

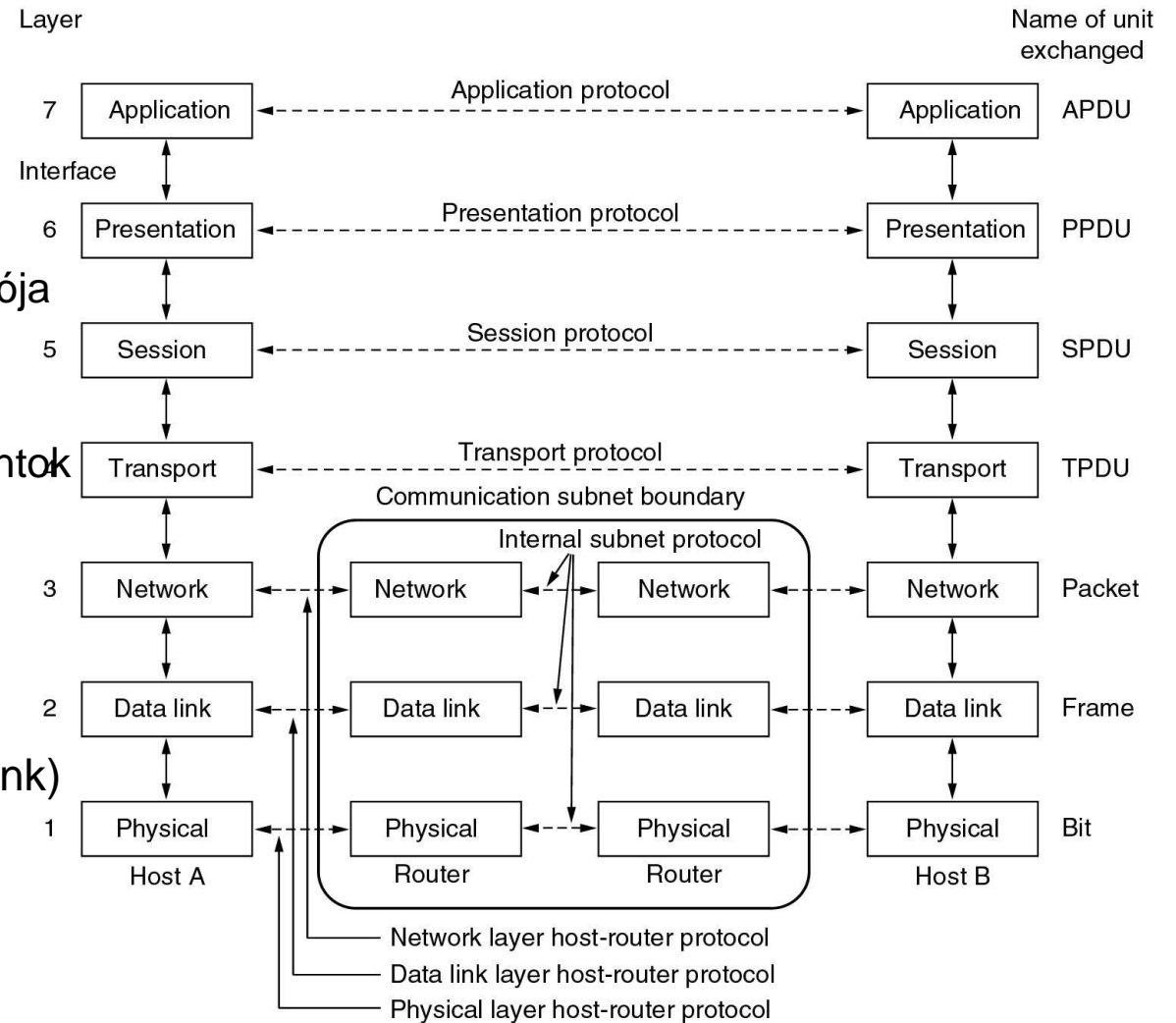
Számítógépes Hálózatok

ősz 2006

3. Rétegmodell, Hálózat típusok, Fizikai réteg -- digitális kódok, önütemező kódok

Az ISO/OSI Referenciamodell

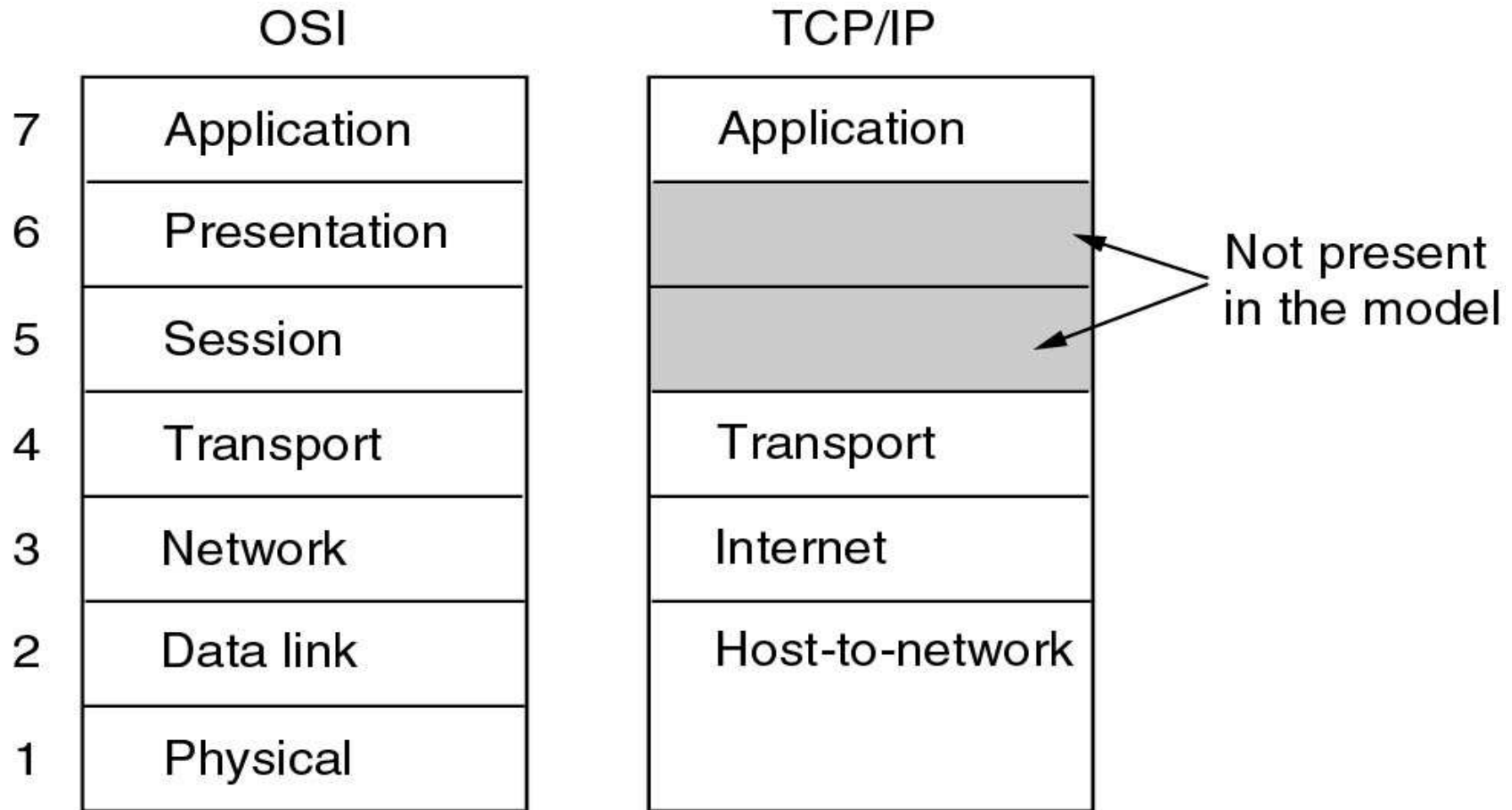
- 7. Felhasználói (Application)
E-Mail, Terminal, Remote login
- 6. Prezentációs (Presentation)
Az adatok rendszerfüggő prezentációja (EBCDIC/ASCII)
- 5. Ülés (Session)
Felépítés, befejezés, újrakezdési pontok
- 4. Szállítói (Transport)
Szegmentálás, Dugóelkerülés
- 3. Hálózati (Network)
Routing
- 2. Adatkapcsolati (Biztosítási) (Data Link)
Check sum, folyam-felügyelet
- 1. Bitatviteli (Physical)
Elektronikus, mechanikus, optikai eszközök



Az Internet rétegei - TCP/IP-rétegek

Felhasználói	Application	Telnet, FTP, HTTP, SMTP (E-Mail), DNS, ...
Szállítói	Transport	TCP (Transmission Control Protocol) UDP (User Datagram Protocol)
Hálózati	Network	IP (Internet Protocol) + ICMP (Internet Control Message Protocol) + IGMP (Internet Group Management Protocol)
Kapcsolati	Host-to-network	LAN (z.B. Ethernet, Token Ring etc.)

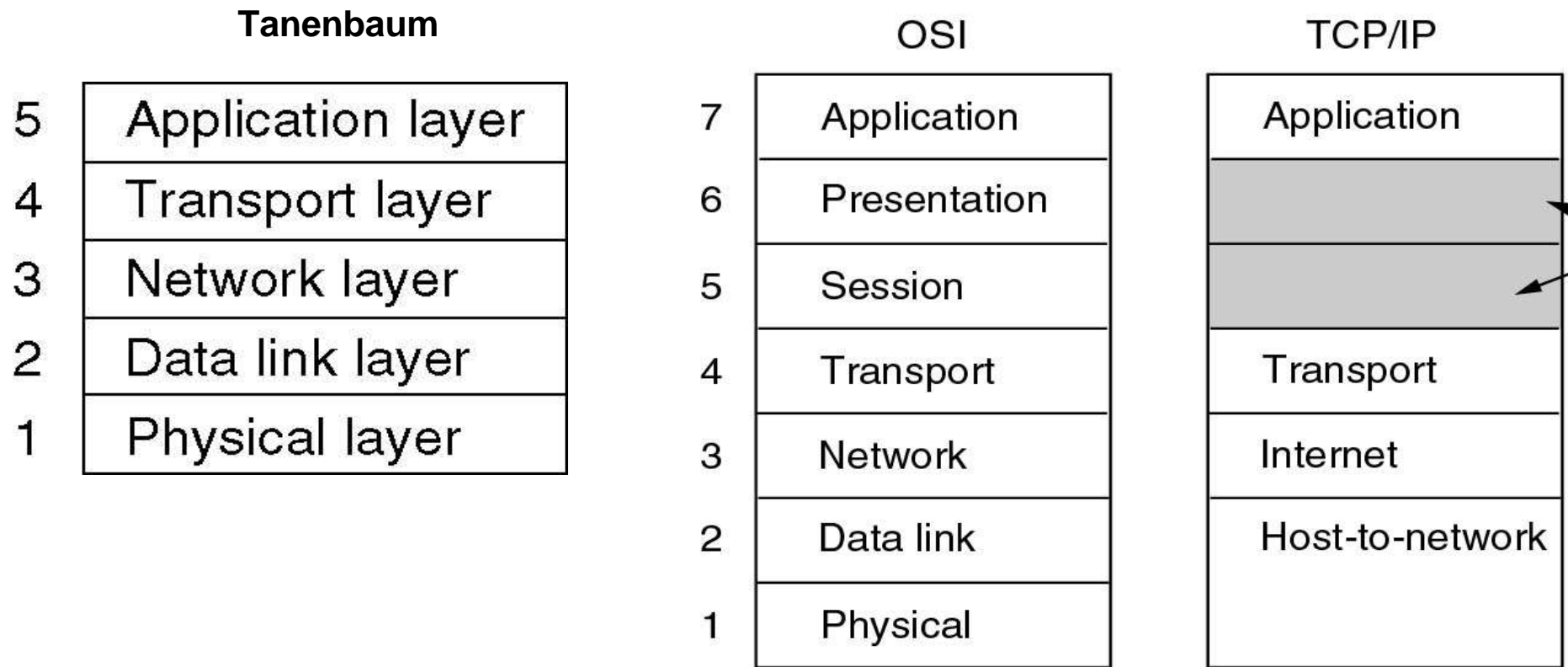
OSI versus TCP/IP



(Tanenbaum)

Hibrid Modell

- Mi Tanenbaum hibrid modelljét követjük



(Tanenbaum)

Szignálok, Adatok, Információ

- Információ
 - Emberi interpretáció,
 - pl. szép idő
- Adatok
 - Formális prezentáció,
 - pl. 28 Celsius, csapadékmennyiség 0cm, felhősödés 0%
- Szignál
 - Adatok reprezentációja fizikai változók által,
 - pl. áram a hőmérő szenzorban, Videoszignál a kamerából
 - Példák szignálokra:
 - áram, feszültség, hullámhossz, frekvencia
 - A digitális világban a szignálok biteket reprezentálnak

Unicast, Multicast, Broadcast

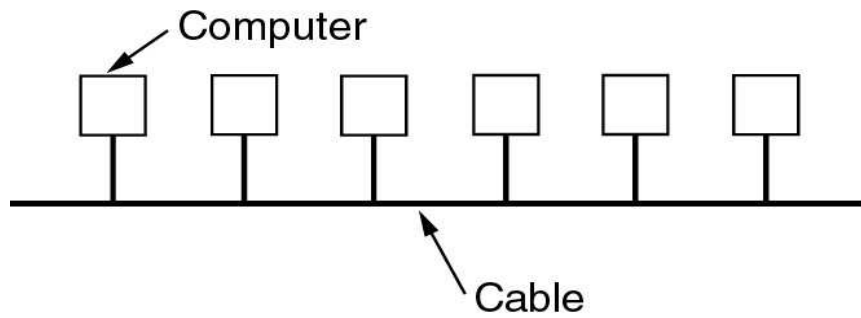
- Unicast (pont-pont átvitel)
 - pl. telefon
 - Pontosán két résztvevő kommunikál egymással direkt
- Broadcast (egytől-mindekinek)
 - pl. rádió, tv
 - Egy adó küld szignálokat minden fogadóhoz
- Multicast (egytől-többnek)
 - pl. telefonkonferencia, Video on demand
 - Egy küldő küld fogadók egy kiválasztott halmazának

Broadcast hálózatok

Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	
100 m	Building	
1 km	Campus	Local area network
10 km	City	
100 km	Country	Metropolitan area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	
		Wide area network
		The Internet

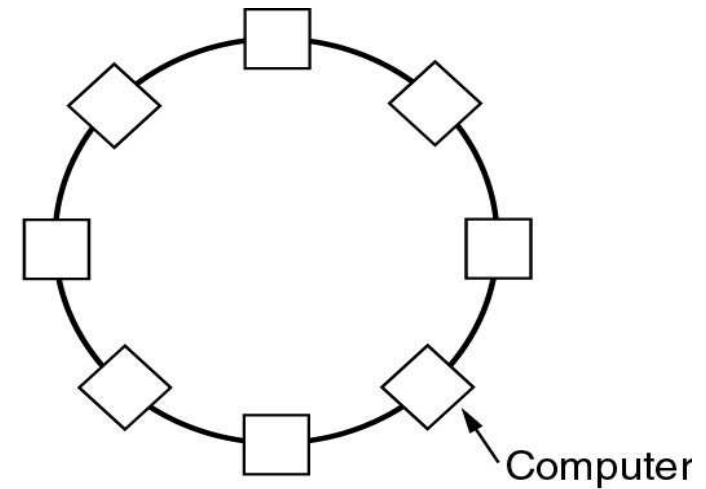
(Tanenbaum)

Local Area Networks (LAN)



(a)

Busz



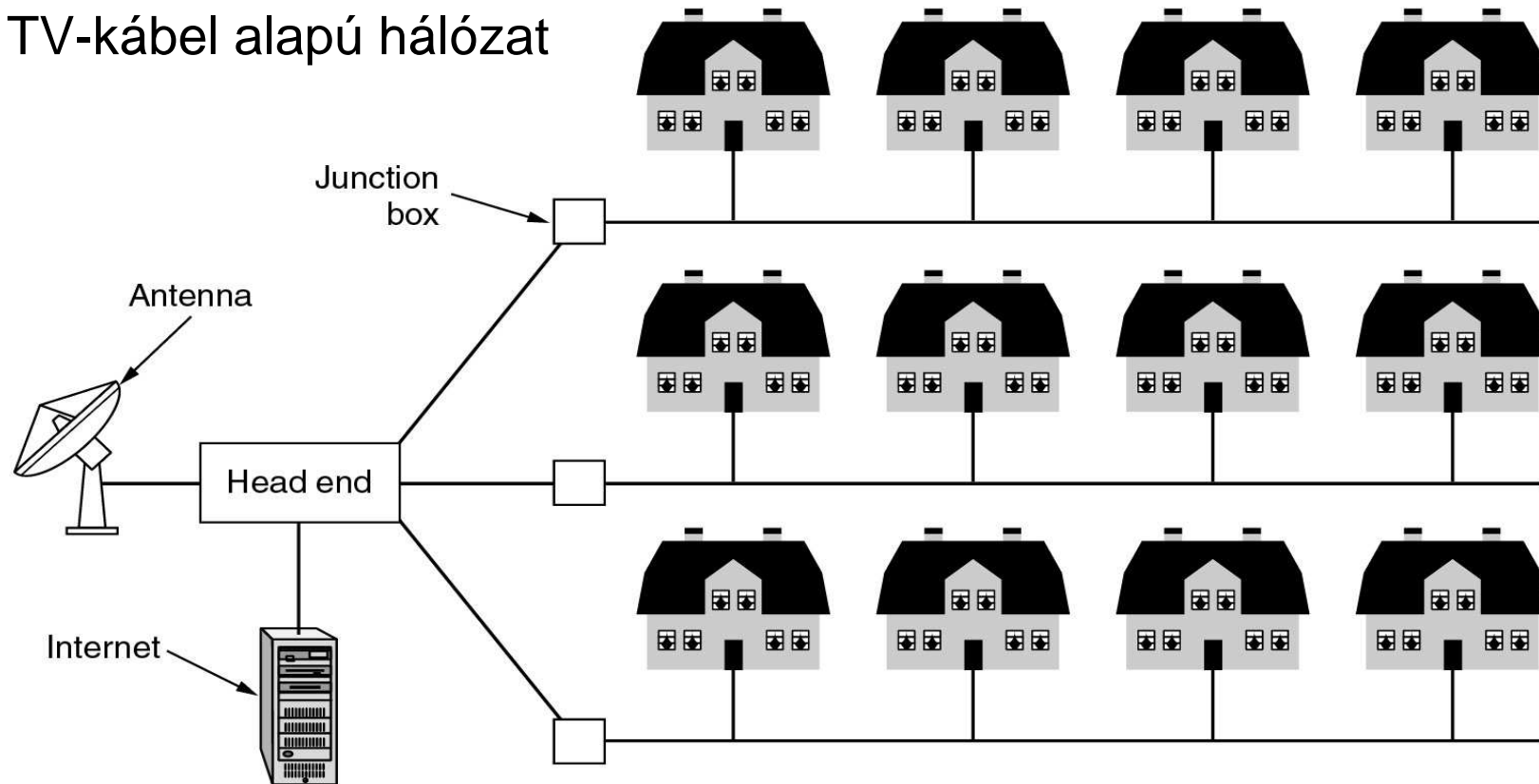
(b)

Gyűrű

(Tanenbaum)

Metropolitan Area Networks (MAN)

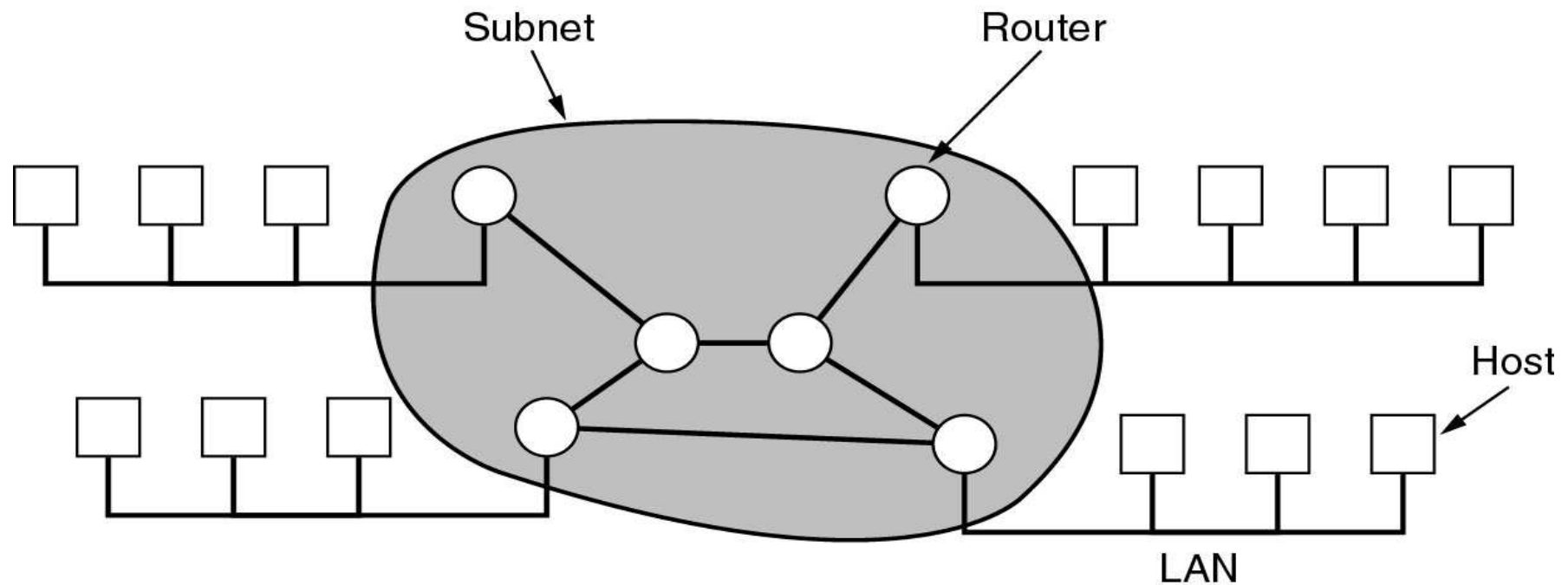
- TV-kábel alapú hálózat



(Tanenbaum)

Wide Area Networks (WAN)

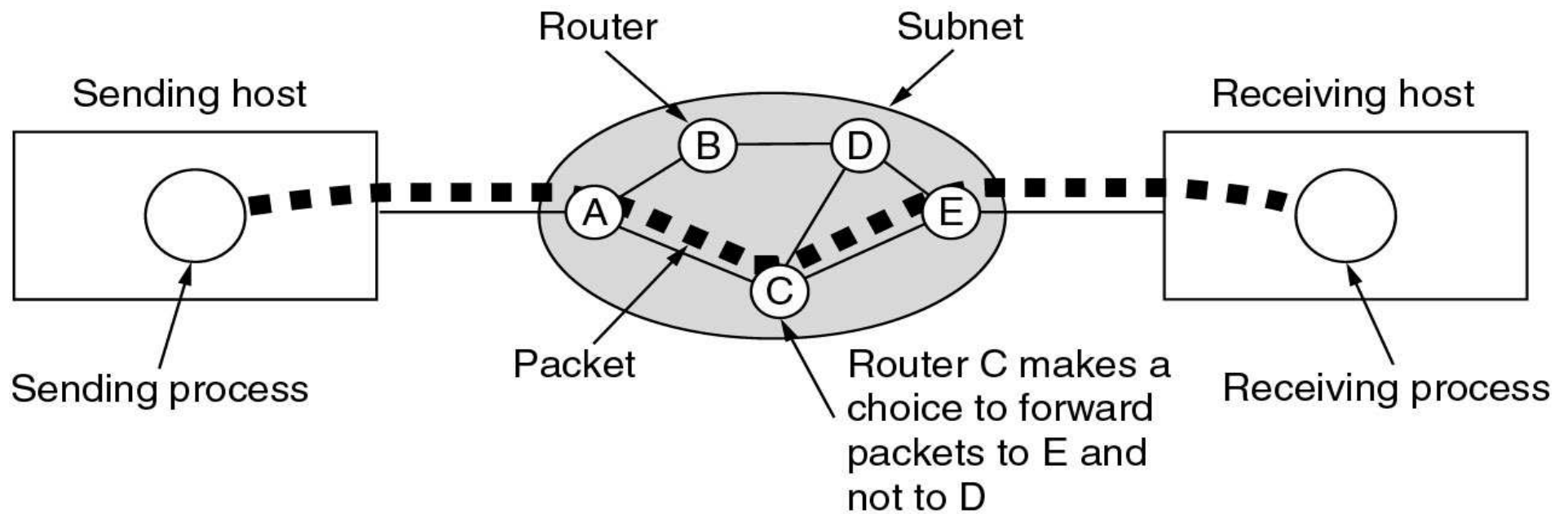
- LAN-ok összekapcsolása Subnet-tel



(Tanenbaum)

Wide Area Networks

- Adatfolyam a WAN-ben



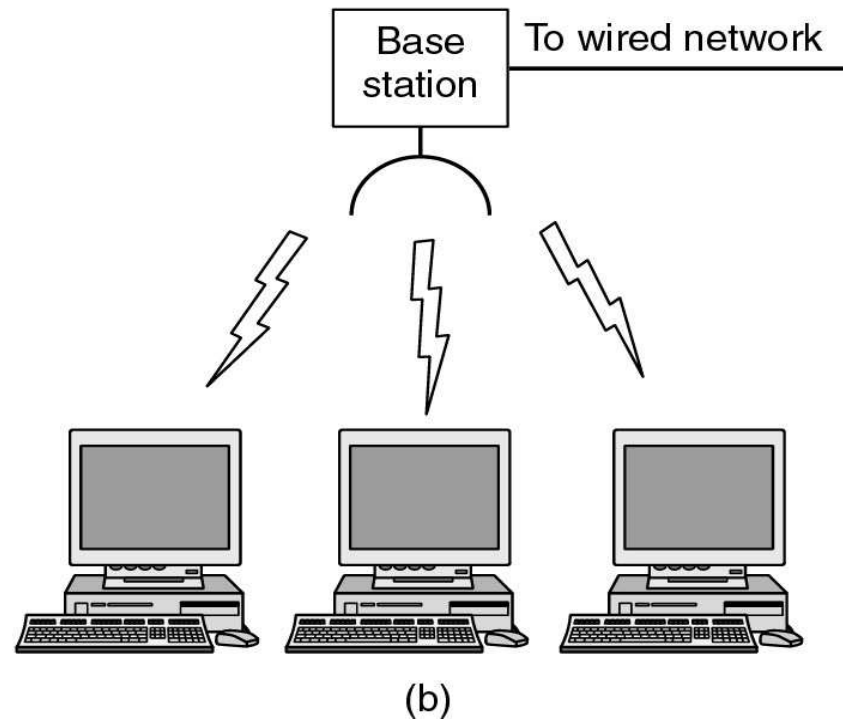
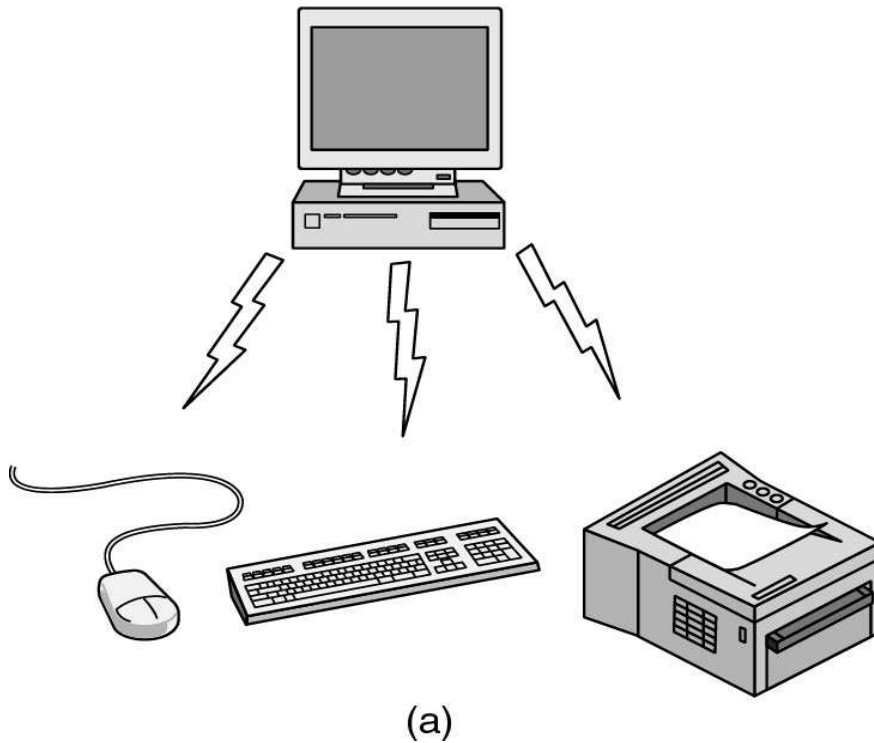
(Tanenbaum)

Vezeték nélküli hálózatok

- Vezeték nélküli hálózatok kategóriái
 - Rendszeren belüli
 - pl. Bluetooth
 - Wireless LAN (WLAN)
 - pl. egyetemi vezeték nélküli hálózat
 - Wireless WAN
 - WLAN-ok vezeték nélküli hálózatba szervezése

Vezeték nélküli hálózatok

- (a) Bluetooth
- (b) Wireless LAN

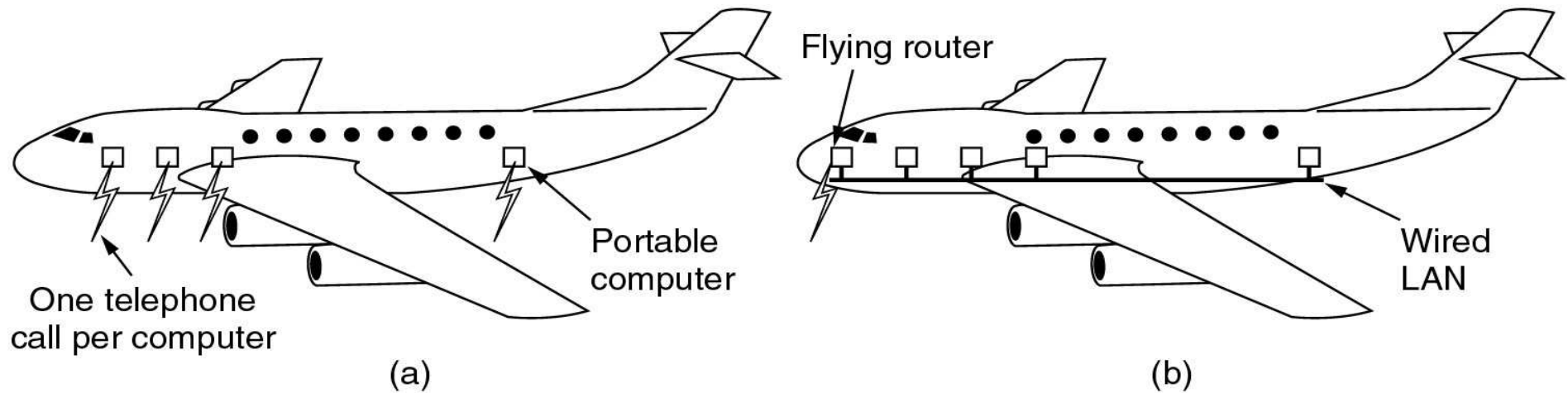


(Tanenbaum)

Vezeték nélküli hálózatok

(a) Egyéni mobil számítógépek

(b) A repülő LAN



(Tanenbaum)



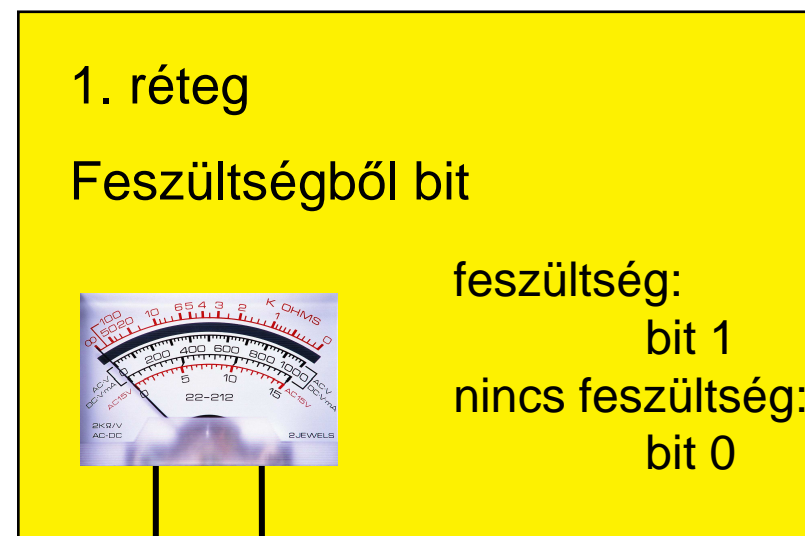
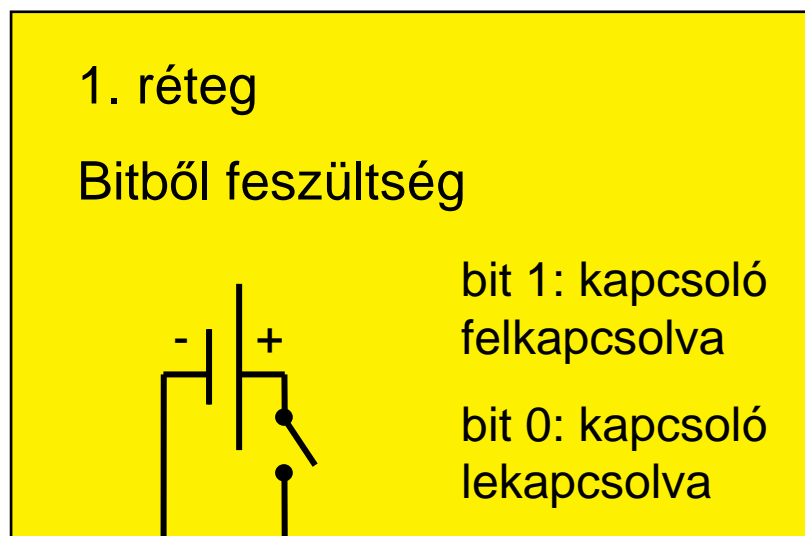
Hálózatok I -- Bitátviteli réteg

Bitátviteli réteg (Physical Layer)

- ISO-definíció
 - A bitátviteli réteg a definiál
 - mechanikus,
 - elektronikus,
 - funkcionális és
 - procedurális
 - tulajdonságokat egy fizikai kapcsolat
 - felépítéséhez,
 - fenntartásához és
 - befejezéséhez.

Legegyszerűbb bitátvitel

- Bit 1: áram bekapcsolva
- Bit 0: áram kikapcsolva

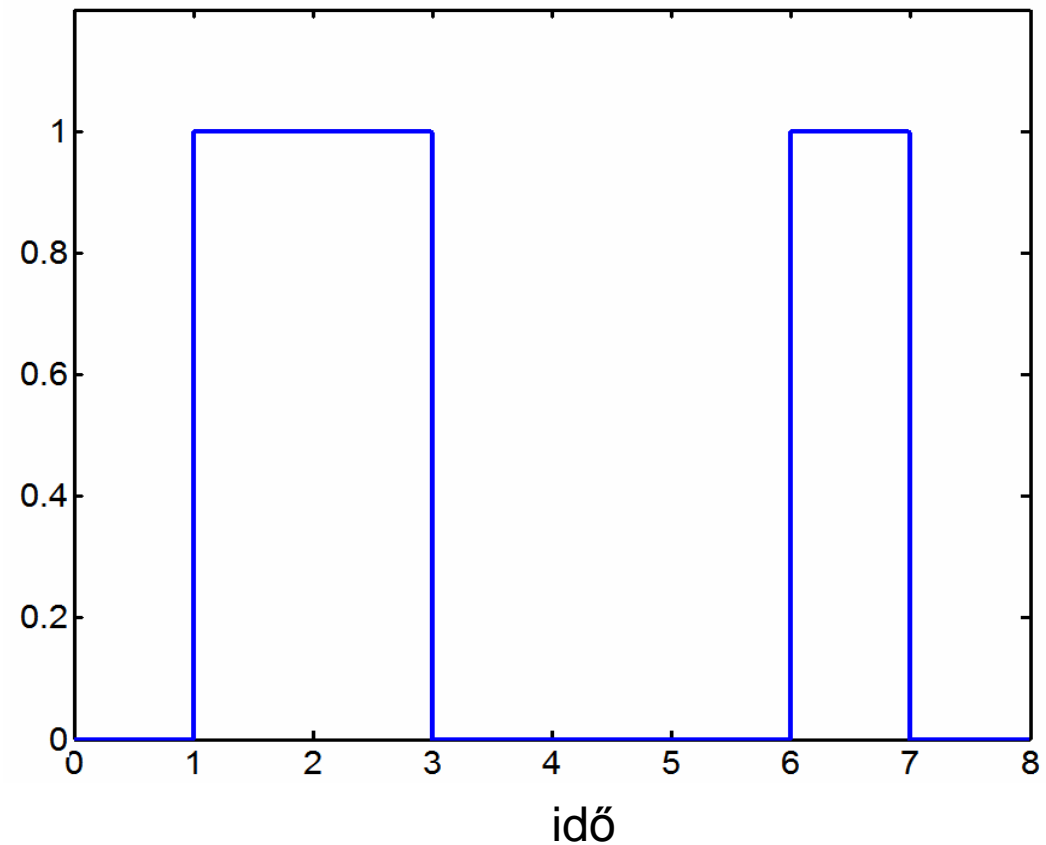


Fizikai kapcsolat

Egy “b” betű átvitele

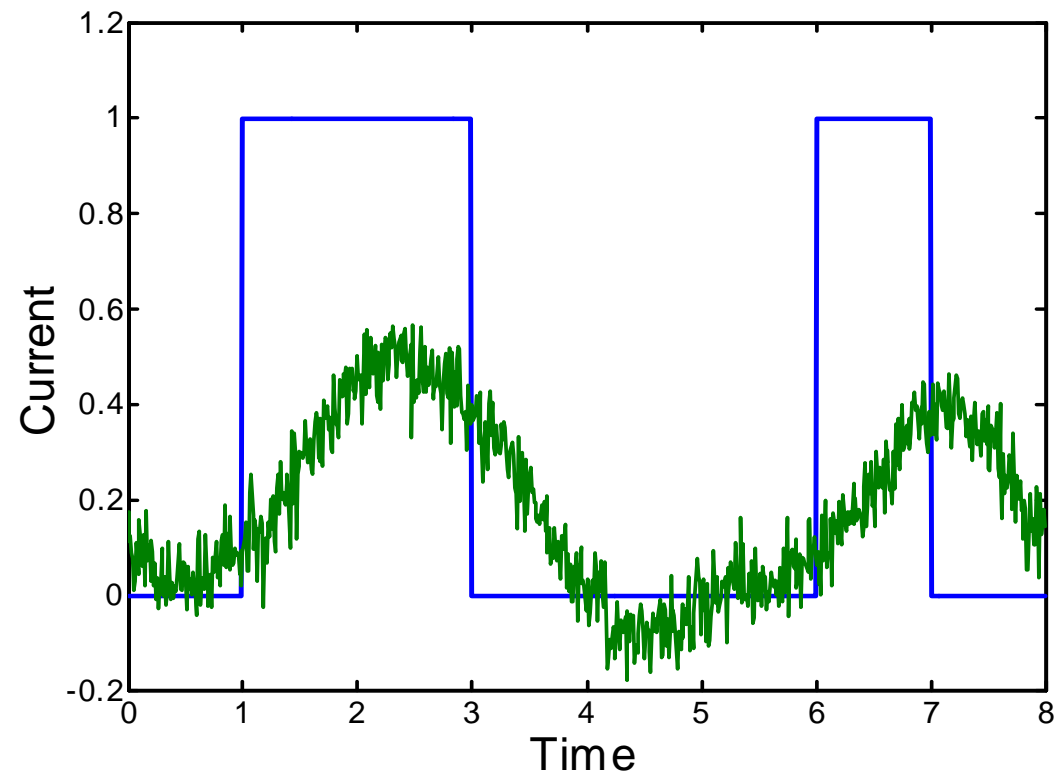
- A “b” karakterhez több bit szükséges
 - pl. a “b” ASCII kódja bináris számként 01100010
- A feszültség változása:

feszültség



Mi érkezik meg?

- Túlzottan rossz vétel:



- Mi történik itt?

Fizikai alapok

- Mozgó elektromosan feltöltött részecskék **elektromágneses hullámokat** keltenek
 - **Frekvencia** f : oszcillációk száma másodpercenként
 - mértékegység: **Hertz**
 - **Hullámhossz** λ : távolság (méterben) két egymást követő hullám-maximum között
 - **Antenna** által kelthető illetve fogható elektromágneses hullám
 - Elektromágneses hullámok terjedési sebessége vákuumban konstans: **fénysebesség** $c \approx 3 \cdot 10^8$ m/s
- **Összefüggés:**

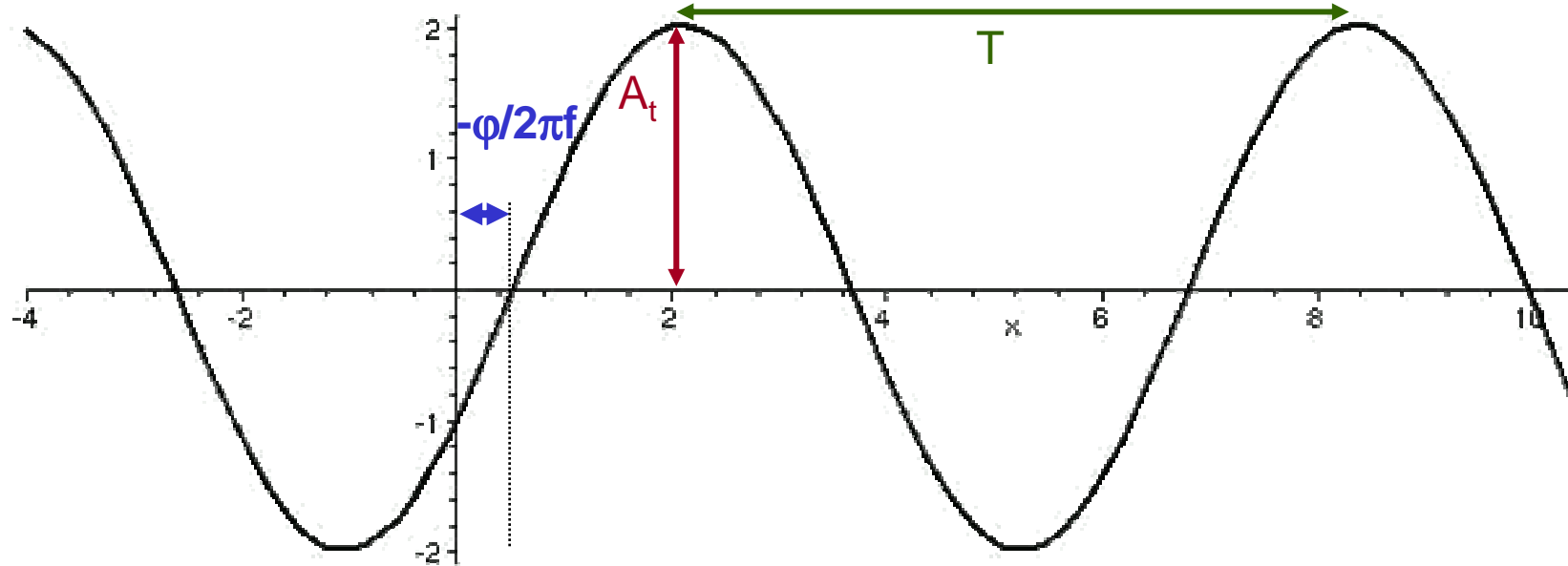
$$\lambda \cdot f = c$$

Amplitudó ábrázolás

- Egy sinus-rezgés amplitudó ábrázolása

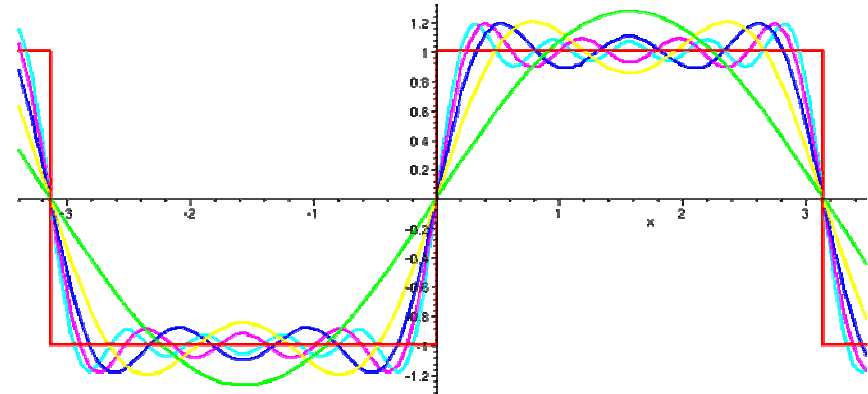
$$s(t) = A \sin(2\pi f t + \phi)$$

- A : Amplitúdó
- f : Frekvencia = $1/T$
- ϕ : Fáziseltolás
- T : Periódus



Fourier sorok

- Egy periódikus függvény Fourier sora:
 - Különböző sinus/cosinus-függvények összegére bontása



- Dirichlet feltételek egy periódikus f függvényhez:
 - $f(x) = f(x+2\pi)$
 - $f(x)$ a $(-\pi, \pi)$ intervallumban véges sok intervallumban folytonos és monoton
 - Ha f nem folytonos x_0 -ban, akkor $f(x_0) = (f(x_0-0) + f(x_0+0))/2$
- Dirichlet tétele:
 - Ha $f(x)$ teljesíti $(-\pi, \pi)$ -ben a Dirichlet feltételeket, akkor léteznek olyan $a_0, a_1, a_2, \dots, b_1, b_2, \dots$ Fourier-együtthatók, hogy:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^n a_k \cos kx + b_k \sin kx = f(x) .$$

A Fourier-együtthatók kiszámítása

- Az a_i , b_i Fourier-együtthatókat a következőképp számíthatjuk ki:

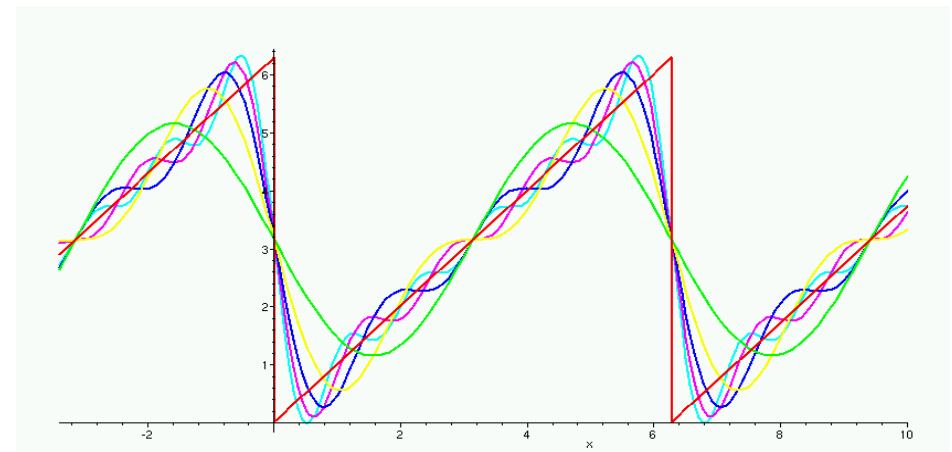
- $k = 0, 1, 2, \dots$
$$a_k = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos kx \, dx$$

- $k = 1, 2, 3, \dots$
$$b_k = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin kx \, dx$$

- Példa: Fűrészfoggörbe

$$f(x) = x, \text{ ha } 0 < x < 2\pi$$

$$f(x) = \pi - 2 \left(\frac{\sin x}{1} + \frac{\sin 2x}{2} + \frac{\sin 3x}{3} + \dots \right)$$



Fourier sor általános periódushoz

- Fourier tétele $T=1/f$ periódushoz:

- Minden periodikus $g(t)$ függvény $T=1/f$ periódussal felírható mint

$$g(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos(2\pi k f t) + b_k \sin(2\pi k f t)$$

- Az a_k, b_k együtthatók következőképpen állnak elő

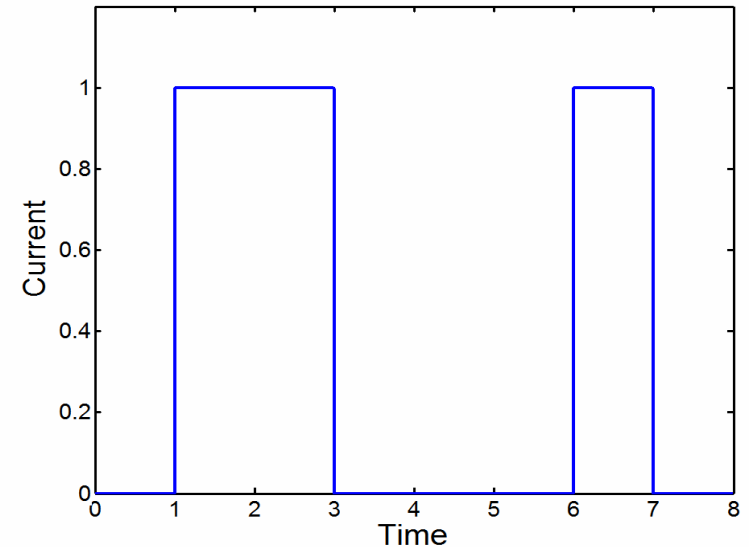
$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) \cos(2\pi k f t) dt \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) \sin(2\pi k f t) dt \quad k = 1, 2, \dots$$

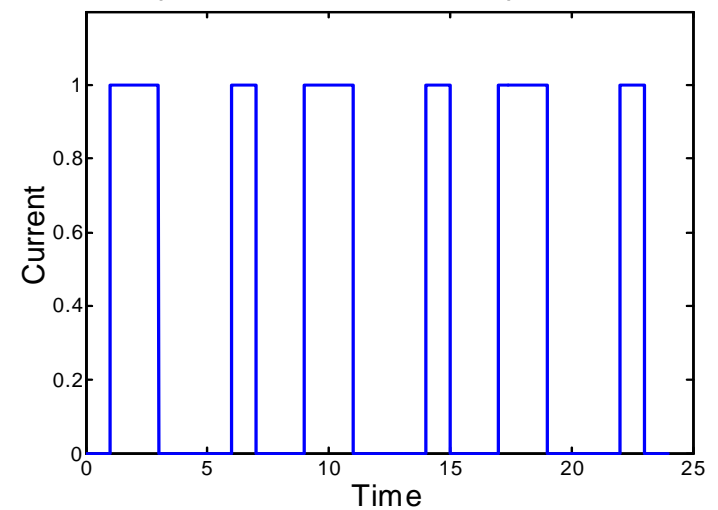
- A k -edik együtthatók négyzetének összege $(a_k)^2 + (b_k)^2$ megadja az energiát, amit azon a frekvencián felhasználunk.
- Szokásosan a gyökét adják meg: $\sqrt{(a_k)^2 + (b_k)^2}$

Fourier sor felhasználása

- Probléma:
 - A szignál nem periódikus
- Megoldás:
 - Képzeljük el, hogy a szignál végtelen sokszor ismétlődik, ami egy periodikus függvényt ad, melyben a periódus 8 bit hosszú

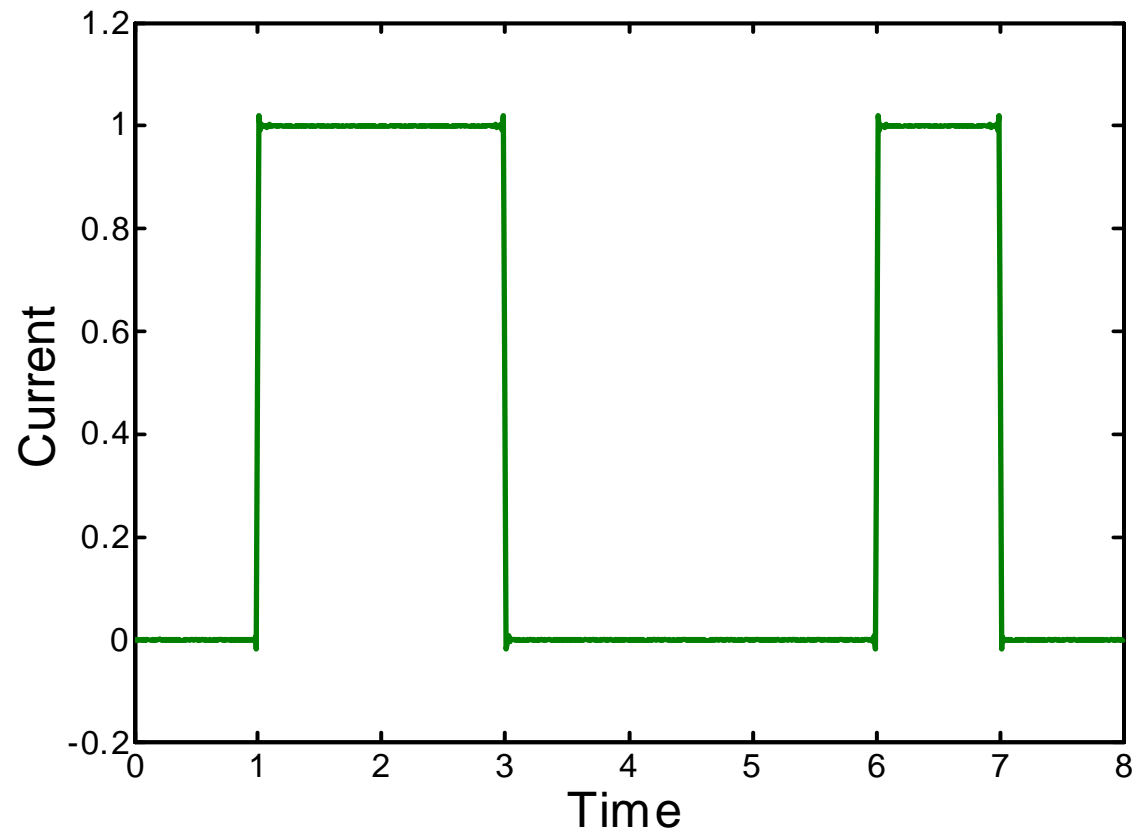


Repeated waveform for bit pattern 'b'



Fourier sor felhasználása

- Fourier sor 512 együtthatóval:



A rossz vétel 5 oka

1. Általános elnyelődés
2. Frekvencia elvesztése
3. Frekvenciafüggő elnyelődés
4. Zavarás és torzulás
5. Zaj

1. Szignálok elnyelődése

- **Elnyelődés α (attenuation)**

- Az küldő energiája P_1 és a vétel energiájának P_0 hányadosa
- Nagy elnyelődés esetén kevés energia éri el a fogadót

- Az elnyelődés függ

- az átviteli közegtől
- az adó és a vevő távolságától
- ... más faktoroktól

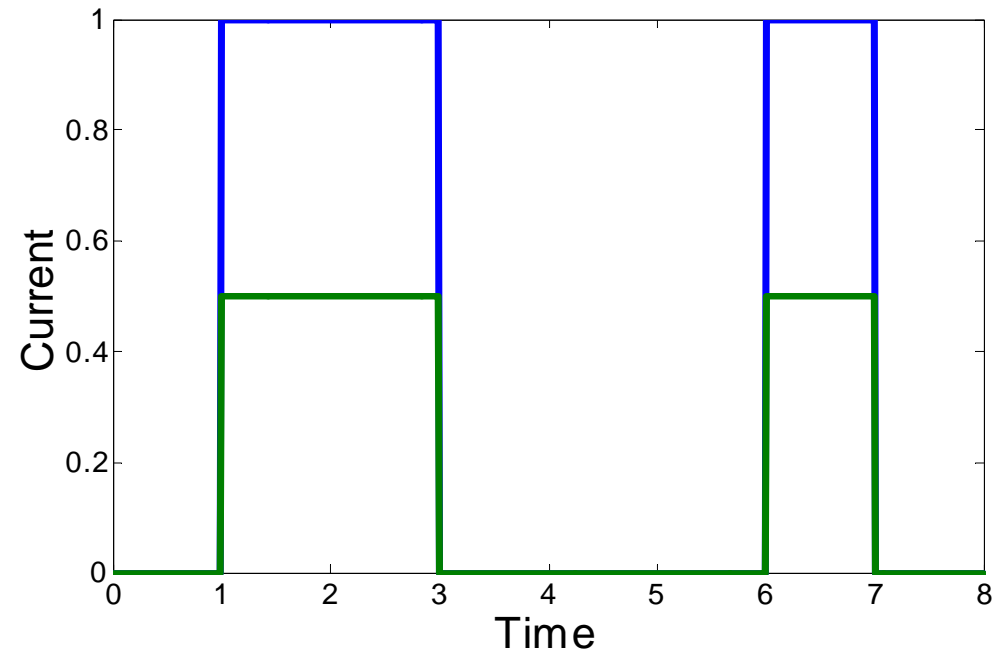
- Mértékegysége deciBel

$$\log_{10} \frac{P_1}{P_0} \quad (\text{Bel})$$

$$10 \log_{10} \frac{P_1}{P_0} \quad (\text{decibel [dB]})$$

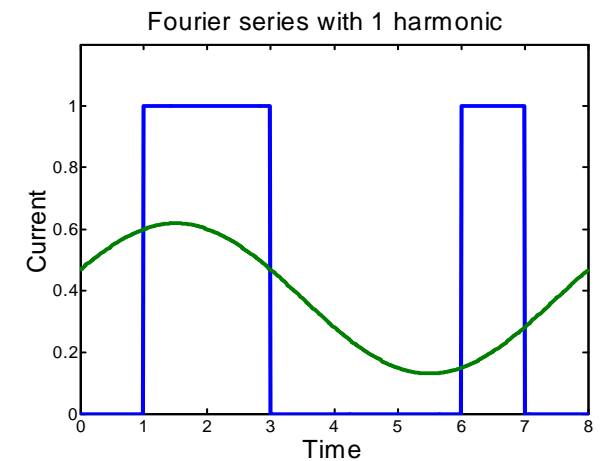
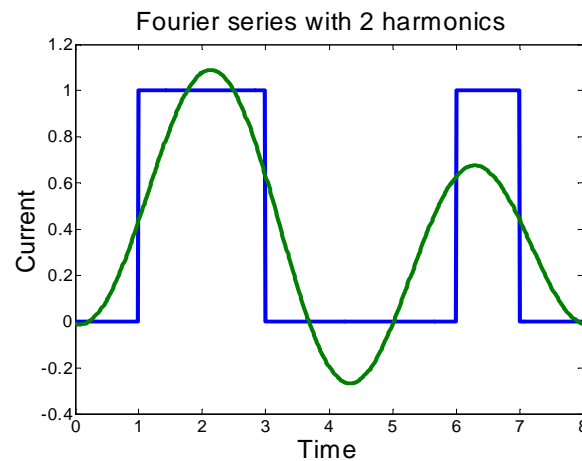
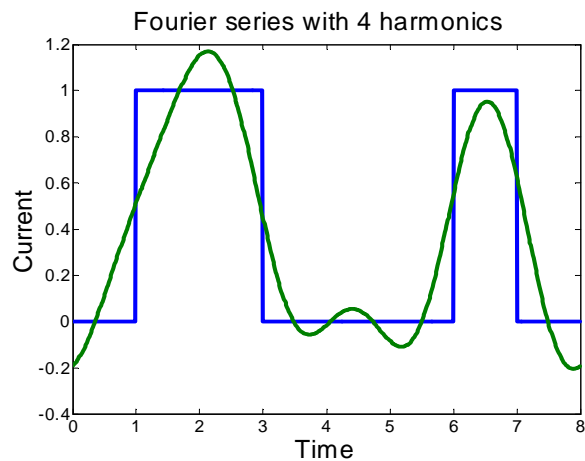
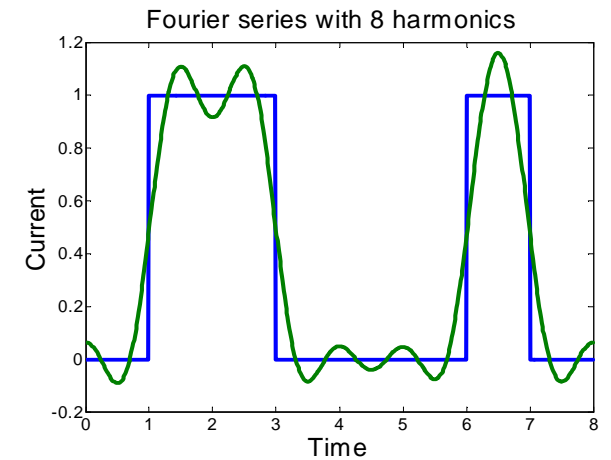
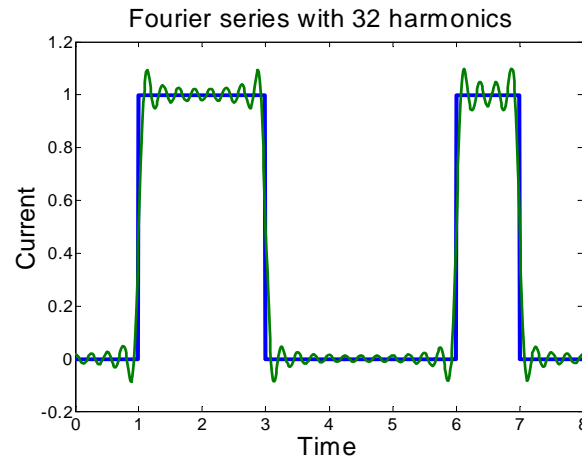
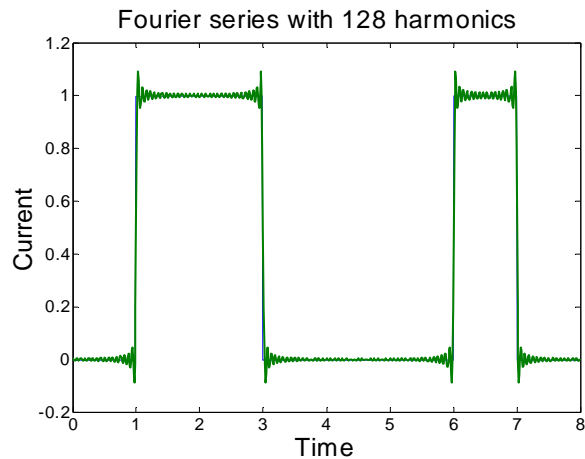
$$\alpha = \frac{P_1}{P_0}$$

Received attenuated signal



2. Nem minden frekvencia halad át a közegen

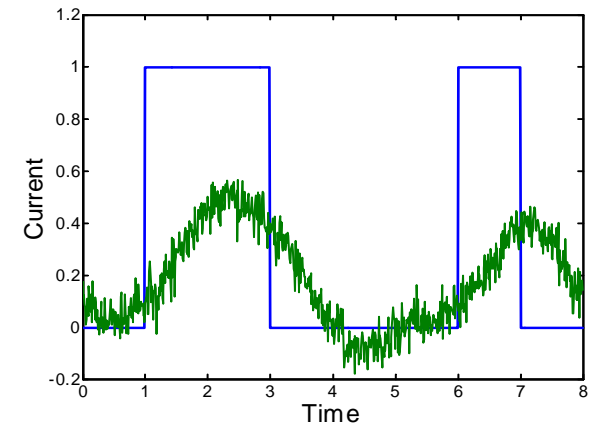
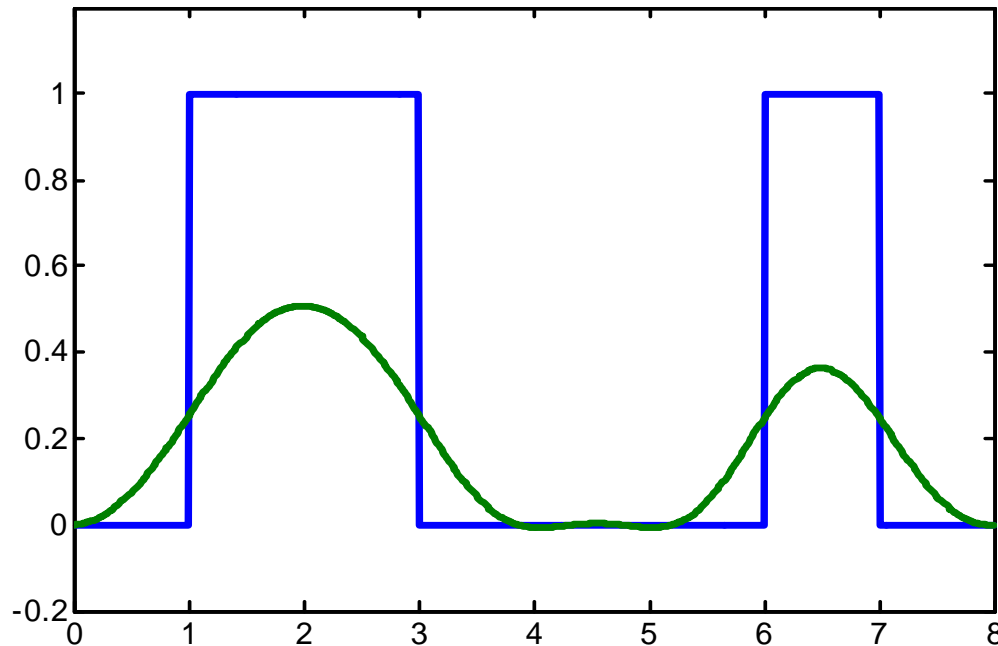
- A szignál a magas frekvenciák elvesztése esetén



3. Frekvenciafüggő elnyelődés

- Példa: Az elnyelődés 2, 2.5, 3.333... , 5, 10, ∞ az 1., 2., 3., ... Fourier-együtthatóhoz

Miért van ez?



4. A közeg fáziseltolást okoz és torzít

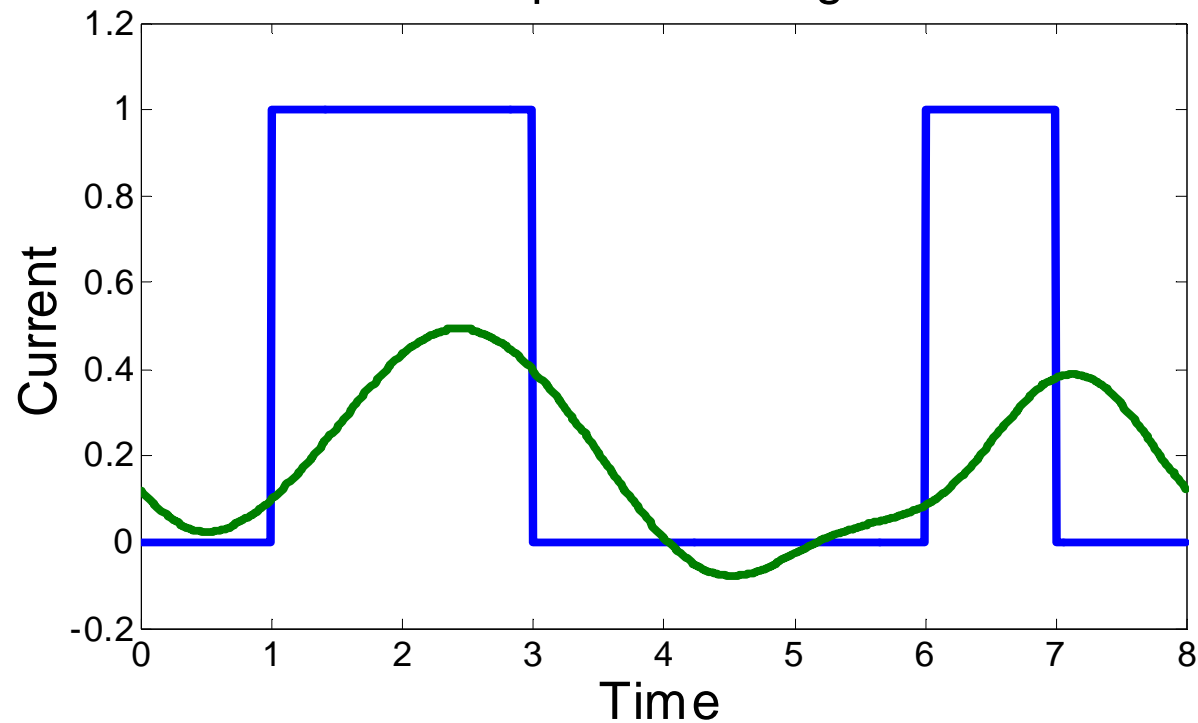
- Minden közegben (a vákuum kivételével) különböző frekvenciáknak különböző a terjedési sebessége
 - ez fáziseltolódást eredményez
 - emlékeztető: a sinusgörbét az amplitúdó a , frekvencia f , és a fázis ϕ határozza meg

$$a \sin(2\pi ft + \phi)$$

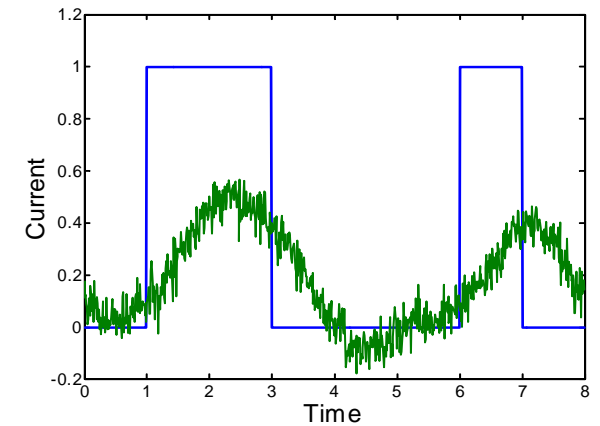
- A fáziseltolódás nagysága a frekvenciától függ
 - ez torzítást (***distortion***) okoz

Frekvencia függő elnyelődés és torzítás

Received signal with frequency-dependent attenuation and phase change



Miért történik ez:

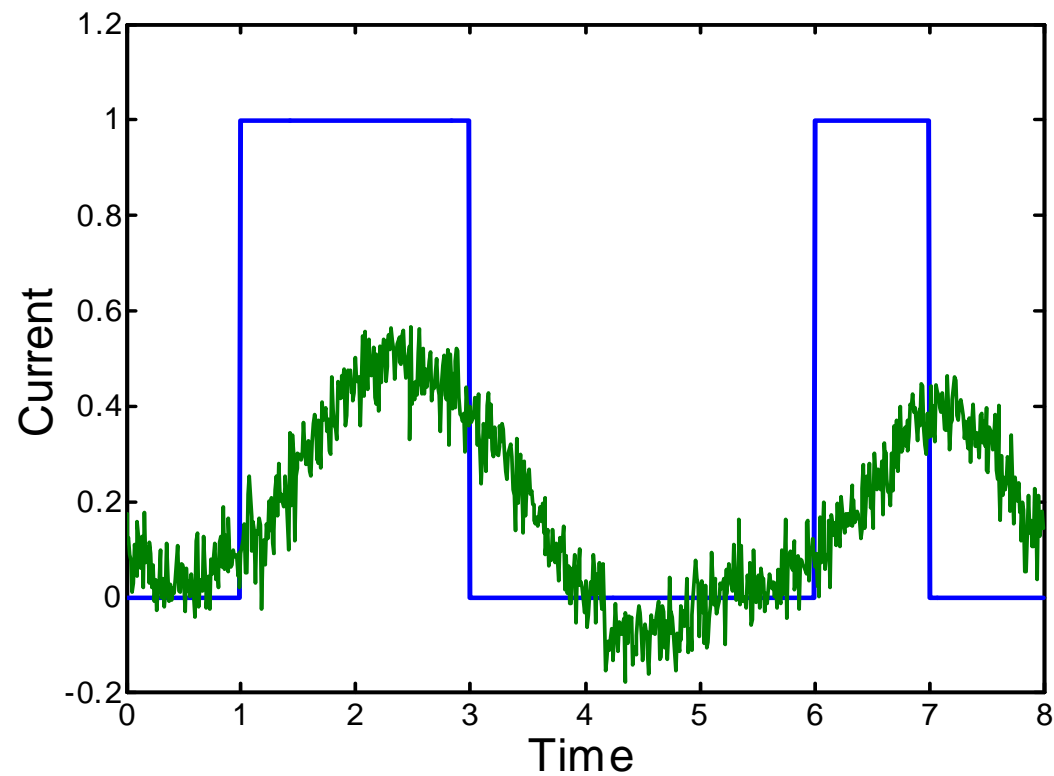


5. Valódi közegek zajosak

- Minden közeg és minden adó produkál zajt
 - Az okok: hő, más rendszerek zavarása, szignálok, hullámok, stb...
- A (zavarmentes) szignál véletlen változásával írják le
 - Tipikus modellezés: Gauss normáeloszlás

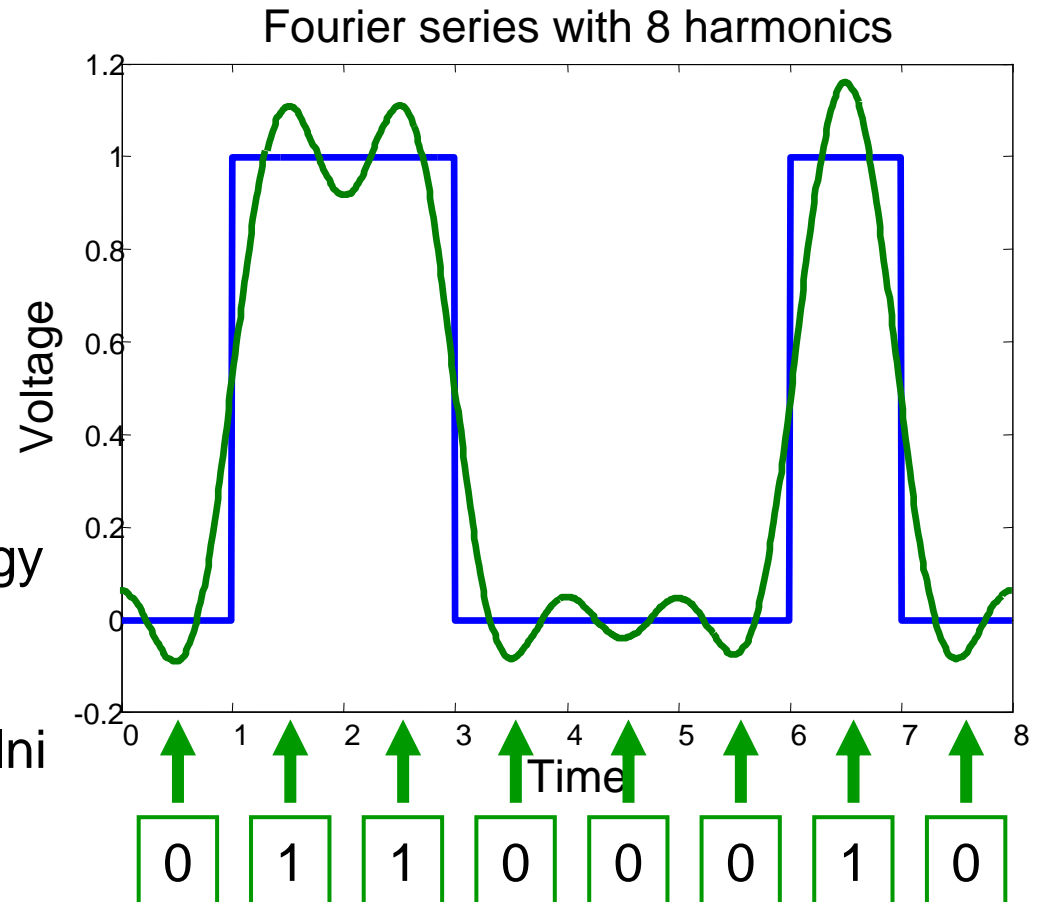
Összefoglalás

- Ezzel magyarázható a fogadott szignál.



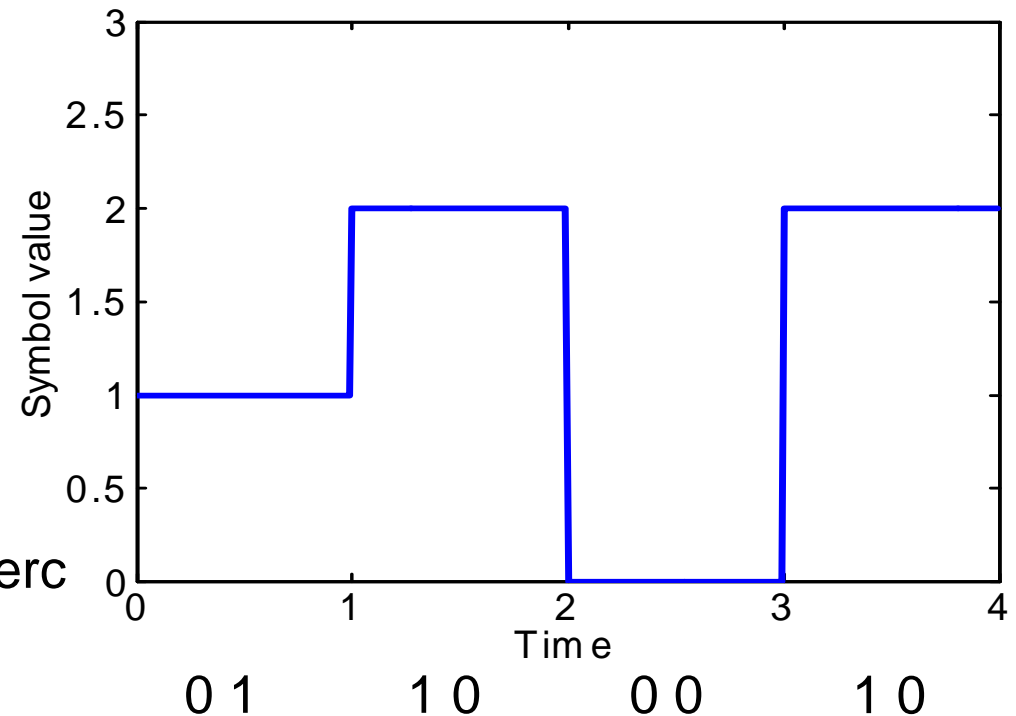
Hány mért érték szükséges?

- Hány mért érték szükséges ahhoz, hogy a Fourier sort a k -adik komponensig pontosan meghatározzuk?
- Tétel (Nyquist)
 - Ahhoz hogy egy folytonos egy sáv által korlátos szignált, melynek maximális frekvenciája f_{\max} , rekonstruálni tudjunk, legalább $2 f_{\max}$ mintavételi-frekvencia szükséges.



Szimbólumok és bitek

- Az adatátvitelhez bitek helyett más szimbólumokat is használhatunk
- Pl. 4 szimbólum: A,B,C,D, ahol
 - A=00, B=01, C=10, D=11
- Szimbólum
 - Mértékegység: Baud
 - Szimbólumok száma másodpercenként
- Adatráta
 - Mértékegység: bit per másodperc (bit/s)
- Példa
 - 2400 bit/s Modem megfelel 600 Baud-nak (16 szimbólumot használ)



Nyquist mintavételezési tétele

- Definíció
 - A sávszélesség H a Fourier-felbontás maximális frekvenciájának a reciproka
- Feltesszük:
 - A fogadott szignál maximális frekvenciája a Fourier sorban $f = 1/H$
 - (Minden magasabb frekvencia teljesen elnyelődik)
 - A különböző szimbólumok száma V
 - Semmilyen más zavarás, késés vagy elnyelődés nincs
- **Nyquist tétele**
 - A maximális lehetséges szimbólumráta legfeljebb $2 H$ baud.
 - A maximális lehetséges adatrátá legfeljebb $2 H \log_2 V$ bit/s.

Segít, ha több szimbólumot használunk?

- Nyquist tétele azt mondja, hogy tisztán elméletileg az adatráta növelhető a felhasznált szimbólumok számával
- Elemzés:
 - Nyquist tétele csak egy elméleti felső korlátot ad az átvitelre, nem ad módszert
 - A gyakorlatban a mérés pontosságára vannak korlátok
 - Nyquist tétele nem veszi figyelembe a zaj problematikáját

Shannon tétele

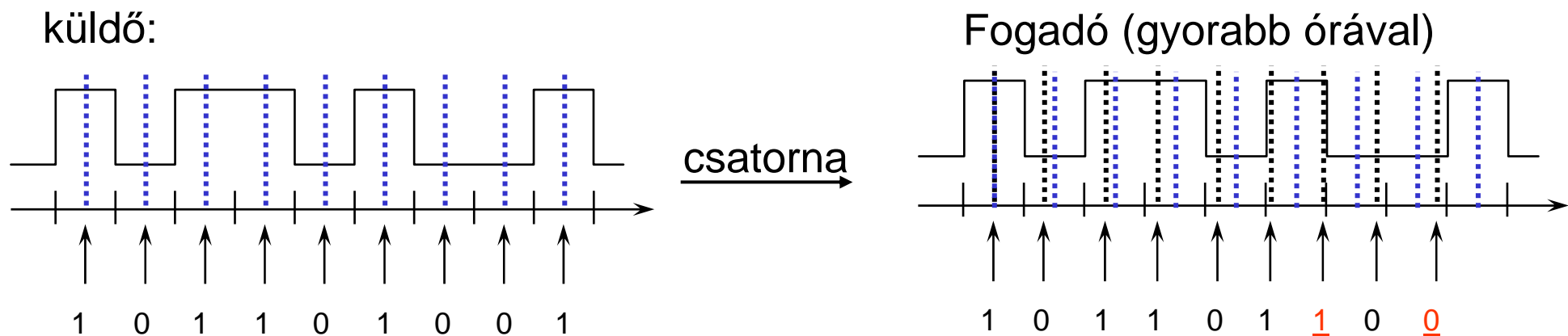
- A zaj hatása tényleg alapvető
 - Tekintsük az adás erősségének S és a zaj erősségének N az arányát (signal-to-noise ratio)
 - Minél kisebb a zaj, annál jobban felismerhetők a szimbólumok
- **Shannon tétele:**
 - A maximális lehetséges adatrátája $H \log_2 (1+S/N)$ bit/s, ahol
 - H a sávszélesség
 - S a szignál erőssége
 - N a zaj erőssége
- Vigyázat
 - Ez egy elméleti felső korlát
 - Létező kódolások nem érik el ezt az értéket

Önütemező kódolások

- Mikor kell szignálokat mérni?
 - Tipikusan egy szimbólum közepén
 - Mikor kezdődik egy szimbólum?
 - A szimbólum hossza szokásosan előre meghatározott.
- A fogadónak a bit-szinten szinkronizáltnak kell lenni a küldővel
 - Pl. „Frame Synchronization” által

Szinkronizáció

- Mi történik, ha csak egyszerűen órát használunk a szinkronizáláshoz?
- Probléma
 - Az órák „másképp mennek” (egyik kicsit gyorsabb, másik kicsit lassabb)
 - Nincs két olyan (megfizethető) óra, ami szinkron marad
- Hiba szinkronizáció elvesztése miatt (NRZ):

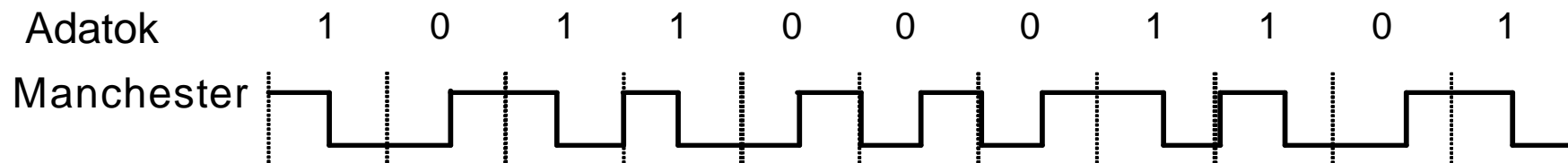


A szinkronizáció megoldása

- Felügyelet nélkül nincs szinkronizáció
- Megoldás: explicit órajel
 - Párhuzamos átvitelt igényel egy külön csatornán
 - Szinkronizáltnak kell lennie az adatokkal
 - Csak rövid átvitel esetén ésszerű
- Szinkronizáció kritikus időpontokban
 - Pl. egy szimbólum vagy egy blokk kezdetén
 - Egyébként teljesen szabadon futnak az órák
 - Megbízik abban, hogy az órák rövid ideig szinkron futnak
- Órajel a szimbólumok kódolásából

Önütemező kódok

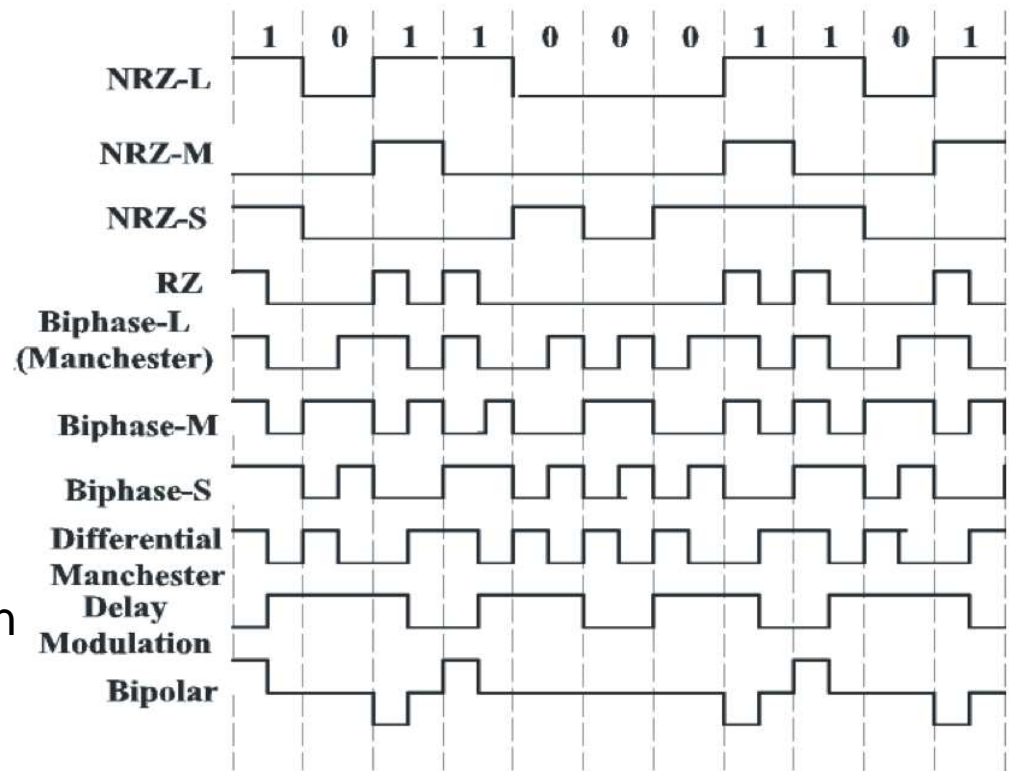
- pl. **Manchester kód** (Biphase Level)
 - 1 = magasról alacsonyra váltás az intervallum közepén
 - 0 = alacsonyról magasra váltás az intervallum közepén



- A szignál tartalmazza a szinkronizáláshoz szükséges információt

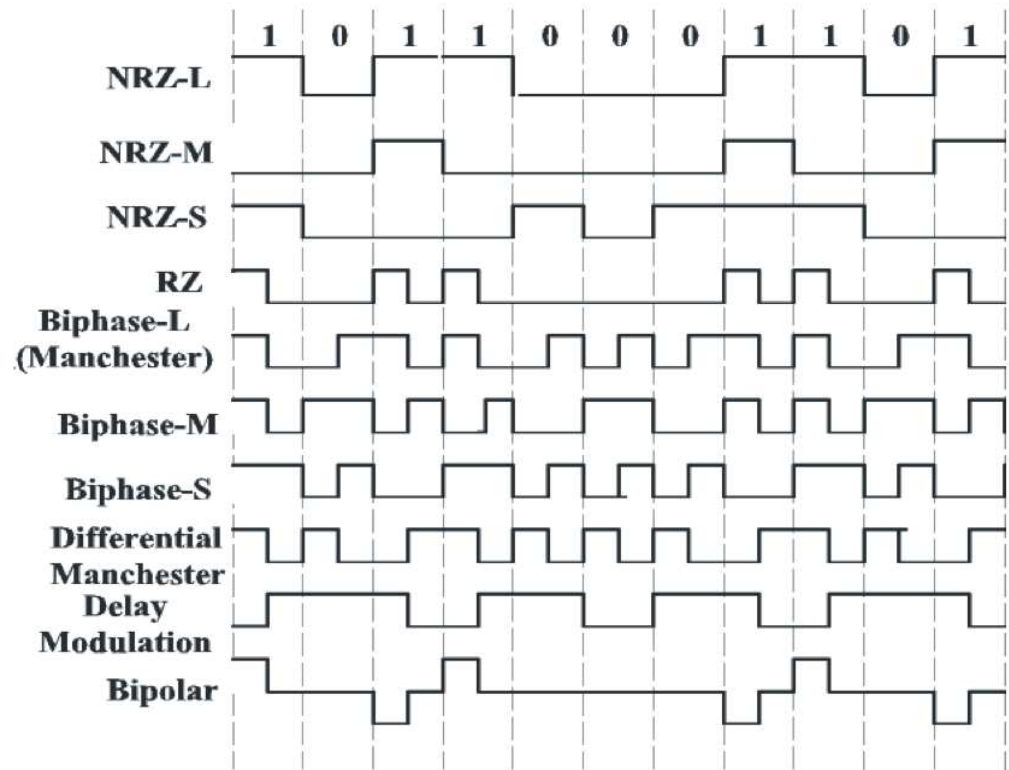
Digitális kódok

- Non-Return to Zero-Level (NRZ-L)
 - 1 = magas feszültség, 0 = alacsony
- Non-Return to Zero-Mark (NRZ-M)
 - 1 = váltás az intervallum elején
 - 0 = nincs váltás
- Non-Return to Zero-Space (NRZ-S)
 - 1 = nincs váltás az intervallum elején
 - 0 = váltás az intervallum elején
- Return to Zero (RZ)
 - 1 = négyszögimpulzus az interv. elején
 - 0 = nincs négyszögimpulzus
- Manchester Code (Biphase Level)
 - 1 = magasról alacsonyra váltás az intervallum közepén
 - 0 = alacsonyról magasra váltás



Digitális kódok

- Biphase-Mark
 - Minden intervallum elején váltás
 - 1 = még egy váltás az intervallum közepén
 - 0 = nincs váltás az intervallum közepén
- Biphase-Space
 - Minden intervallum elején váltás
 - 1/0 fordítva, mint a Biphase-Mark
- Differential Manchester-Code
 - Minden intervallum közepén váltás
 - 1 = nincs váltás az intervallum elején
 - 0 = váltás az intervallum elején
- Delay Modulation (Miller)
 - 1 = váltás az intervallum közepén
 - 0 = Váltás az intervallum végén, ha 0 következik, nincs váltás, ha 1 következik
- Bipolar
 - 1 = négyszögimpulzus az intervallum első felében, melynek iránya alternál (váltakozik)
 - 0 = nincs négyszögimpulzus



Feladat

- Mely kódok önütemezők?

