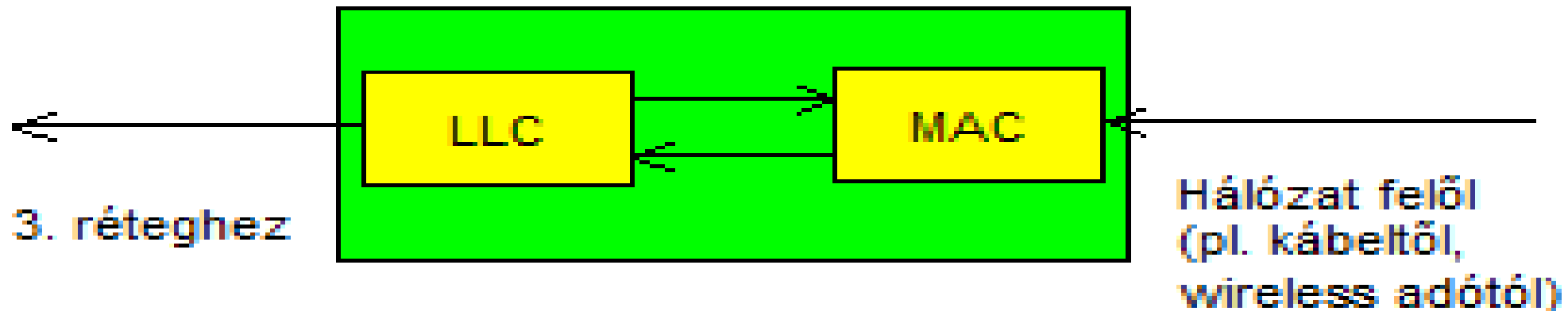
- ▶ Logikai Vonal Vezérlés (LLC) alréteg
- ▶ Medium Access Control alréteg



# Az IEEE 802 LAN/MAN adatkapcsolati réteg a következő két alrétegből áll

## Logikai kapcsolatvezérlés (Logical Link Control, LLC)

- Ez az alréteg kommunikál a felsőbb rétegek hálózati szoftverei és az alsóbb rétegek hardverei között. Információkat helyez el a keretben annak a hálózati rétegbeli protokollnak az azonosítására, amelyik a keretet használni fogja. Ez az információ lehetővé teszi, hogy több 3. rétegbeli protokoll (pl. IPv4 és IPv6) is ugyanazt a hálózati interfészt és közeget használja.



# MAC alréteg

(Media Access Control, MAC)— A MAC alréteg vezérli a hálózati kártyát és más hardvereket, amelyek a vezetékes vagy vezeték nélküli LAN/MAN közegen történő adatküldésért és fogadásért felelősek.

A MAC alréteg biztosítja az adatbeágyazást:

- Kerethatárolás - A keretezési folyamat fontos határolókat biztosít a kereten belüli mezők azonosításához. Ezek a határoló bitek biztosítják a szinkronizációt az adó és a vevő csomópontok között.
- Címzés - Biztosítja a forrás- és célcímeket a 2. rétegbeli keret továbbításához a megosztott közeg eszközei között.
- Hibadetektálás - Tartalmaz egy keret lezáró részt, amelyet az átviteli hibák észlelésére használnak.
- A MAC alréteg közeghozzáférés-vezérlést is biztosít, amely több eszköz számára is lehetővé teszi egy megosztott (fél-duplex) közegen keresztül történő kommunikációt.

# Az adatkapcsolati alrétegi

Network	Network Layer Protocol			
Data Link	LLC Sublayer	LLC Sublayer - IEEE 802.2		
	MAC Sublayer	Ethernet IEEE 802.3	WLAN IEEE 802.11	WPAN IEEE 802.15
Physical		Various Ethernet standards for Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, etc.	Various WLAN standards for different types of wireless communications	Various WPAN standards for Bluetooth, RFID, etc.

# Egyirányú, fél- és teljes duplex kommunikáció

- A **szimplex** kommunikáció azt jelenti hogy a hálózaton adatok csak egy irányba továbbítódnak. Ilyenek a műsorszóró hálózatok.
- **Félduplex kommunikáció:** Mindkét eszköz képes adatküldésre és -fogadásra a közegen, de nem egyidejűleg. A WLAN-ok (WIFI) és a régi Ethernet hubokkal rendelkező busztopológiák félduplex módot használnak. A félduplex mód egyszerre csak egy eszköz számára teszi lehetővé a küldést vagy a fogadást egy megosztott közegen.



# Egyirányú, fél- és teljes duplex kommunikáció

- **Teljes duplex kommunikáció:** Mindkét eszköz egyidejűleg képes adatküldésre és -fogadásra a megosztott közegen. Az adatkapcsolati réteg feltételezi, hogy a közeg bármikor elérhető mindkét állomás számára. Az **Ethernet kapcsolók alapértelmezés szerint teljes duplex üzemmódban működnek**, de félduplex módban is működhetnek, ha olyan eszközhöz csatlakoznak, mint például az Ethernet hub.
- Összefoglalva, a félduplex kommunikáció egyszerre egy irányba korlátozza az adatküldést. A teljes duplex az adatok egyidejű küldését és fogadását teszi lehetővé. Fontos, hogy két összekapcsolt interfész, ugyanazt a duplex módot használja.



# Az adatkapcsolati réteg szabványai

A TCP/IP modell felsőbb rétegeiben található protokollokkal ellentétben, az adatkapcsolati réteg protokolljait általában nem RFC (Request for Comments) dokumentumokban definiálják.

Az Internet Mérnöki Munkacsoport (IETF) felelős a TCP/IP felsőbb rétegeiben működő protokollok és szolgáltatások karbantartásáért, a hálózatelérési réteg működését és feladatait viszont már **nem ez a szervezet szabályozza**.

A hálózatelérési rétegre (pl. fizikai és adatkapcsolati rétege) vonatkozó nyílt szabványokat és protokollokat létrehozó mérnöki szervezetek az alábbiak:

- Mérnököket egyesítő nemzetközi szervezet (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)
- Nemzetközi Távközlési Szövetség (International Telecommunication Union, ITU)
- Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (International Organization for Standardization, ISO)
- Amerikai Nemzeti Szabványügyi Intézet (ANSI)





# Az adatkapcsolati rétegben használatos LAN/WAN protokollok és technológiák

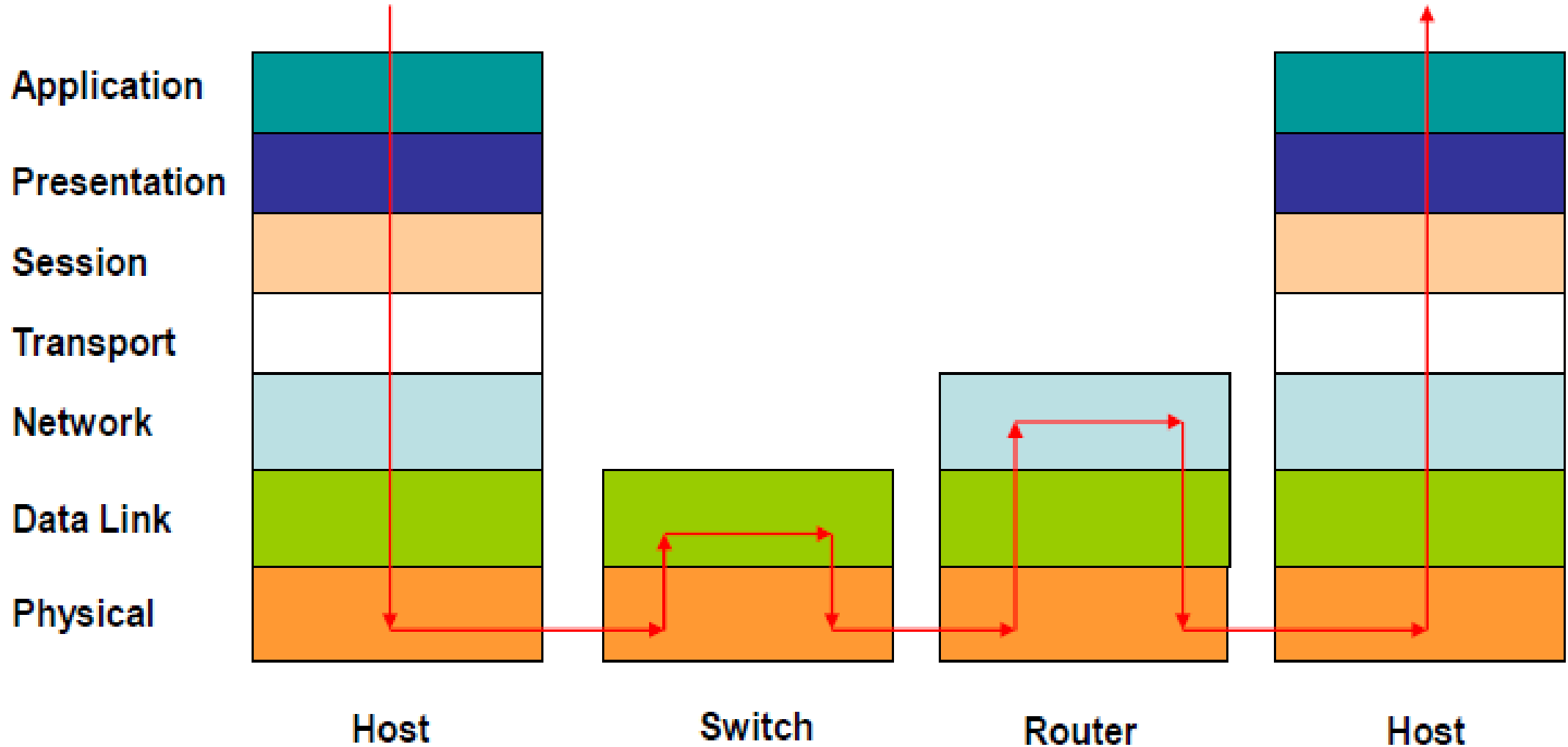
## WAN protokollok

- HDLC(High Level Data Link Control)
- X.25
- ATM(Asynchronous TransferMode)
- Frame Relay (ITU Q.922)
- PPP (Piont-to-piont Protokoll)
- Wimax (IEEE 802.16)
- PPPoE (Point to point over Ethernet)

## LAN protokollok

- Higher Layer LAN (IEEE 802.1)
- Logical Link Control LLC (802.2)
- Ethernet (IEEE 802.3)
- Token Ring (IEEE 802.5)
- Token BuS (IEEE 802.4)
- WLAN (WIFI) (IEEE 802.11)
- WPAN (Bluetooth, IEEE 802.15)

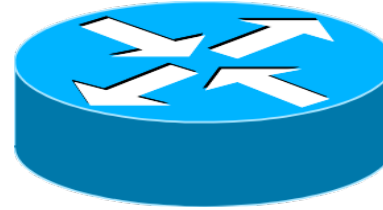
# Hálózati eszközök helye a rétegekben



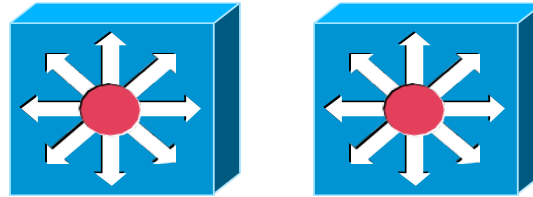
# Hálózati eszközök elhelyezkedése

## Hierarchikusan

**Router**



**Nagy teljesítményű,  
multiservice kapcsoló**



**SWITCH, Bridge**



**HUB**



# Hubok

Az egyik legegyszerűbb hálózati eszköz a hub. Több portja van, amiken keresztül egy hálózat állomásai csatlakozhatnak hozzá. Nem tudják dekódolni a hozzájuk érkező üzeneteket, nem tudják megállapítani a címzettet. Éppen ezért, ha egy üzenet érkezik hozzá, akkor azt fogadja, regenerálja, és minden portjára csatlakozó eszköznek továbbküldi.

A hub összes portja egy csatornán végzi az üzenetek küldését-fogadását, ezért a csatlakozó állomásoknak osztozniuk kell a sávszélességen. Ha mégis egyszerre több állomás próbál üzenetet küldeni, akkor az üzenetek összeütköznek és megsérülnek.

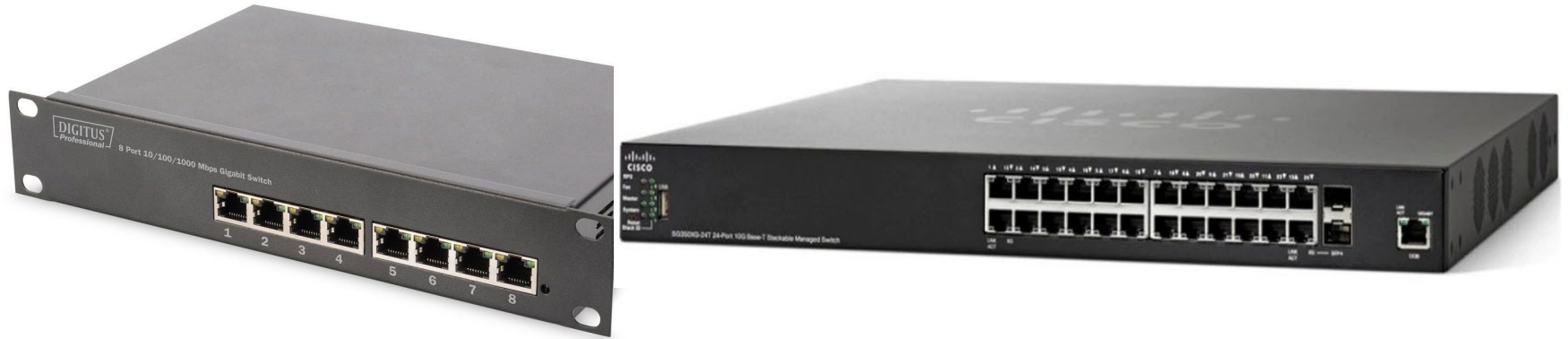
A gépek számával nő az ütközések száma is

- **aktív hub:** az állomások összefogásán kívül a jeleket is újragenerálja, erősíti, tehát ebben a formában valójában egy többportos **repeater**
- **passzív hub:** csupán fizikai összekötő pontként szolgál, nem módosítja vagy figyeli a rajta keresztülhaladó forgalmat.



# Switch (kapcsoló) és Bridge

A switch és bridge között a különbség az hogy általában a kapcsoló menedzselhető.



Ezek az eszközök szintén a hozzáférési rétegben használt eszközök. Azonban a switch már képes arra, hogy csak egy adott állomásnak továbbítsa a kapott keretet. Ezt úgy valósítja meg, hogy dekódolja az üzenetet, kiolvassa a címzett MAC címét, és továbbítja az adott eszköznek. A switch csatlakozott eszközök MAC címét egy úgynevezett MAC-cím táblában tárolja. Üzenet fogadáskor kikeresi a címzett címét ebből a táblából. Ha megtalálja, akkor felépít egy átmeneti kapcsolatot a küldő és fogadó állomás között.

# Switch (kapcsoló) és Bridge

Tehát a switch csatlakozott eszközök MAC címét egy úgynevezett MAC-cím táblában tárolja. Itt párosítja a MAC címeket és a hozzájuk tartozó portja számát, illetve az érvényességi időt.

Üzenet fogadáskor kikeresi a címzett címét ebből a táblából. Ha megtalálja, akkor felépít egy átmeneti kapcsolatot a küldő és fogadó állomás között a portok összekapcsolásával.

```
Switch#show mac-add
Switch#show mac-address-table
      Mac Address Table
-----
Vlan    Mac Address      Type    Ports
----    -
1       0007.8580.7456    DYNAMIC Fa0/1
1       000d.6516.d692    DYNAMIC Fa0/3
1       000d.bcef.ae82    DYNAMIC Fa0/4
1       000e.83f6.32da    DYNAMIC Fa0/2
Total Mac Addresses for this criterion: 4
```

A MAC-cím táblát a switch automatikusan építi fel: minden érkező üzenetet megvizsgál, és ha a küldő címe még nincs a táblában, akkor beleteszi.

# Switch (kapcsoló) és Bridge

## **Elárasztásos üzenet**

Ha a switch nem találja a cél MAC címét a táblában, akkor nem tud egyedi áramkört felépíteni a küldő és fogadó gép között, ezért „elárasztást” alkalmaz: mindenkinek elküldi az üzenetet. Ez után az állomások összehasonlítják a címzett címét a sajátjukkal, és amelyeknek egyezik, az feldolgozza.

## **Szórásos üzenetküldés**

Előfordulhatnak olyan esetek egy helyi hálózaton, hogy minden eszköznek szeretnénk eljuttatni egy üzenetet. Az Ethernet keretbe viszont egy MAC címet írhatunk. Ennek az áthidalására alkalmas a szórásos (broadcast) üzenet. Ez egy olyan üzenet, amelynek a MAC címe egy csupa 1-esekből álló 48 bites cím, a FF.FF.FF.FF.FF.FF

Ezt a címet minden állomás a sajátjaként ismeri fel, tehát ha kap egy ilyen üzenetet, akkor feldolgozza azt. Ha egy eszköz ilyen típusú üzenetet küld, akkor a switchek és hubok a helyi hálózat minden állomására továbbítják azt. Ezért szokás a helyi hálózatot szórási tartománynak is nevezni.

# Ethernet kapcsoló

## ▶ adatkapcsolati rétegbéli eszköz:aktív szerep

- Ethernet keretek tárolása,továbbítása
- megvizsgálja a bejövő keret MAC címét,**csak kiválasztott** kimenetre vagy kimenetekre továbbítja, CSMA/CD –t használ az adott szegmensek elérésére

## ▶ *traszparens*

- az állomások nem érzékelik a kapcsolókat

## ▶ *plug-and-play, öntanuló*

- a kapcsolókat nem kell előre konfigurálni



# Kerettovábbítási módszerek Cisco switch-eken

- **Tárol-és-továbbít kapcsolás** - A switch beolvassa a teljes keretet, és kiszámítja a CRC-t. A CRC egy matematikai képletet használ a keretben lévő bitek (1-esek) száma alapján annak meghatározására, hogy a fogadott keretben van-e hiba. Ha érvényes a CRC, a switch beolvassa a célcímet, aminek alapján megállapítja, hogy melyik interfészen küldje ki a keretet. Ezután a megfelelő porton kiküldi azt. Ha keret hibás eldobásra kerül.
- **Közvetlen kapcsolás** - Ez a módszer a teljes keret megérkezése előtt elkezdi a keretet továbbítani. A keret továbbításának megkezdése előtt legalább a keret célcímét ki kell olvasni.

# Közvetlen kapcsolás

A közvetlen kapcsolás esetén, amint megérkezik az adat, a switch máris továbbításba kezd, még ha az átvitel nem is teljes. A switch csak annyit tárol el a keretből, hogy ki tudja olvasni a cél MAC-címet annak meghatározásához, hogy melyik porton kell továbbítani az adatokat.

**Gyorskapcsolás-** Ebben az esetben a legkisebb a késleltetés. A gyorskapcsolás a célcím kiolvasása után azonnal továbbítja a csomagot. Mivel a gyorskapcsolás a teljes csomag beérkezése előtt elkezdődik, lehet, hogy a csomagokat hibásan továbbítjuk. Ez azonban csak ritkán történik meg.

**Töredékmentes kapcsolás** - A töredékmentes kapcsoláskor a switch még a keret továbbítása előtt eltárolja az első 64 bájt. A töredékmentes kapcsolás tulajdonképpen egy kompromisszum a tárol-és-továbbít módszer, valamint a gyorskapcsolás között. Az oka az hogy a legtöbb hálózati hiba és ütközés az első 64 bájt továbbítása alatt történik, ezért egy kisebb hibaellenőrzés elvégzésével hibakeresést végez

# Memória pufferek a switch-eken

Egy kapcsoló különböző pufferekési technikákat alkalmazhat a keretek továbbítás elótti tárolására. Akkor is szükség lehet pufferekésre, ha torlódás miatt foglalt a célport. A switch addig tárolja a keretet, amíg továbbítható nem lesz.

**Port-alapú memória:** A port-alapú memória pufferekésnél a kereteket az adott bejövő és kimenő portokhoz kapcsolódó várósorokban tárolják.

**Osztott memória:** Az összes keretet egy közös memória pufferbe helyezi, amelyet az összes switchport között megoszt, és a portok által igényelt puffermemória mennyiségét dinamikusan osztja el.

A megosztott memóriapufferelés azt is eredményezi, hogy nagyobb keretek tárolhatók potenciálisan kevesebb számú eldobott keret mellett. Ez fontos az aszimmetrikus kapcsolásnál, amikor a különböző portok különböző adatátviteli sebességet használnak. Például, a kiszolgálót csatlakoztatjuk egy 10 Gbit/s kapcsolóporthoz, PC-ket pedig 1 Gbit/s sebességű portokhoz.

# Kapcsoló: többszörös azonos idejű kommunikáció

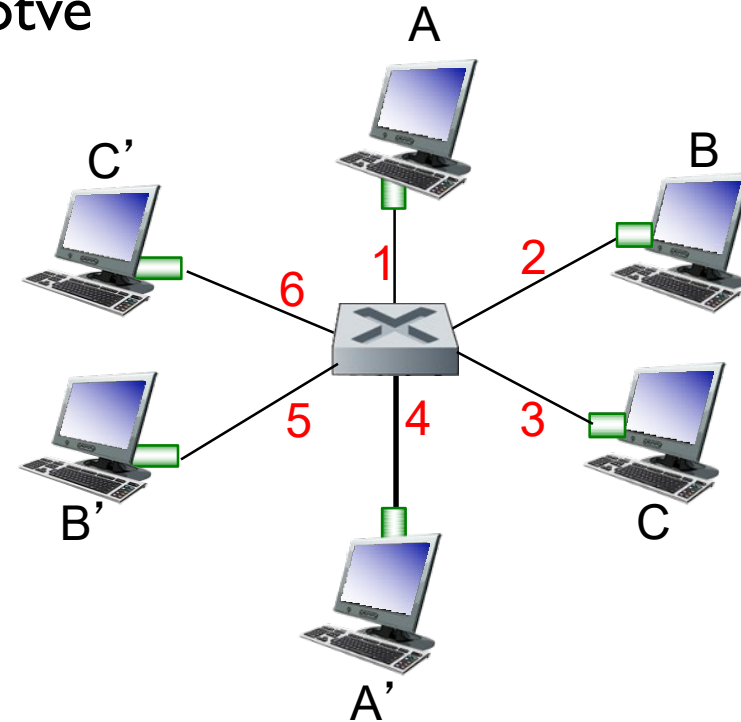
- az állomások közvetlenül a kapcsolóra vannak kötve

- a kapcsoló buffereli akereteket

- az Ethernet protokolt használják minden bemenő vonalon, de nincsenek ütközések; kétirányú kapcsolat

  - minden vonal egy-egy ütközési tartomány

- kapcsolás:** A-tól-A'-ig és B-től-B'-ig ütközésmentesen tud egyszerre kommunikálni



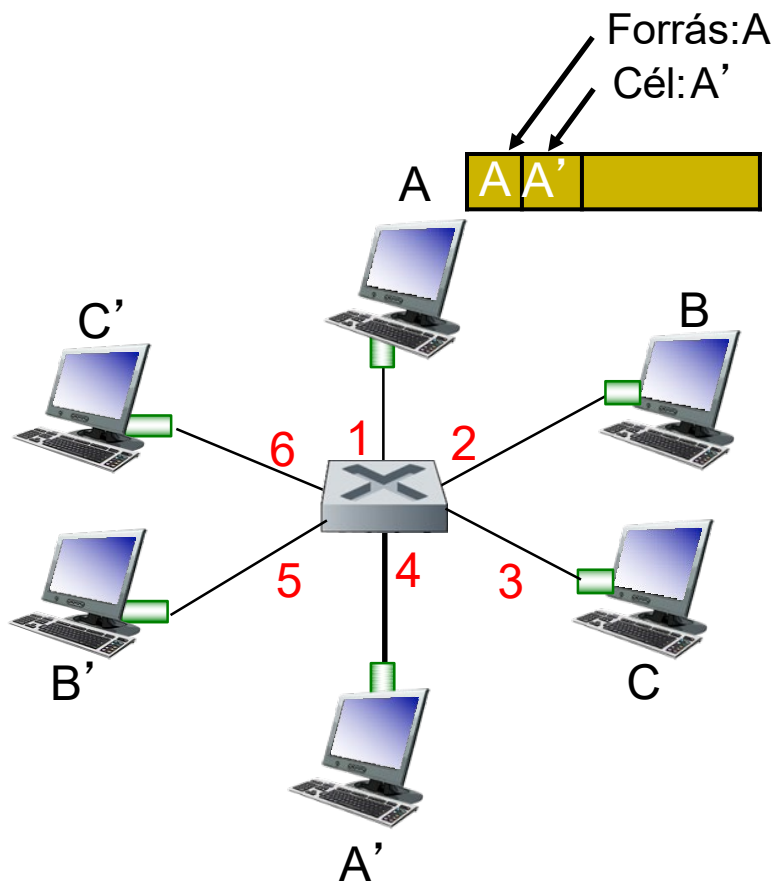
6 interfésszes kapcsoló  
(1,2,3,4,5,6)

# Kapcsoló: tanulás

- ▶ a kapcsoló *megtanulja*, hogy melyik állomás melyik portján van

- amikor keret érkezik akkor a kapcsoló “megtanulja” a küldő helyét: bejövő LAN szegmens

- bejegyzi a küldő/hely párt a kapcsoló táblába

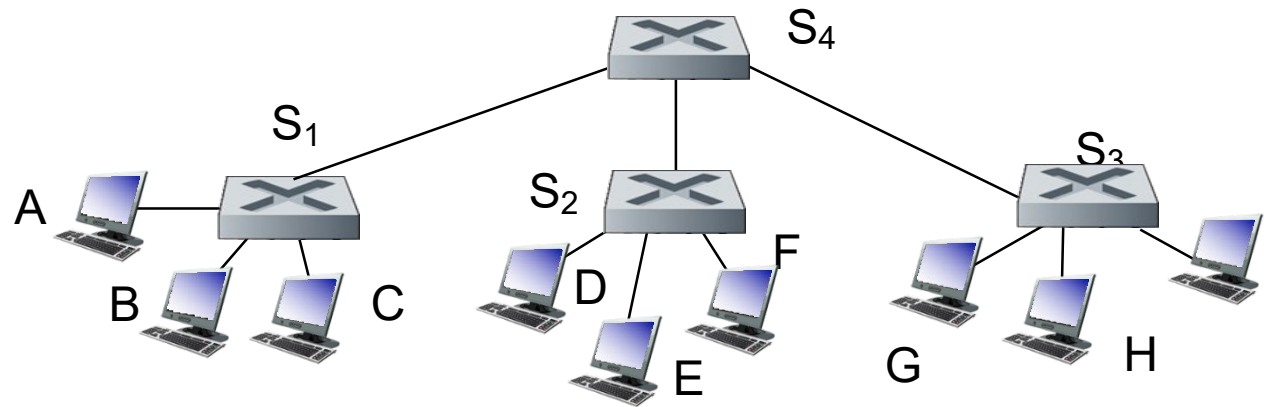


MAC cím	interfész	TTL
00 A0 44 B1 00 21	Fa 01	60

Kapcsoló tábla  
(kezdetben üres)

# Kapcsolók összekötése

a tanuló kapcsolók összeköthetőek



- K: ha A től G-ig szeretnénk küldeni akkor – honnan tudja  $S_1$  hogy  $S_4$ -en át küldje  $S_3$ -felé?
- V: megtanulja! (ugyanúgy működik mint az előző esetben!)

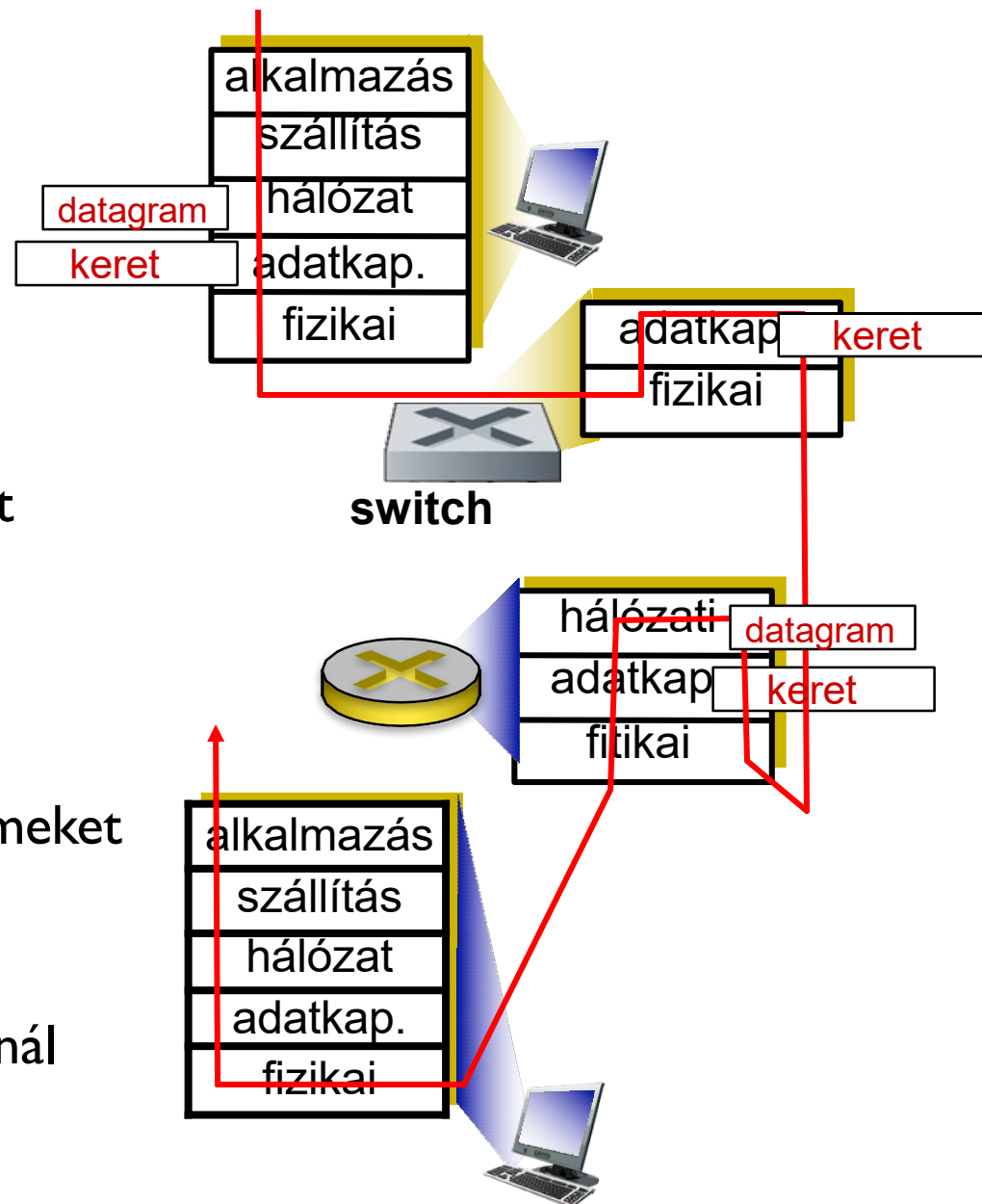
# Kapcsolók vs. forgalomirányítók

mindkettő tárol és továbbít:

- **forgalomirányítók:** hálózati rétegbéli eszközök (hálózati rétegbéli fejléceket vizsgálja)
- **kapcsolók:** adatkapcsolati rétegbéli eszközök (adatkapcsolati rétegbéli fejléceket vizsgálnak)

mindkettőnek van továbbítótáblája:

- **forgalomirányítók:** forgalomirányító algoritmusokkal számítják ki a táblát, IP címeket használ
- **kapcsolók:** megtanulja, ha nem tudja akkor elárasztás, MAC címeket használ



# NIC – Hálózati kártya

A hálózati interfész vezérlő ( NIC , szintén ismert, mint a hálózati kártya, hálózati adapter , LAN-adapter vagy a fizikai hálózati interfész, egy számítógépes hardver komponenst amely összeköti egy számítógépet , hogy egy számítógépes hálózat .

A hálózati vezérlő egy meghatározott fizikai réteg és adatkapcsolati réteg szabvány, például Ethernet vagy Wi-Fi használatával való kommunikációhoz szükséges elektronikus áramkört valósítja meg . [\[a\]](#) Ez alapot biztosít egy teljes hálózati protokollveremhez , amely lehetővé teszi a kommunikációt ugyanazon a helyi hálózaton (LAN) lévő számítógépek között, valamint a nagyszabású hálózati kommunikációt irányítható protokollokon, például az Internet Protokollon (IP) keresztül.

A NIC lehetővé teszi a számítógépek számára, hogy számítógépes hálózaton keresztül kommunikáljanak, akár kábelek használatával, akár vezeték nélkül. A NIC egyszerre fizikai réteg és adatkapcsolati réteg eszköz, mivel fizikai hozzáférést biztosít egy hálózati közeghez.



# NIC – Hálózati kártya

A hálózati vezérlőket eredetileg bővítkártyákként valósították meg, amelyek egy alaplap buszhoz csatlakoztak. Az Ethernet szabvány alacsony költsége és mindenütt elterjedtsége miatt a legtöbb új számítógép alaplapjába beépített hálózati interfész vezérlő van.

Az újabb szerveralaplapok több beépített hálózati interfésszel is rendelkezhetnek. Az Ethernet képességek vagy integrálva vannak az alaplap lapkakészletébe, vagy egy alacsony költségű, dedikált Ethernet chipen keresztül valósulnak meg.

Léteznek optika csatlakozós interfészek is

