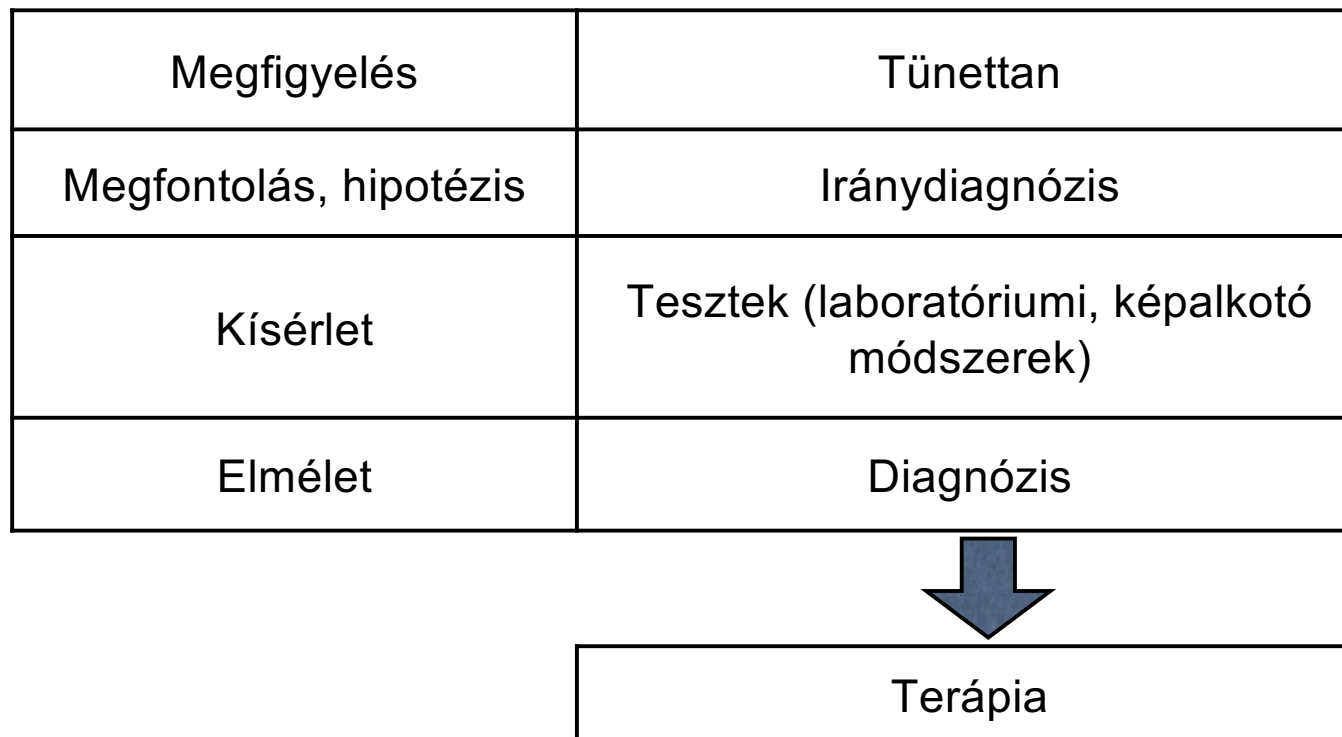


# JELFELDOLGOZÁS

KELLERMAYER MIKLÓS

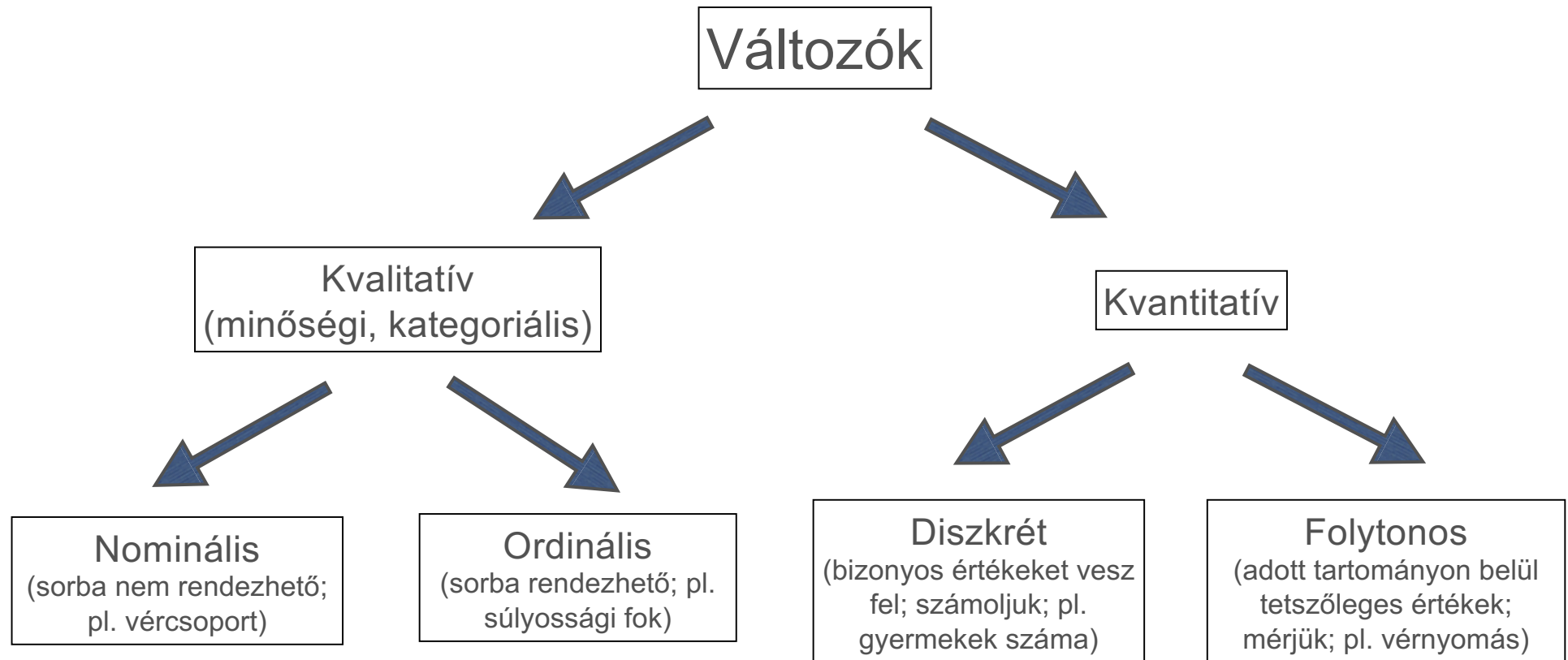
# Orvosi tevékenység döntések sorozata

A természettudós és a gondolkodó orvos logikája hasonló:



A döntésekhez **adatokat** veszünk figyelembe:  
adatgyűjtés, értékelés, differenciálás

# Az adatok valószínűségi változók értékei



A változó értékeiben véletlen ingadozás figyelhető meg.

# Az adatok különleges csoportja a testből származó jelek

**Jel:** olyan (fizikai) mennyiség, amely **információt** hordoz, továbbít vagy tárol

**Információ:** az a jelentés, ami hírt hordoz; olyan új ismeret, ami a bizonytalanságot (határozatlanságot) csökkenti.

Statisztikailag független esemény (pl. jel) **információtartalma:**

$$I(p) = \log_2 \left( \frac{1}{p} \right) = -\log_2(p)$$

$p$ : adott jel (esemény) bekövetkezési valószínűsége  
 $I(p)$  mértékegysége: **bit** vagy **sh** (shannon)

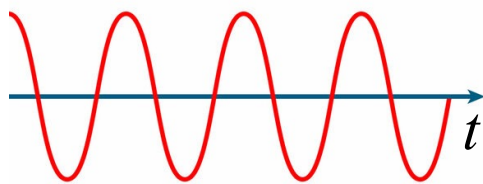


Claude Shannon  
(1916-2001)

# Jelek osztályozása

statikus	dinamikus (időben változó)
periodikus (kvázi periodikus)	nem-periodikus (aperiodikus)
véletlenszerű (sztochasztikus)	determinisztikus
impulzusszerű	folytonos
elektromos	nem elektromos
analóg	digitális

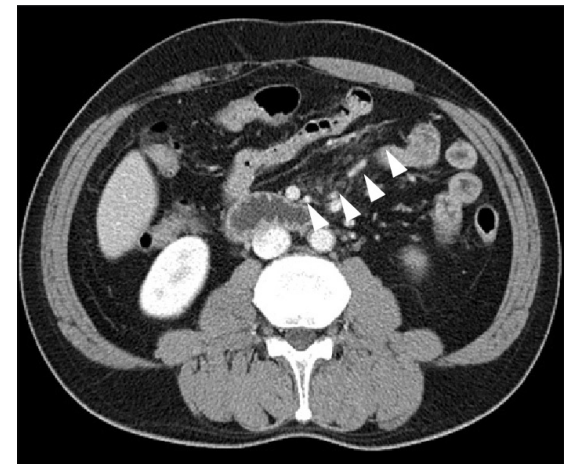
periodikus, folytonos



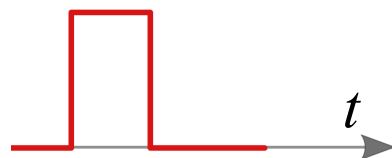
kvázi periodikus



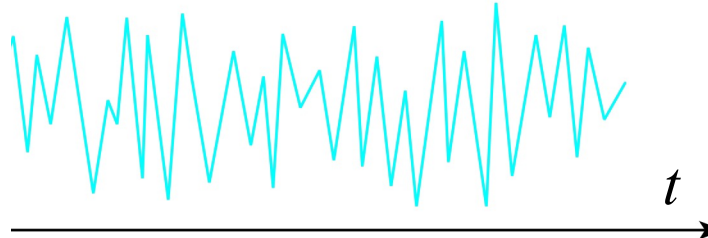
térben változó jel: kép



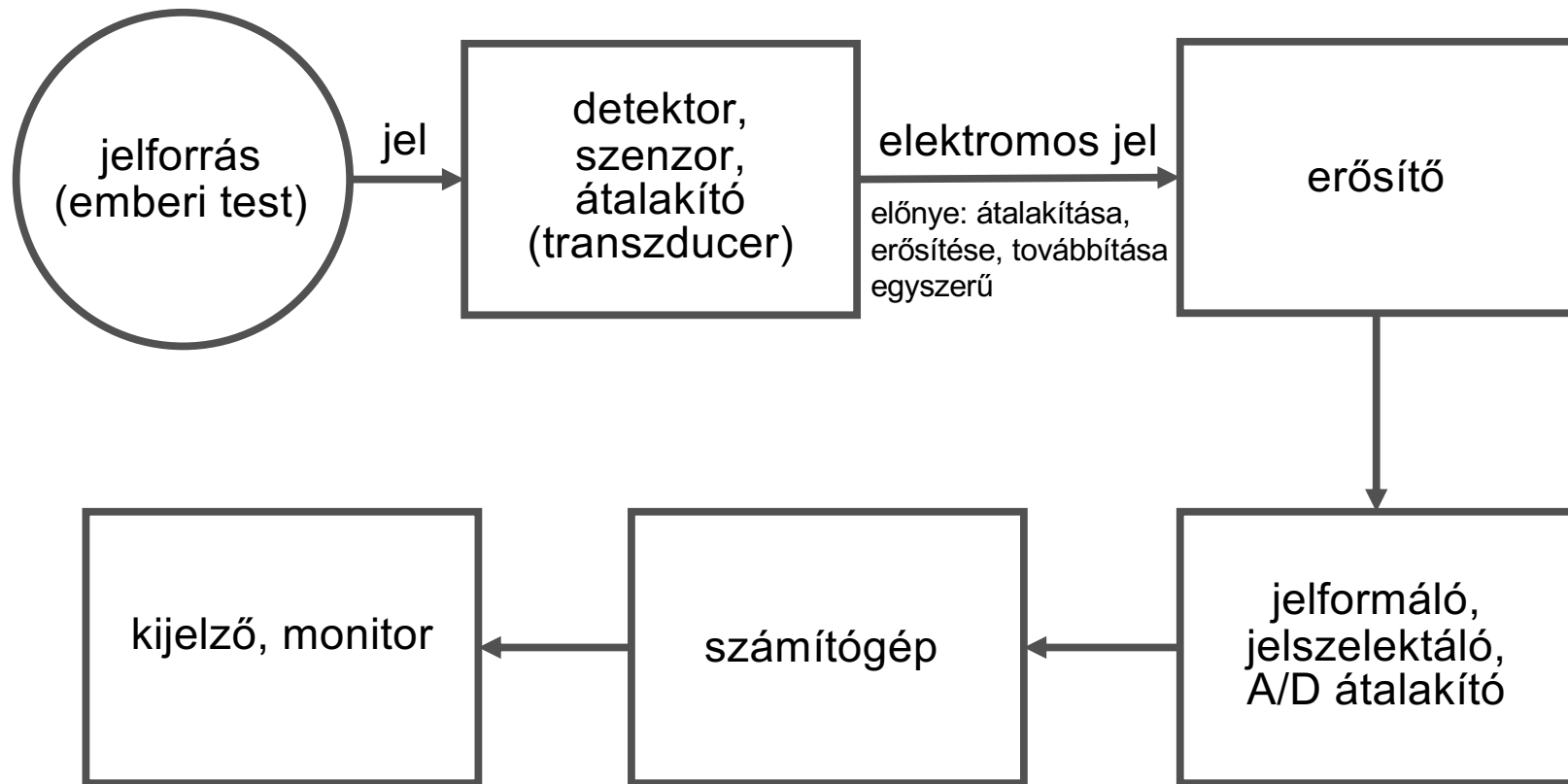
impulzus



sztochasztikus



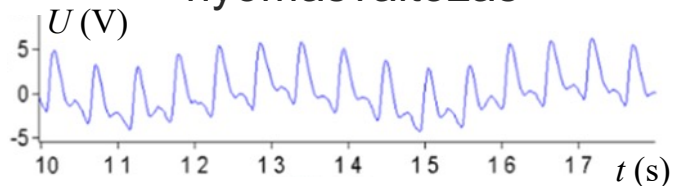
# A jelfeldolgozás folyamata



**Zaj** (haszontalan „jel”) változó mértékben a folyamat minden lépésénél jelentkezhetsz.

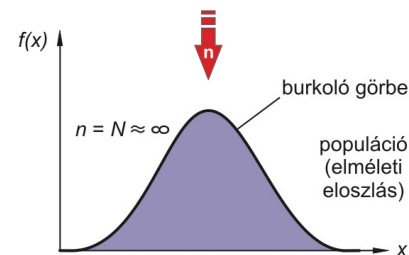
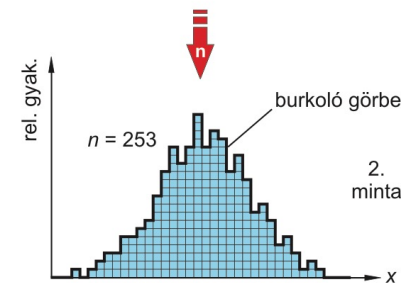
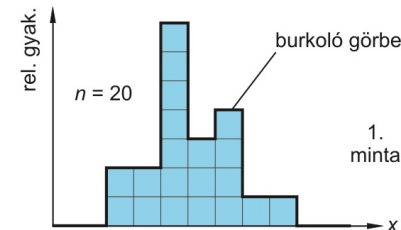
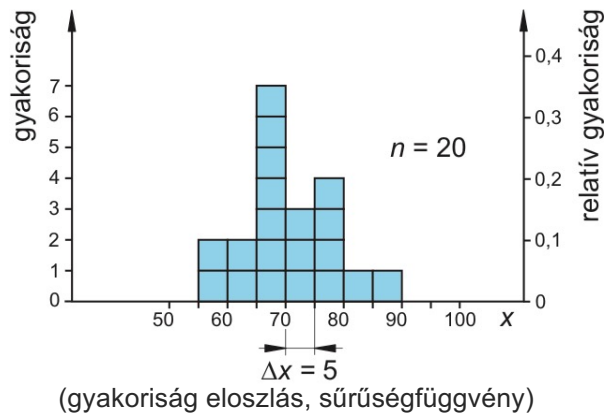
# Jelek leírása, összehasonlítása

**Jel:** pulzushullám, időfüggő arteriális nyomásváltozás



**Adat:** frekvencia, pulzusszám (bpm)

**Hisztogram:** osztályokba rendezett gyakoriság/relatív gyakoriság



A minta-elemszám ( $n$ ) növelésével az elméleti sokaság (populáció) tulajdonságait közelítjük.

Fontos paraméterek:

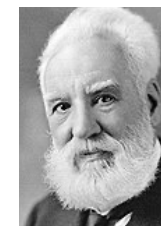
- középérték
- szórás

Jelnagyság  
összehasonlítása:  
**bel skála**

$$n = \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ B} = \lg \frac{J_2}{J_1} \text{ B} = \lg \frac{E_2}{E_1} \text{ B}$$

teljesítmény    intenzitás    energia

**decibel skála**  $n = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ dB}$

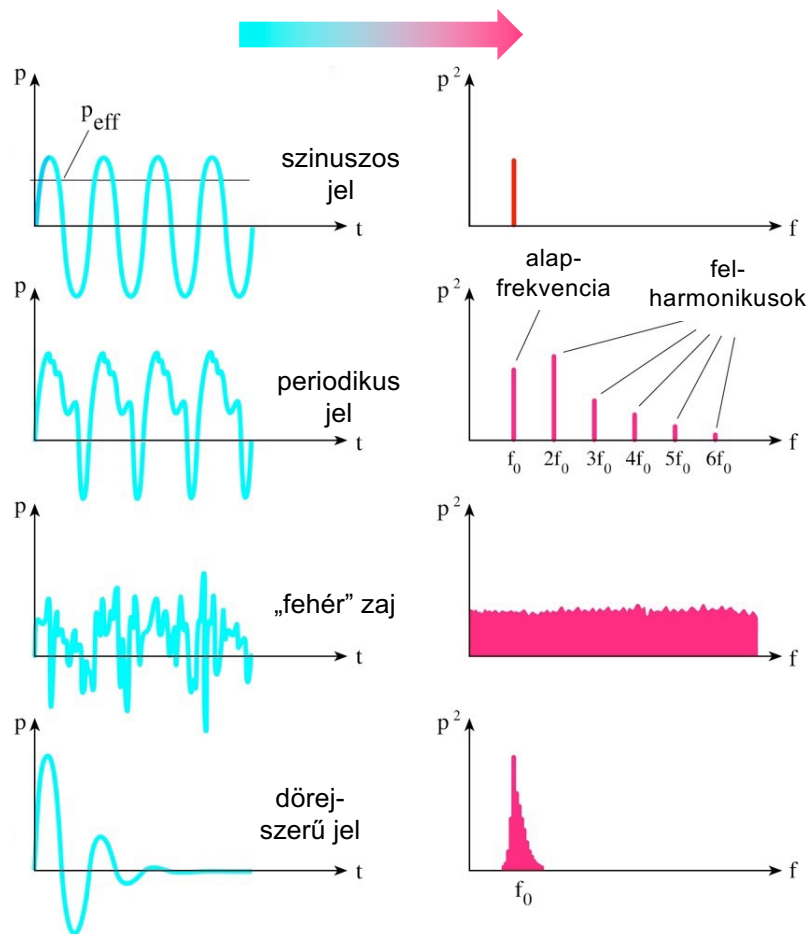


Alexander  
Graham Bell  
(1847-1922)

# Jelek frekvencia analízise

Fourier-tétel: bármely jel felbontható sinus és cosinus függvények összegére  
(periodikus jel esetén alap frekvencia + felharmonikusok)

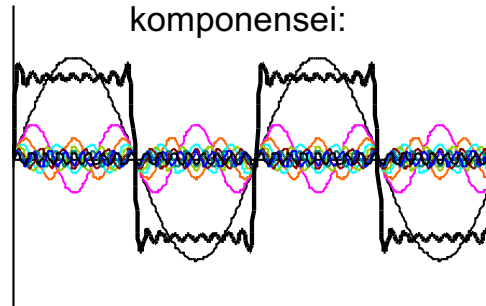
## Fourier analízis



Fourier analízis folyamata:

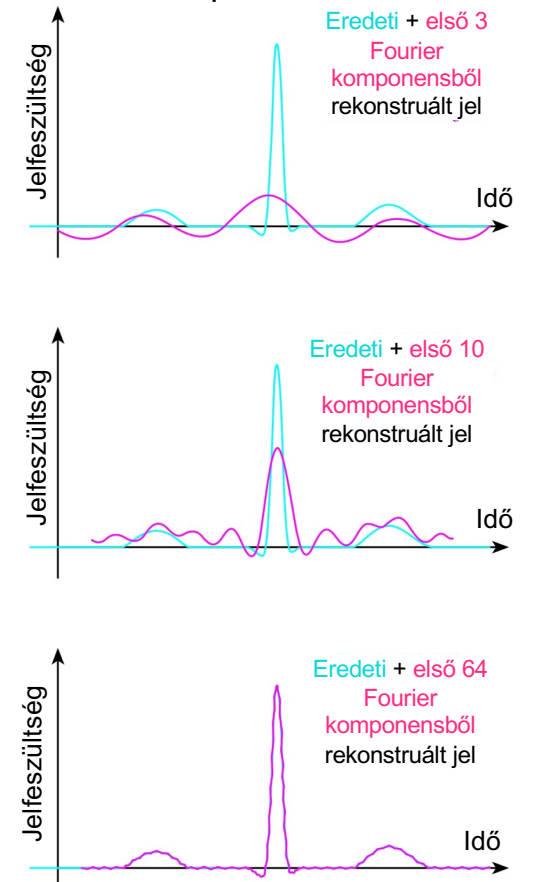


Négyszögjel és Fourier komponensei:

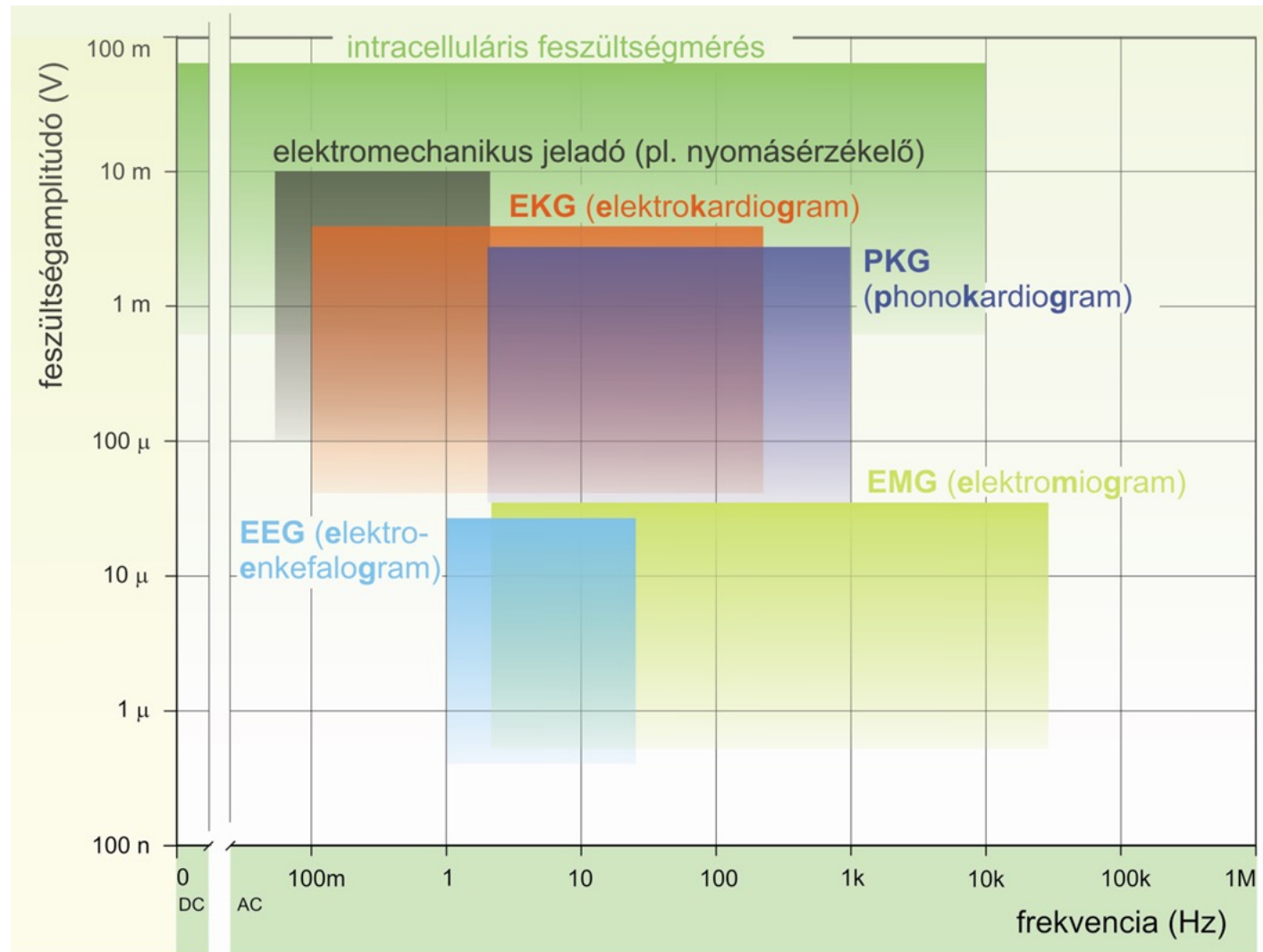


## Fourier szintézis

EKG jel előállítása Fourier komponensekből

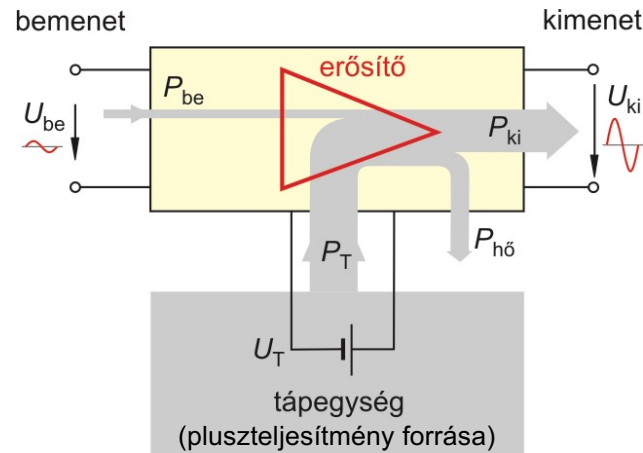


# Orvosilag fontos jelek frekvencia és amplitúdó viszonyai



# Jelerősítés

**Erősítő:** a bemenő jel teljesítményét megnöveli



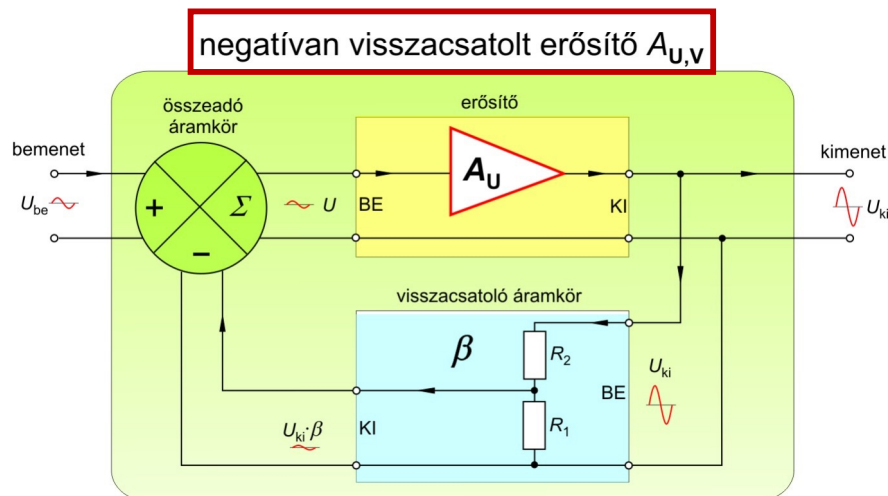
Az erősítés jellemzői

Feszültségerősítés  $A_U = \frac{U_{ki}}{U_{be}}$

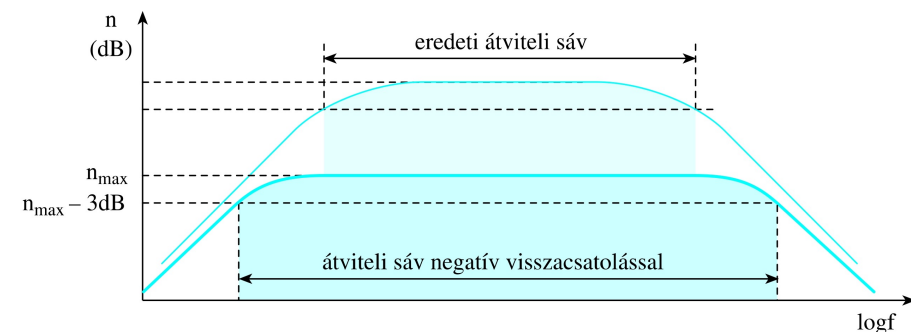
Teljesítményerősítés  $A_P = \frac{P_{ki}}{P_{be}}$

Erősítésszint  $n = 10 \lg A_P = 20 \lg A_U$

**Erősítő szempontjai:** erősítés, torzítás, frekvencia-átviteli sáv

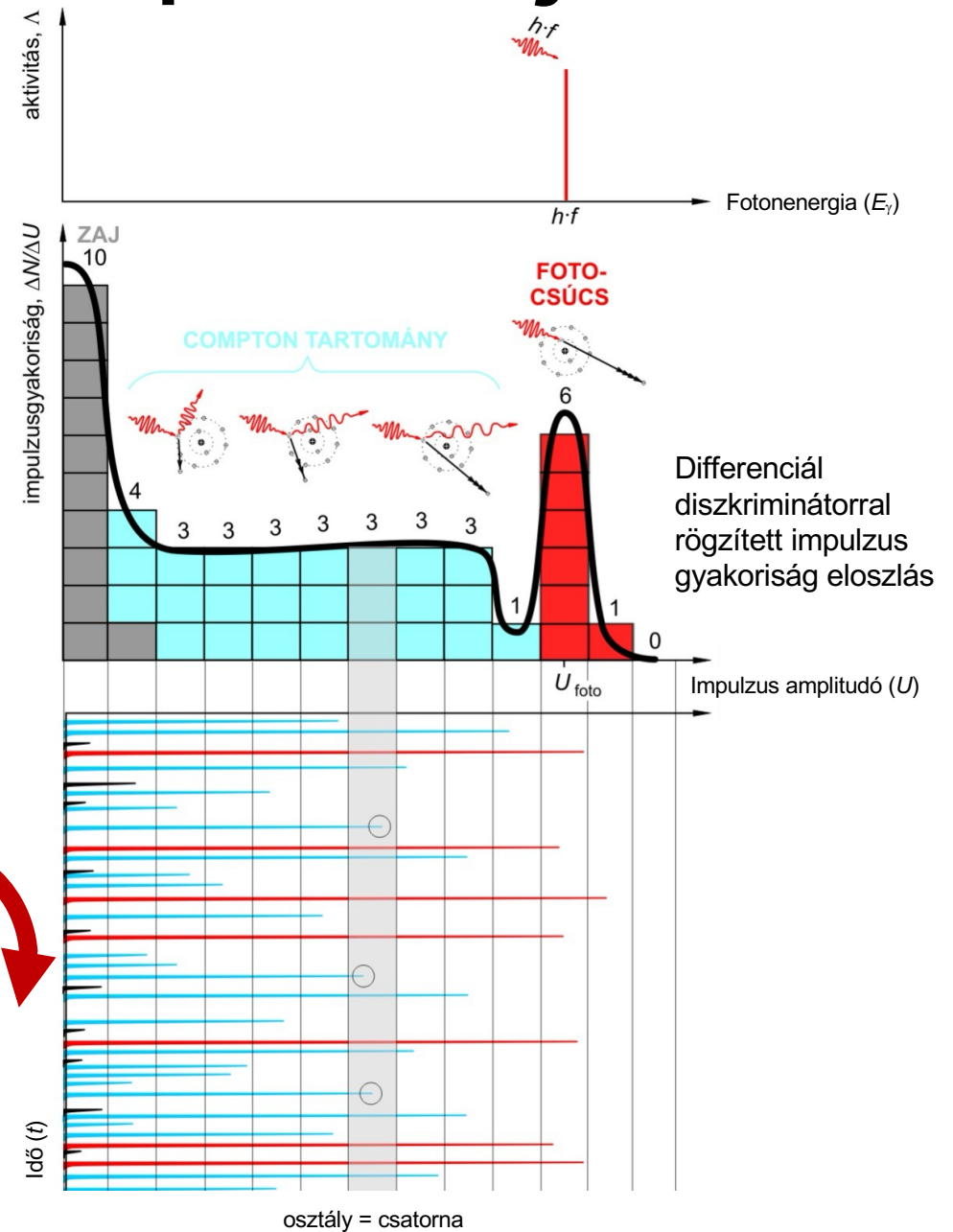
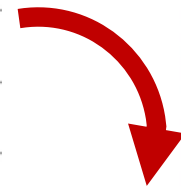
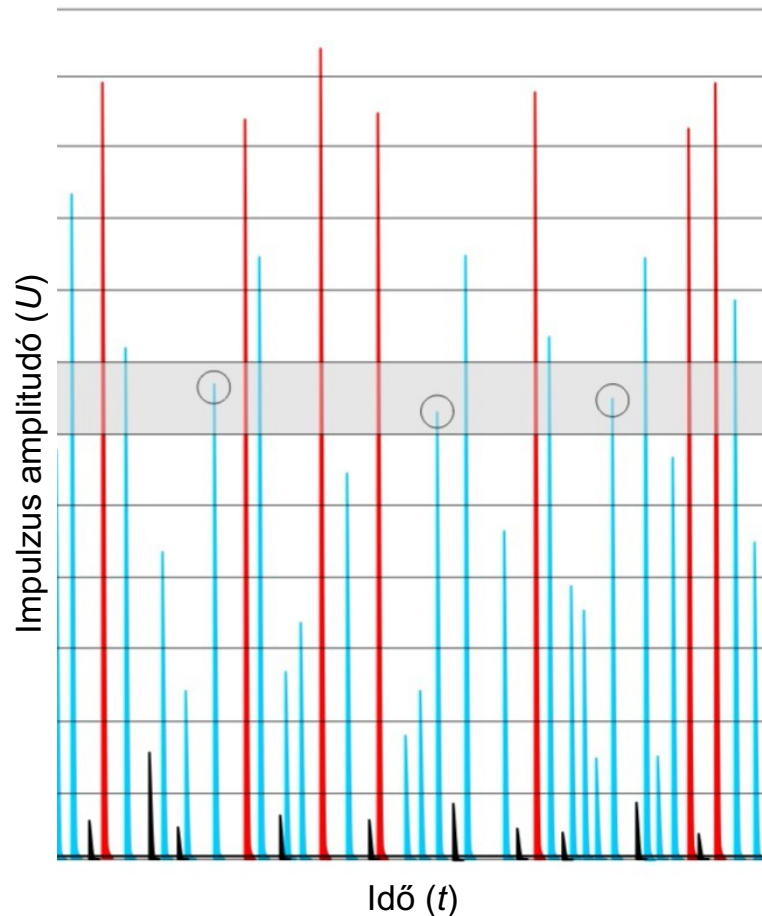


Feszültségerősítés  $A_{U,V} = \frac{A_U}{1 + \beta A_U}$



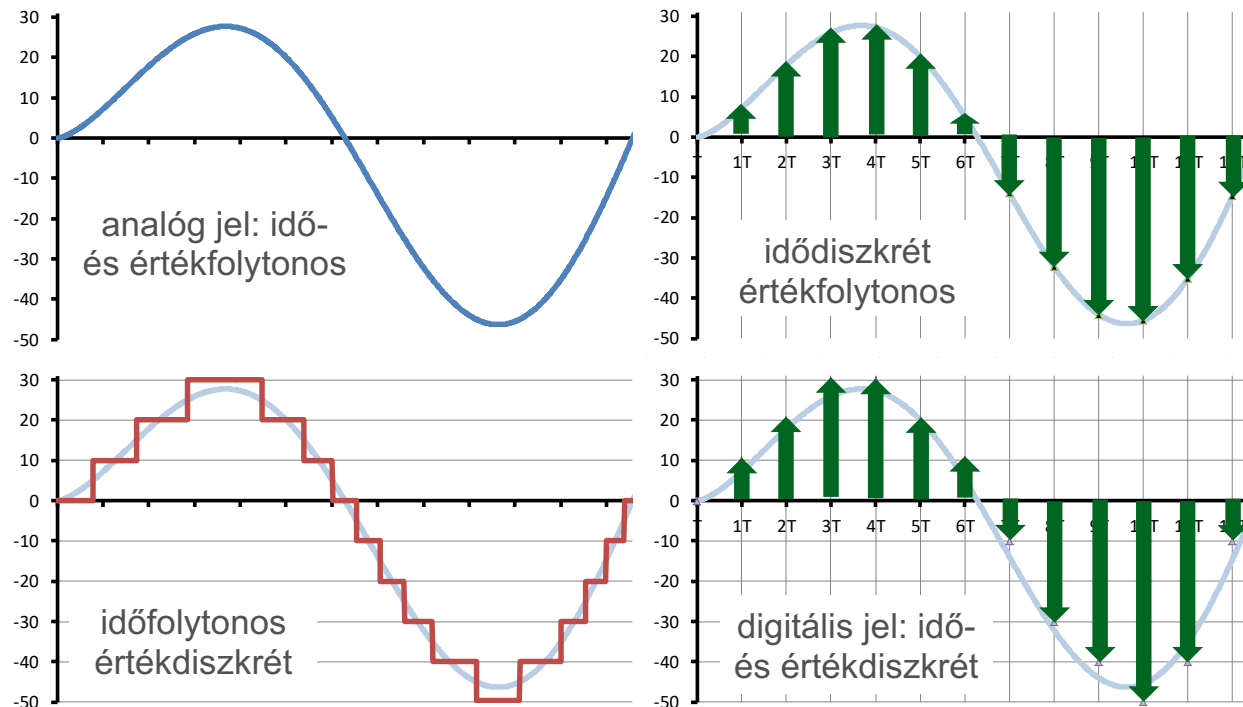
# Jelanalízis - impulzusjelek

## Differenciál diszkriminátor (DD)

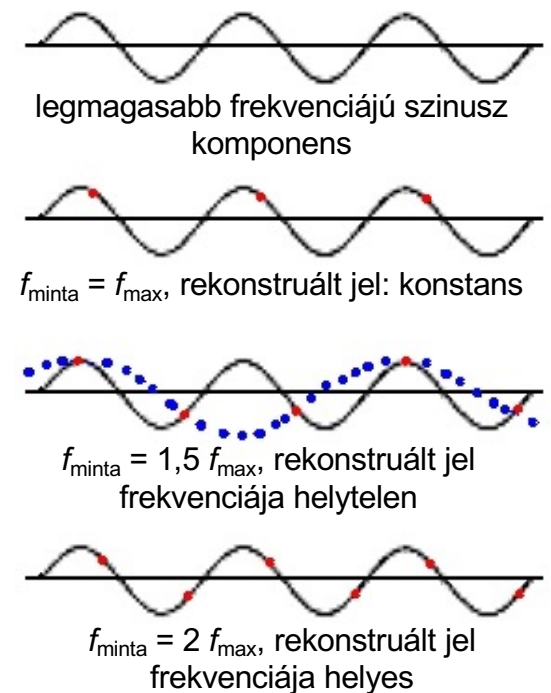


# Jelek digitalizálása

Digitális jel előnyei: egyszerű tárolás és továbbítás, zaj szerepe csökkenthető



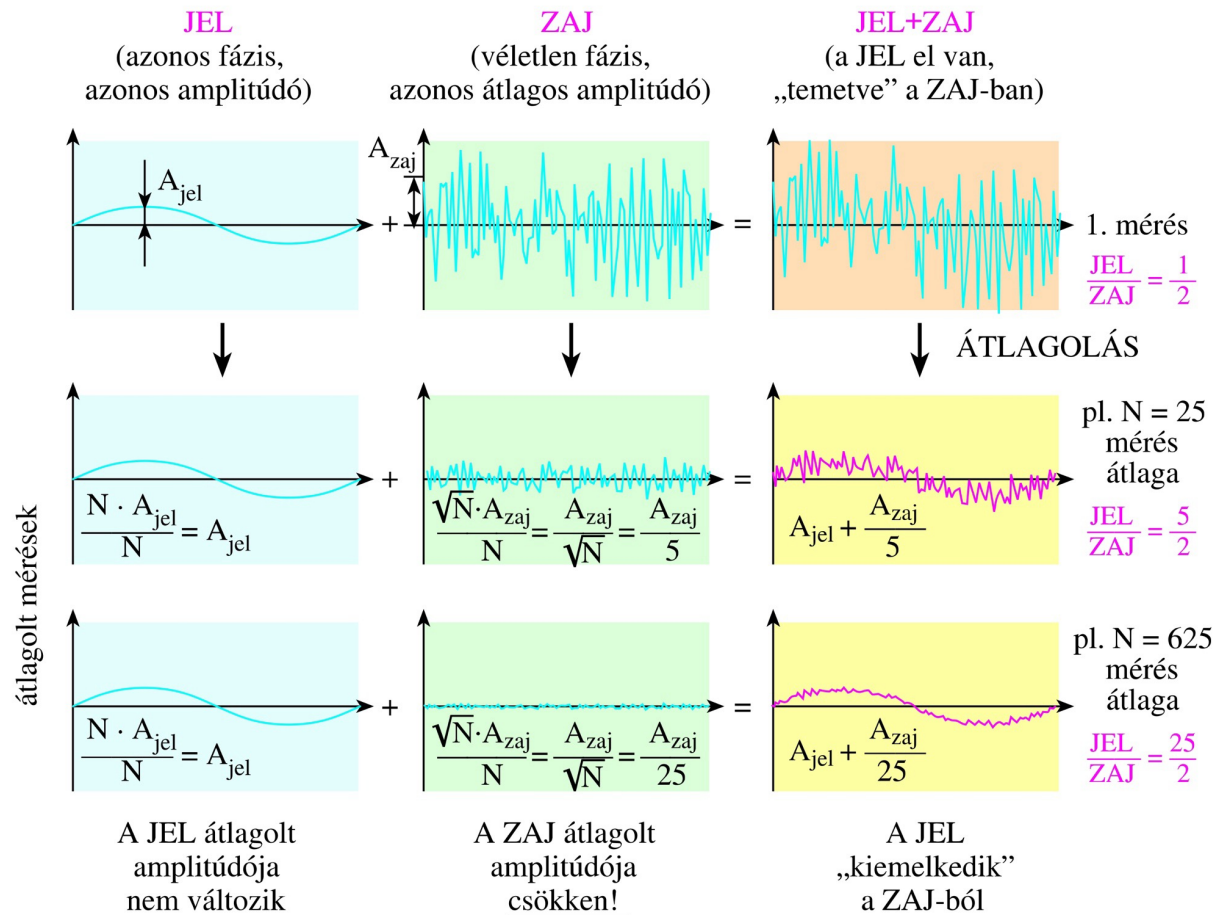
Digitalizálás problémája:



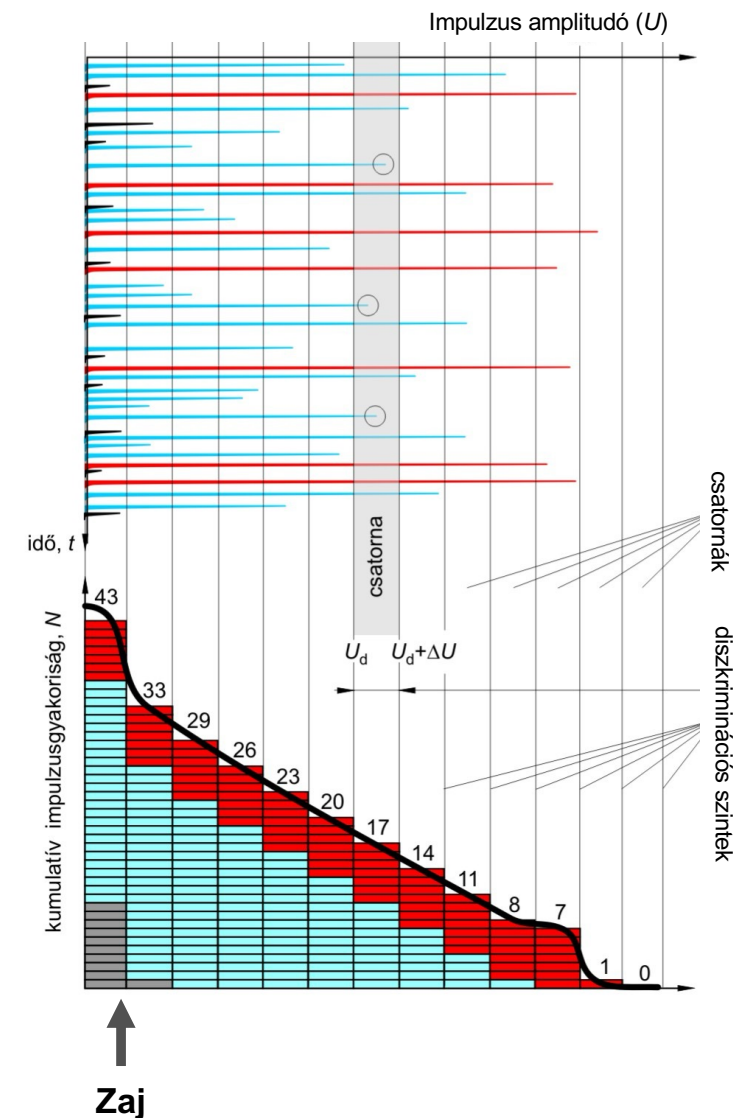
**Shannon-Nyquist-tétel:** a minimális mintavételezési frekvencia legalább kétszer akora kell legyen, mint a jelben előforduló maximális frekvencia.

# Zajcsökkentés I.

## Átlagolás



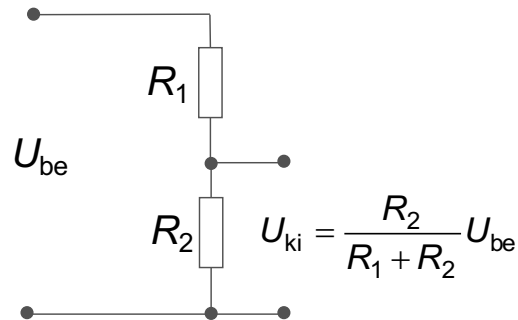
## Integráldiszkriminátor



# Zajcsökkentés II.

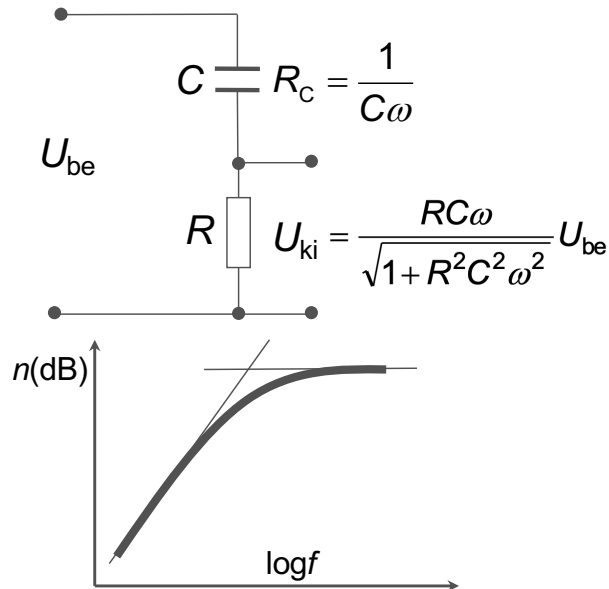
## Frekvenciaszelektív jelátvitel/erősítés

### Feszültségosztó

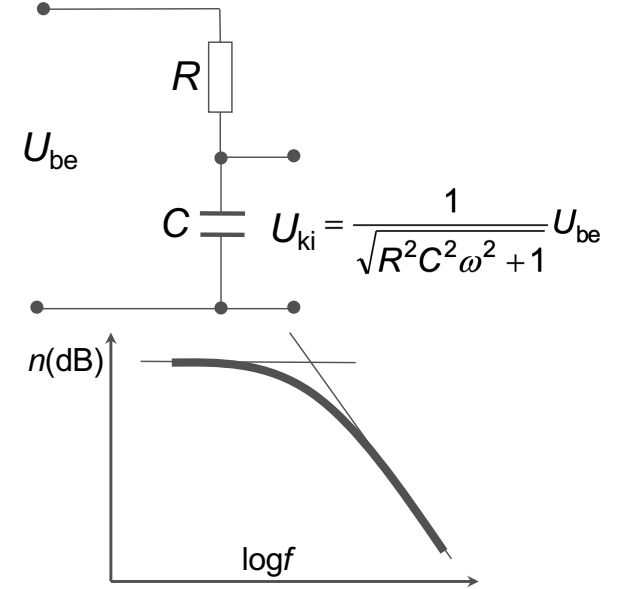


Torzításmentes,  
frekvenciafüggetlen  
jelátvitel

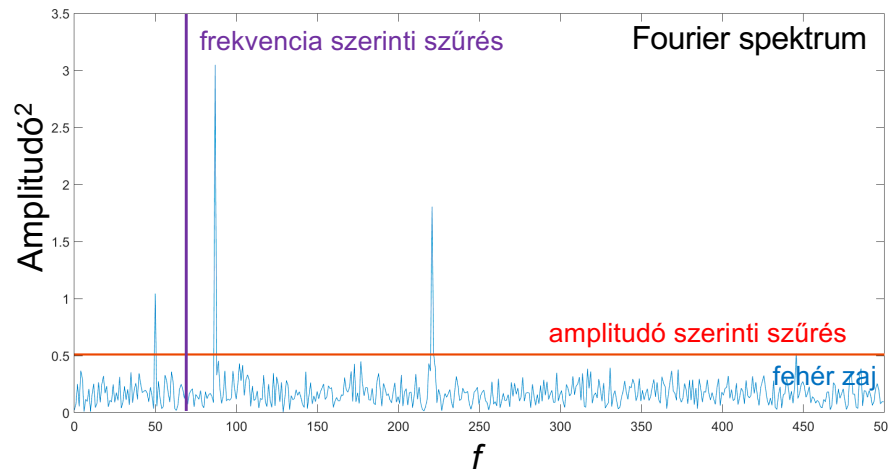
### Felüláteresztő szűrő (high-pass filter)



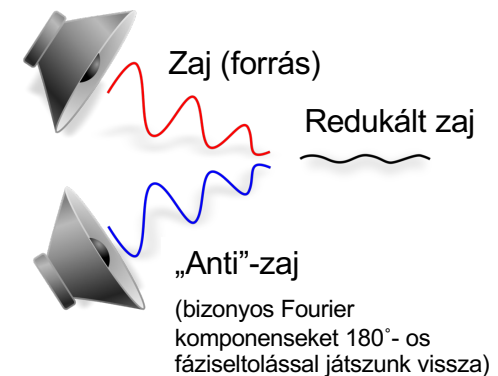
### Aluláteresztő szűrő (low-pass filter)



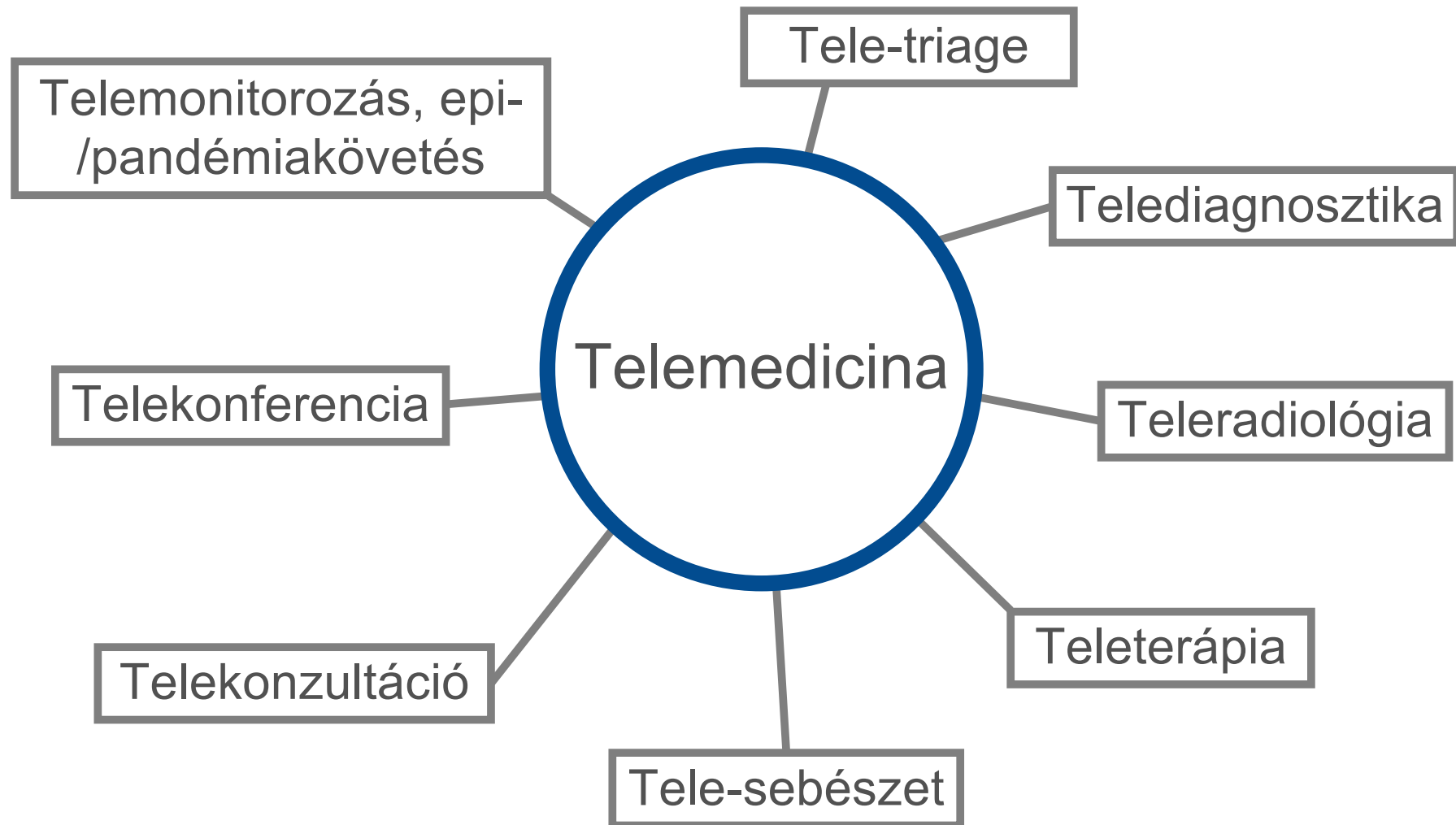
### Fourier analízis alapú zajszűrés



### Aktív zajszűrés



# Orvosi jelek felhőalapú tárolása, továbbítása: telemedicina



# OMHV



<https://feedback.semmelweis.hu/feedback/pre-show-qr.php?type=feedback&qr=ID6EQ83DYNHVHYEB>