



Mintavételezés és AD átalakítók

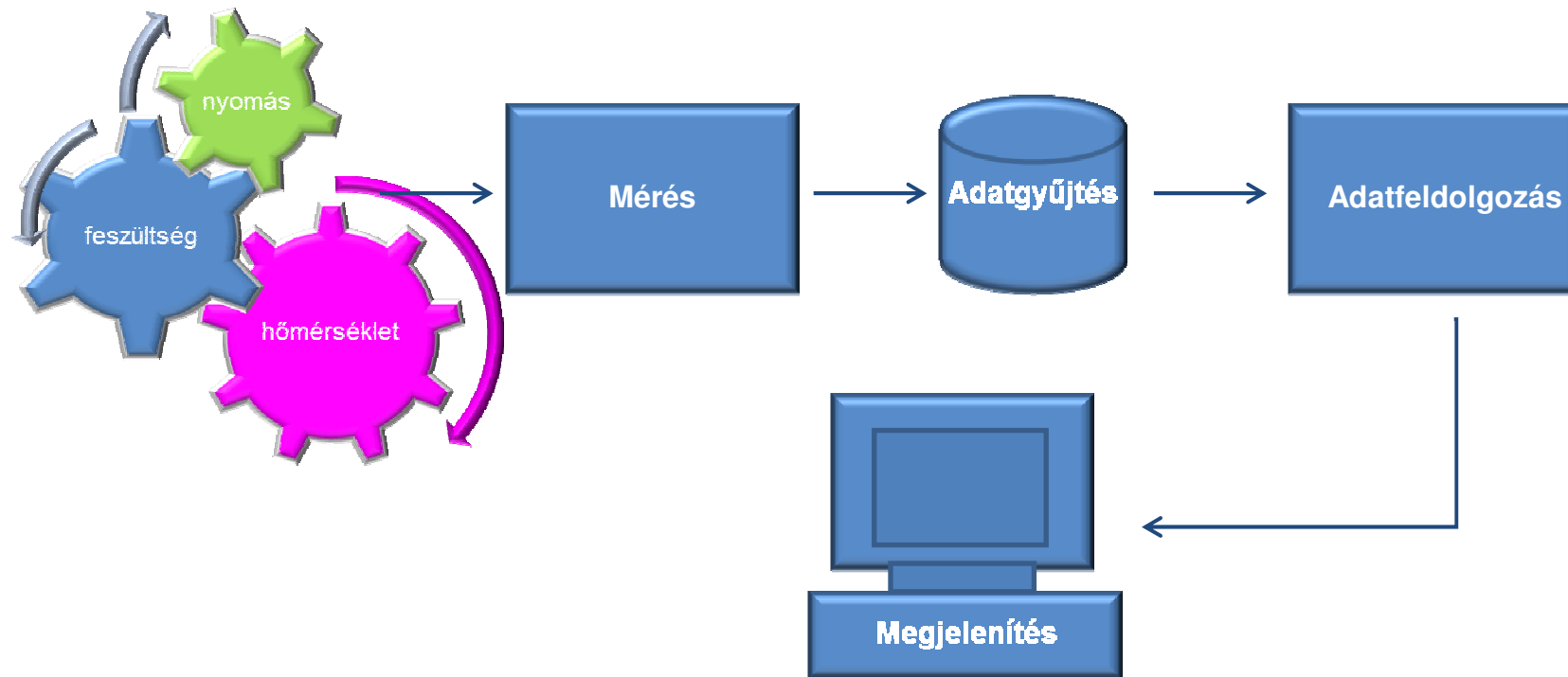
HORVÁTH ESZTER



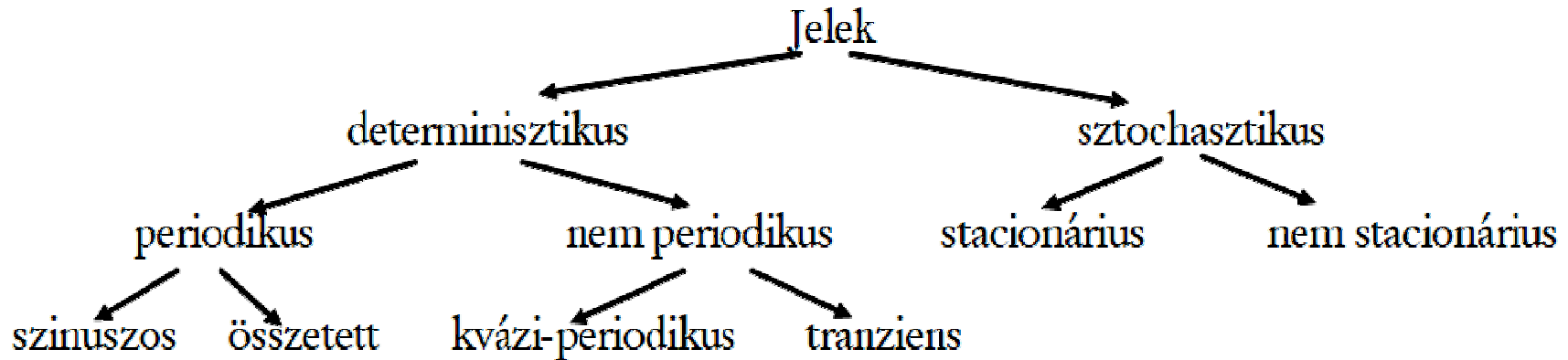
BUDAPEST MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
JÁRMŰELEMÉK ÉS JÁRMŰ-SZERKEZETANALÍZIS TANSZÉK

ÉRZÉKELÉS FOLYAMATA

Az érzékelés, jelfeldolgozás általános folyamata



A JELEK CSOPORTOSÍTÁSA



- **Determinisztikus**: matematikai kifejezésekkel leírható és matematikai összefüggésekkel kezelhető
- **Sztochasztikus**: matematikai módszerekkel csak részlegesen kezelhető, statisztikai jellemzőkkel vázolható
- **Periodikus**: T periódusidő szerint ismétlődik, Fourier sorba fejthető (szinusz és koszinusz függvények segítségével felírható)
- **Kvázi-periodikus**: tartalmaz periodikus összetevőket
- **Tranziens**: egyszeri, nem periodikus folyamat, melynek energiája véges

JELEK OSZTÁLYOZÁSA FOLYTONOSSÁGUK SZERINT

Analóg jel: analógnak nevezzük azt a jelet, amely értelmezési tartománya és értékkészlete is folytonos, a jel minden időpillanatra értelmezett.

Amplitúdóban diszkrét jel: az értelmezési tartománya folytonos, de értékkészlete diszkrét. Tetszőleges helyen lehet értéke, de ez az érték csak megadott lehet.

Mintavételezett jel: a jel értelmezési tartománya diszkrét, értékkészlete folytonos. A jel csak adott időpillanatokra értelmezett, ott viszont tetszőleges értékeket felvehet.

Digitális jel: mind értelmezési tartományában, mind pedig értékkészletében diszkrét. A digitális jeleket általában bináris formában tárolják.

JELÁTALAKÍTÁS

Analóg-digitál átalakító (AD konverter, ADC):

Olyan áramkör, amely egy analóg (vagyis nagyságában folytonos) elektromos mennyiséget - áramerősséget vagy feszültséget - digitalizál, vagyis nagyságát egy számmal fejezi ki.

Digitál-analóg átalakító (DA konverter, DAC):

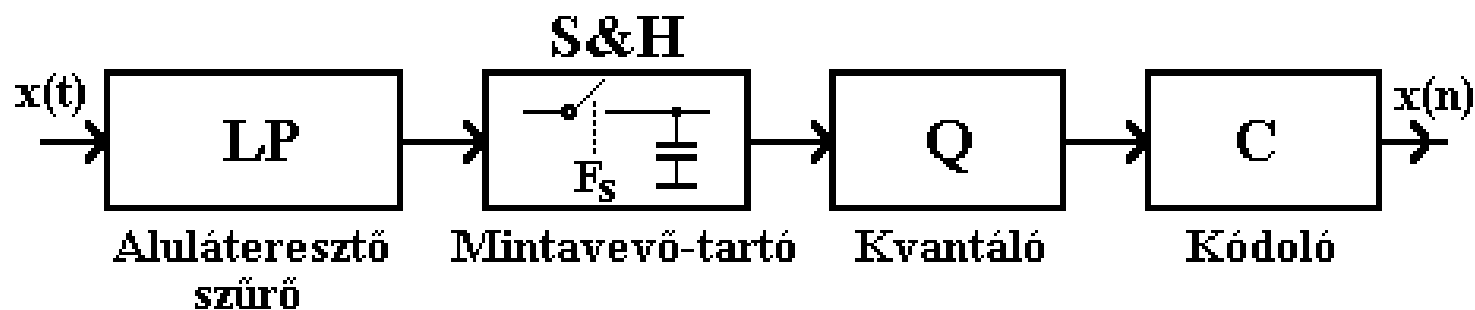
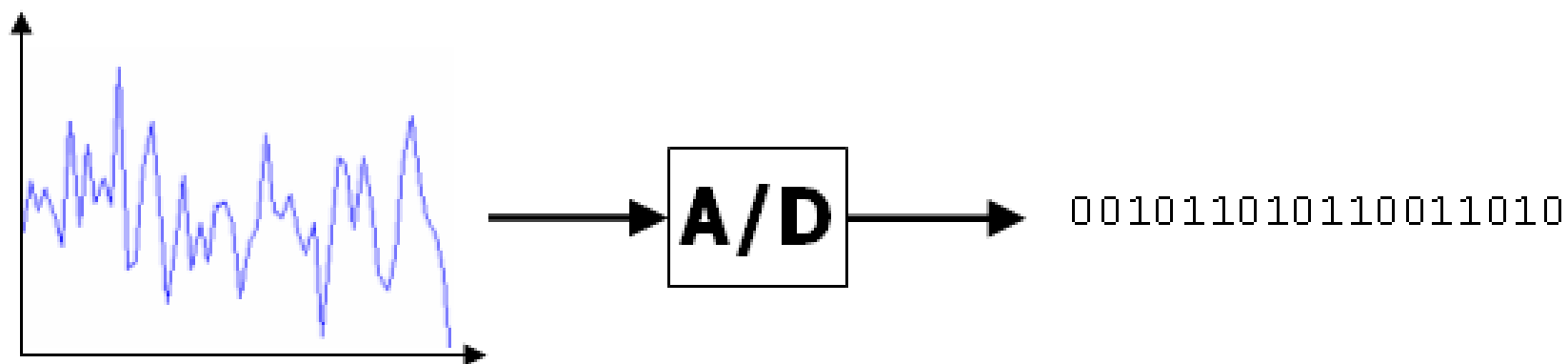
Digitális jelből a digitális jelet képviselő analóg jelet előállító elektronikus áramkör. A digitális jel adott idő alatt beérkező impulzusszám vagy kódolt jelsorozat lehet. Az analóg jel rendszerint feszültség.

A/D ÁTALAKÍTÁS

Az analóg-digitális átalakítás általában a következő lépéseket tartalmazza:

- Egyéb fizikai jelek átalakítása elektromos jellé (szenzorok)
- Analóg jel kondicionálása
- Analóg jel mintavételezése
- Minták kvantálása
- Kódolás

A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI

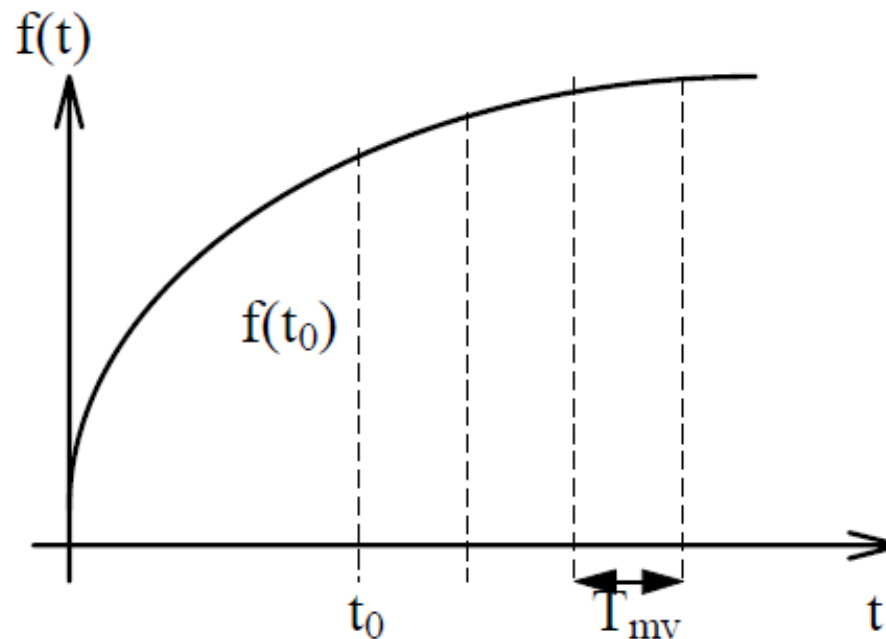


JELKONDITIONÁLÁS (ELŐSZŪRÉS)

- A jel erősítése, csillapítása
- Analóg szűrés a jel sáv szélességének korlátozásához
- A járulékos zaj spektrumának limitálása (nagyfrekvenciás jelek kiszűrése)
- A hasznos jeltartományba eső zaj energiájának csökkentése

MINTAVÉTELEZÉS ÉS TARTÁS (SAMPLE & HOLD)

Mintavételezésnek nevezzük, ha egy folyamatos analóg jelből egy adott t_0 időpillanatban vagy meghatározott időközönként (T_{mv}) mintát veszünk.

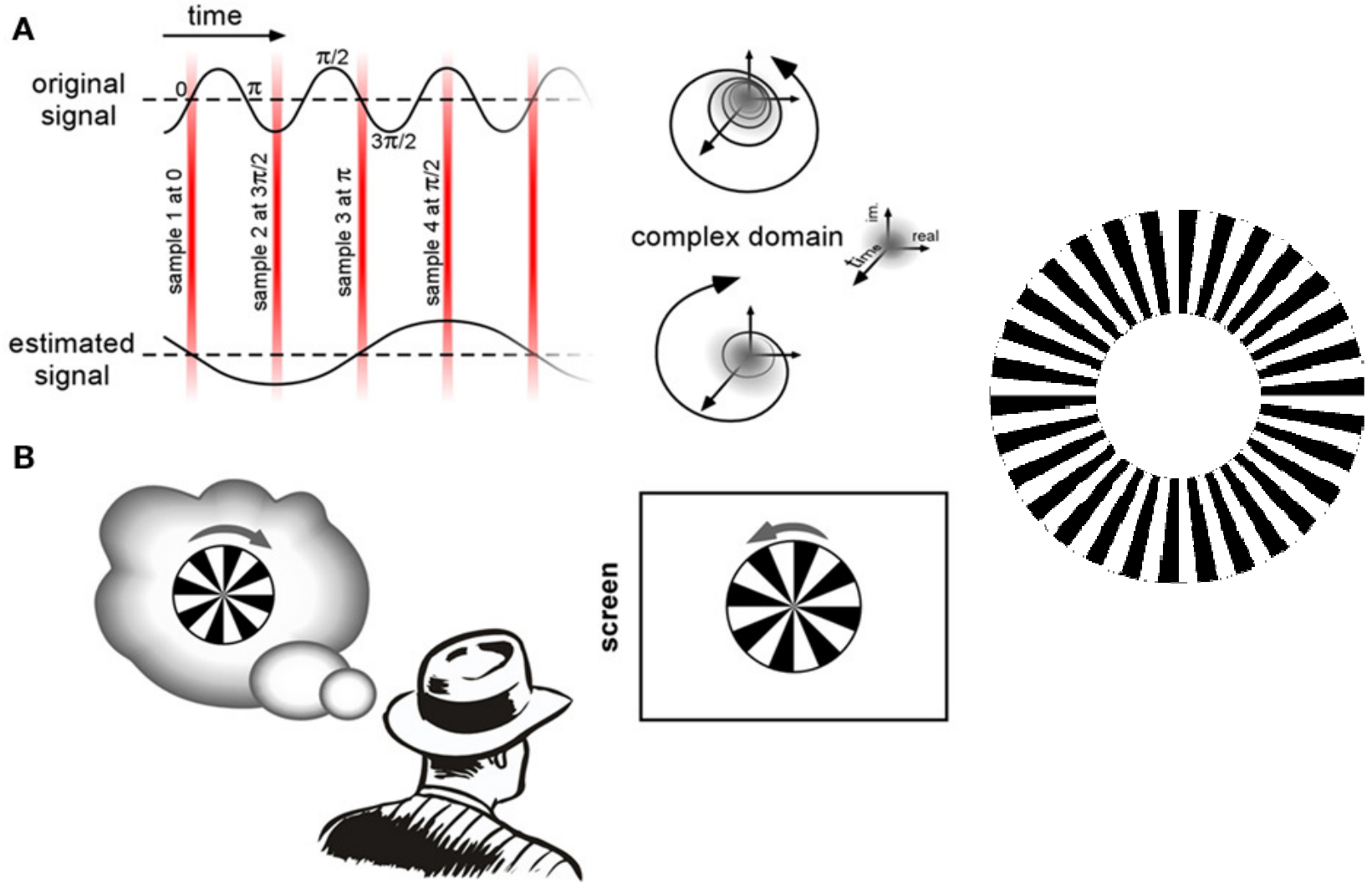


MINTAVÉTELEZÉS

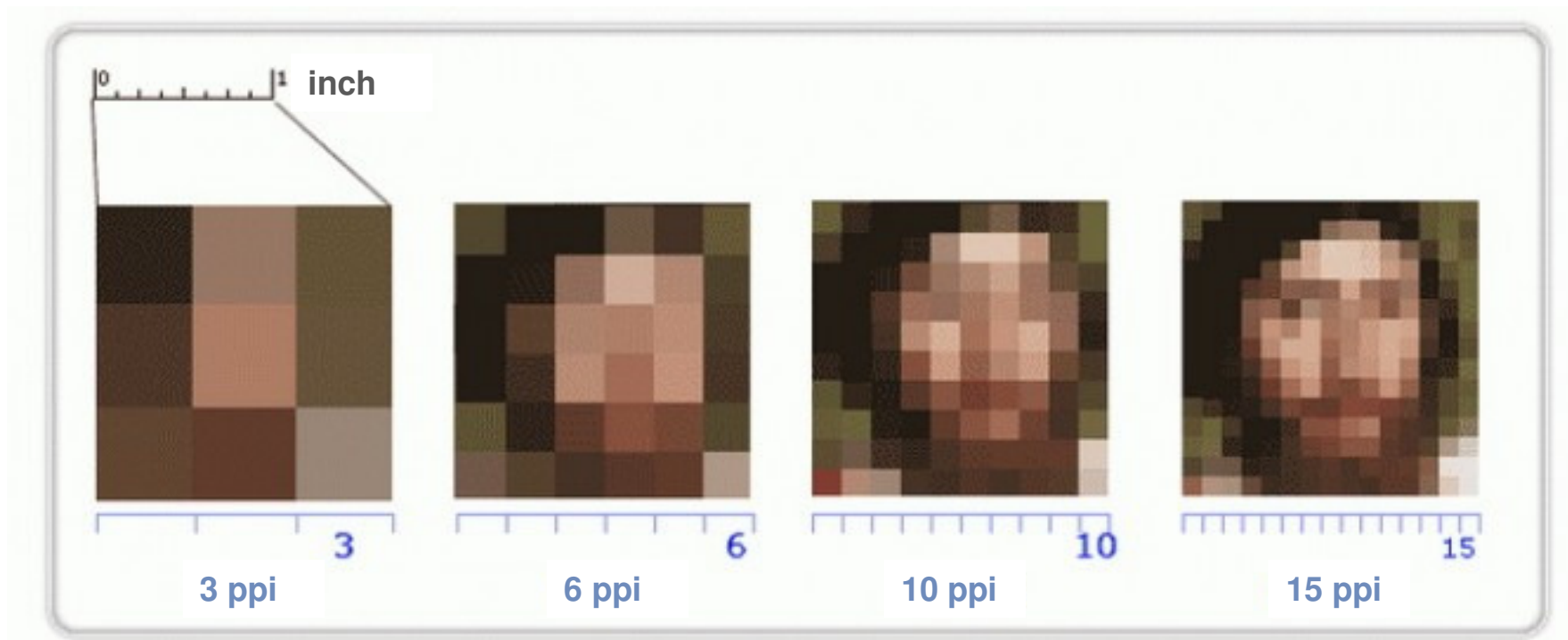
A mintavételezés: egy folytonos jel átalakítása oly módon, hogy a jelből egy adott pillanatban (vagy akár bizonyos időközönként) mintát veszünk és ezzel a mintával, vagy mintasorozattal reprezentáljuk a vizsgált jelet.



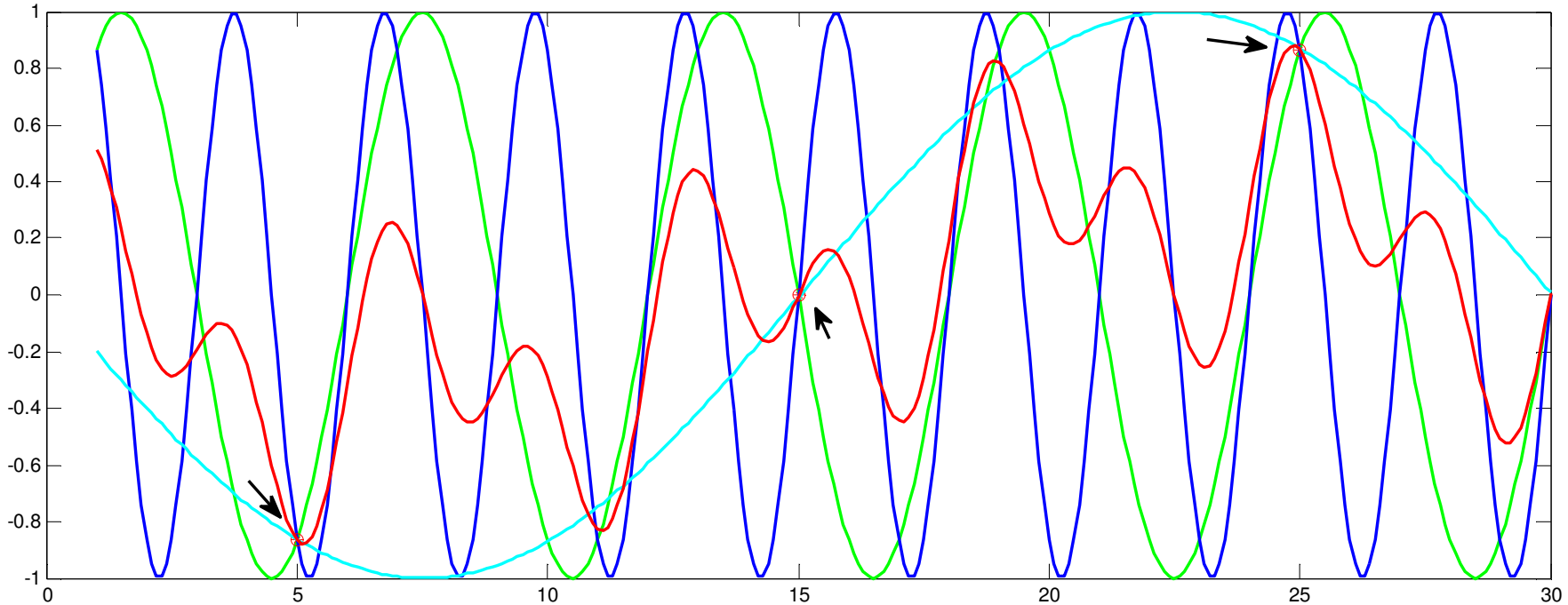
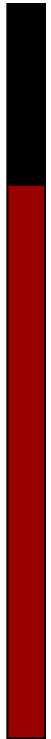
MINTAVÉTELEZÉS



MINTAVÉTELEZÉS A TÉRBEN

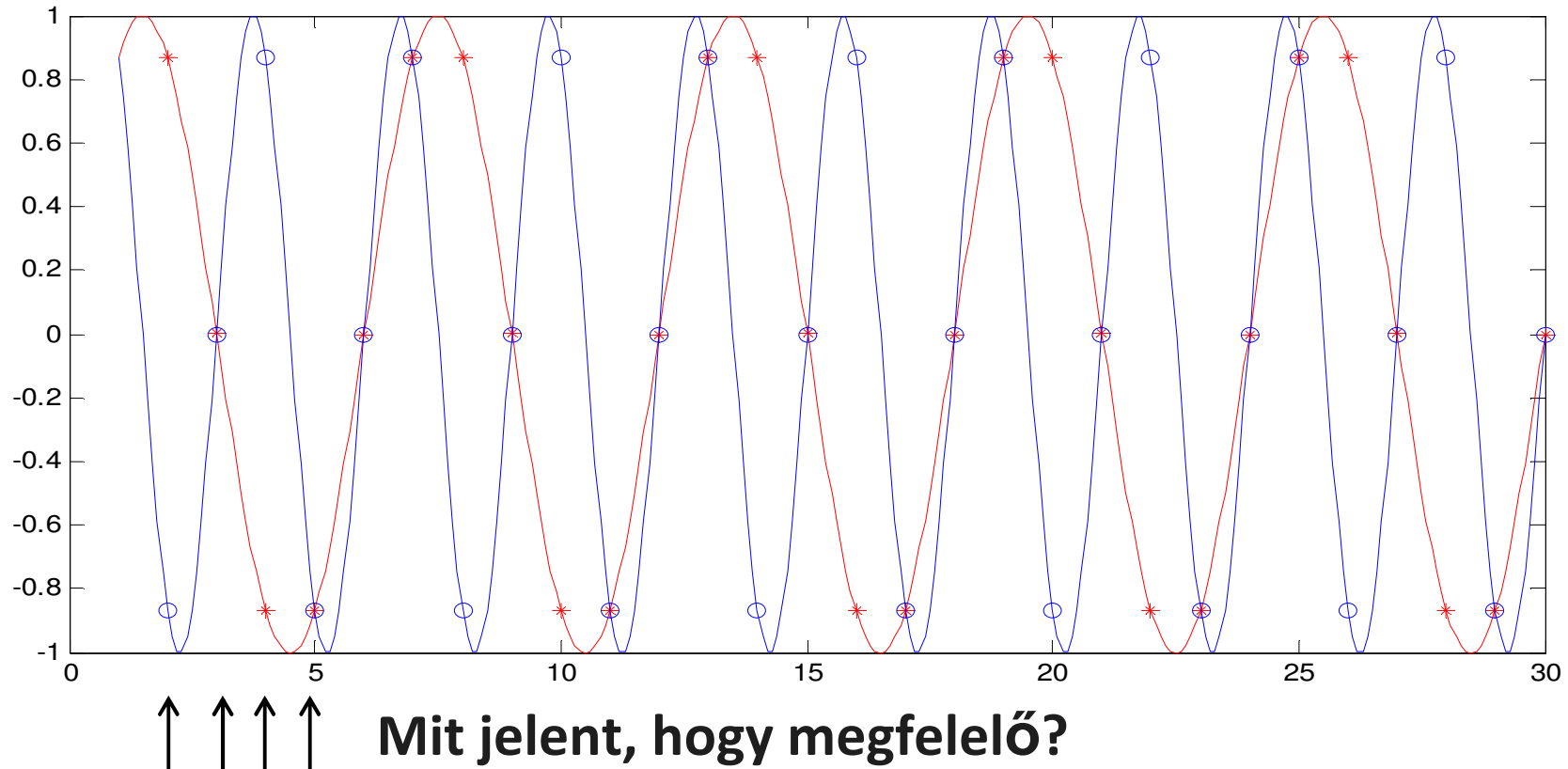


HA TÚL RITKA A MINTAVÉTEL...



A felvett 3 pontból nem mondható meg, hogy a három közül melyik szinuszból vettük a mintát, esetleg valamilyen egy összetett jelből...

HA MEGFELELŐ A MINTAVÉTEL SŰRŰSÉGE



Ehhez a két szinuszhoz (a nagyobb frekvenciájúhoz)!

NYQUIST-SHANNON-FÉLE MINTAVÉTELI TÖRVÉNY

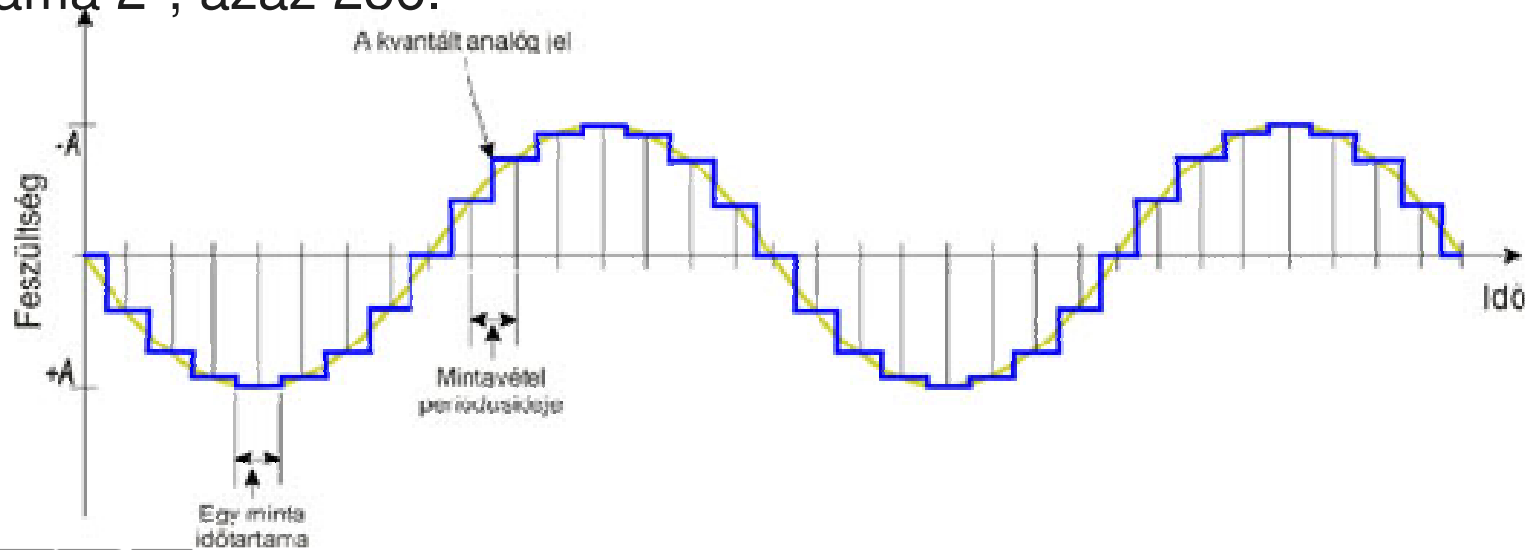
Egy jelből olyan gyakorisággal kell mintát venni, hogy az eredeti jel reprodukálható legyen, vagyis mintavételi frekvenciát úgy kell megválasztani, hogy az nagyobb legyen, mint a mintavételezett analóg jel legnagyobb frekvenciájú összetevőjének a kétszerese.

$$f_{mv} > 2 \cdot (f_{jel})_{\max}$$

Azaz a jel akkor állítható helyre a vett mintákból, ha a legkisebb periódusidejű szinuszos komponenséből is legalább periódusonként két mintát veszünk.

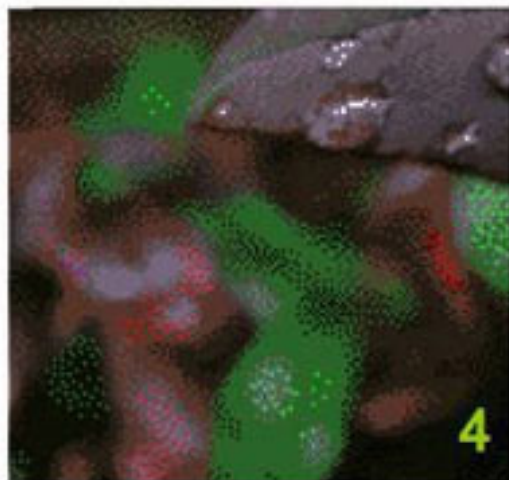
KVANTÁLÁS

A kvantálás során az analóg jel jeltartományán belül jelszinteket állapítunk meg. Az analóg jel értékeit mindig a legközelebbi ilyen értékre kerekítjük. Így a megállapított érték ennek során csökken, vagy növekszik, azaz a kvantálással az eredeti jelhez zajt adunk. A kvantált jel nem hordoz információt arról, hogy ez a hozzáadott zaj mekkora volt. A kvantumok száma meghatározza az átalakító kvantálási pontosságát. A kvantumok számát 2 hatványaként adják meg. Például egy 8 bites átalakító azt jelenti, hogy a kvantumok száma 2^8 , azaz 256.



KVANTÁLÁS

Színmélység változtatásának hatása



KÓDOLÁS ÉS ADATFELDOLGOZÁS

Kódolás:

A kódolás célja a számítógépes tárolás, rögzítés. A mintavételezett és kvantált jelet binárisra alakítani kódolással lehet megtenni: a kódoló egységgel a kvantálással kapott értékekhez bináris jelsorozatot rendelünk.

Adat:

Az információtartalom egysége a bit. Ha az információ tartalom igen vagy nem állapottal jellemezhető, akkor annak tartalma éppen egy bit (értéke 0 vagy 1). Az információt hordozó jelek esetében ennek többszörösét használják.

A/D ÁTALAKÍTÓK JELLEMZŐI

Felbontás (Resolution):

A felbontás megadja, hogy az A/D átalakító az analóg bemenő jeltartományhoz hány diszkrét értéket tud hozzárendelni. Mértékegysége a bit.

Kivezérlési tartomány (Full Scale):

Az a bemeneti analóg tartomány, amelyben az átalakító telítésmentesen működőképes. Léteznek:

- unipoláris (referenciafeszültség – földpotenciál),
- bipoláris eszközök (földpotenciál körül szimmetrikusan),

A kivezérlési tartomány függ a referenciafeszültségtől.

AD ÁTALAKÍTÓ JELLEMZŐI

Mintavételi frekvencia:

Az a legnagyobb mintavételi frekvencia, amivel az átalakító működni tud. Mértékegysége SPS (Sample per Second - minta másodpercenként).

Konverziós idő:

Egy minta átalakításához szükséges idő.

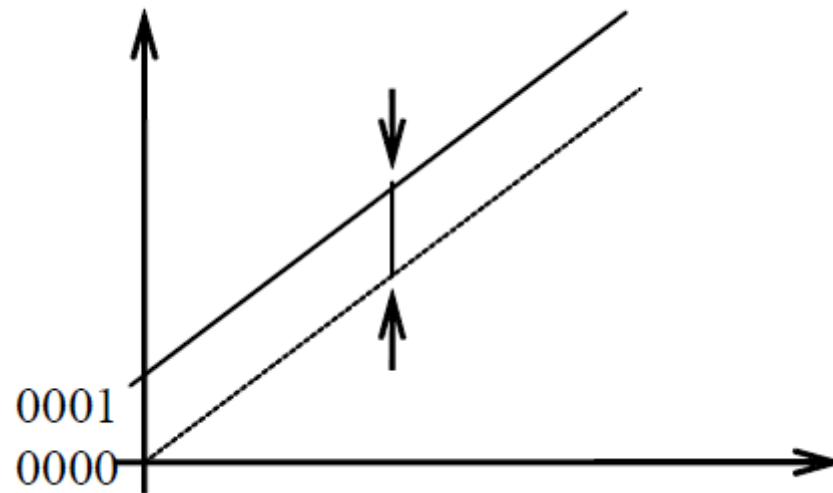
Sávszélesség:

A bemenet analóg részeinek aluláteresztő jellegű frekvenciafüggésében a felső határfrekvencia.

AZ ÁTALAKÍTÁS LEHETSÉGES HIBÁI

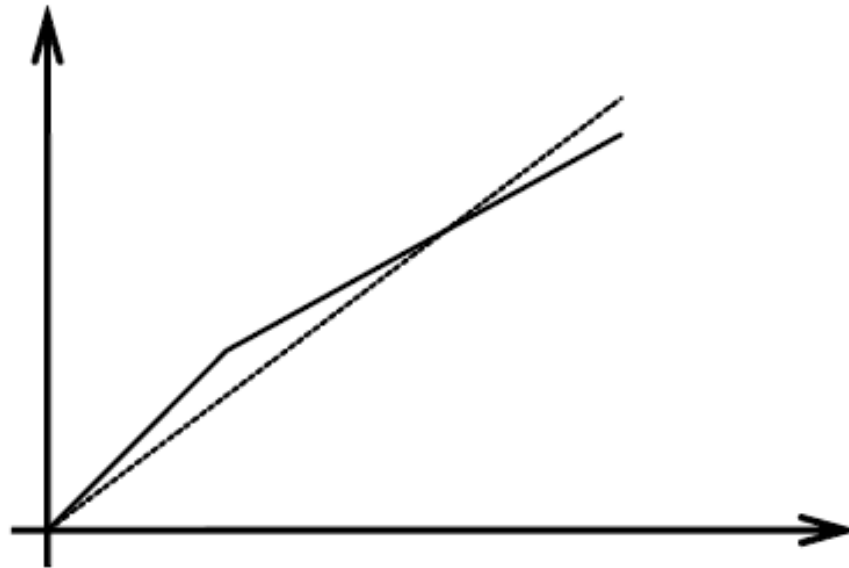
Ofszet hiba:

A karakterisztika „0” kódhoz tartozó értéke. A kivezérlési tartomány százalékában szokás megadni. Javítható!



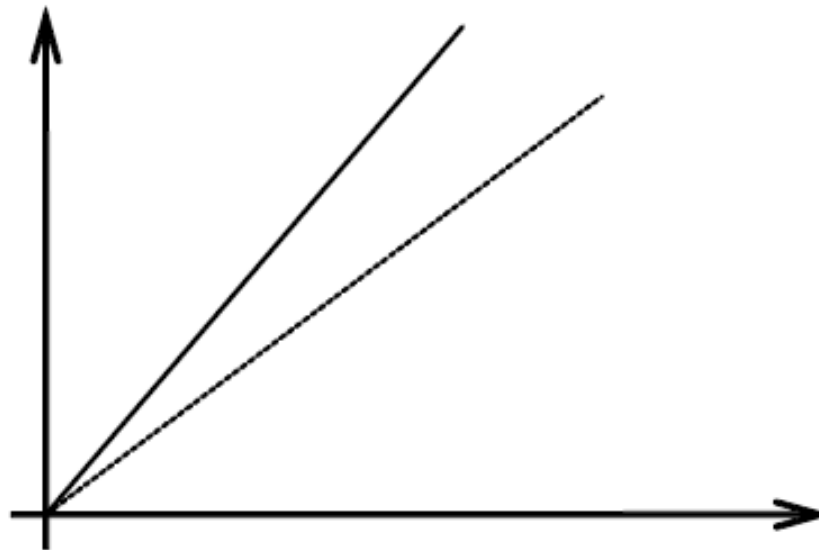
LINEARITÁSI HIBA

A mérési karakterisztika egyes pontjai nem egy egyenesen találhatók. A linearitási hibával határozzák meg a mérési karakterisztikától való eltérést. Nem javítható!



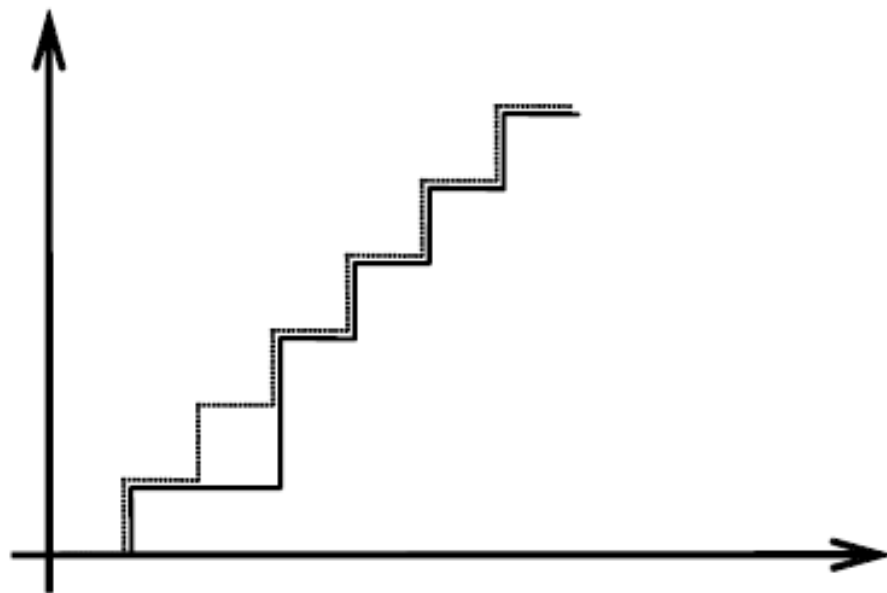
ERŐSÍTÉSI HIBA

A karakterisztikára illesztett egyenes és az ideális karakterisztika erősítésének eltérése, a kivezérlési tartomány százalékában szokás megadni. Javítható!



KÓDKIESÉS

Nem javítható!



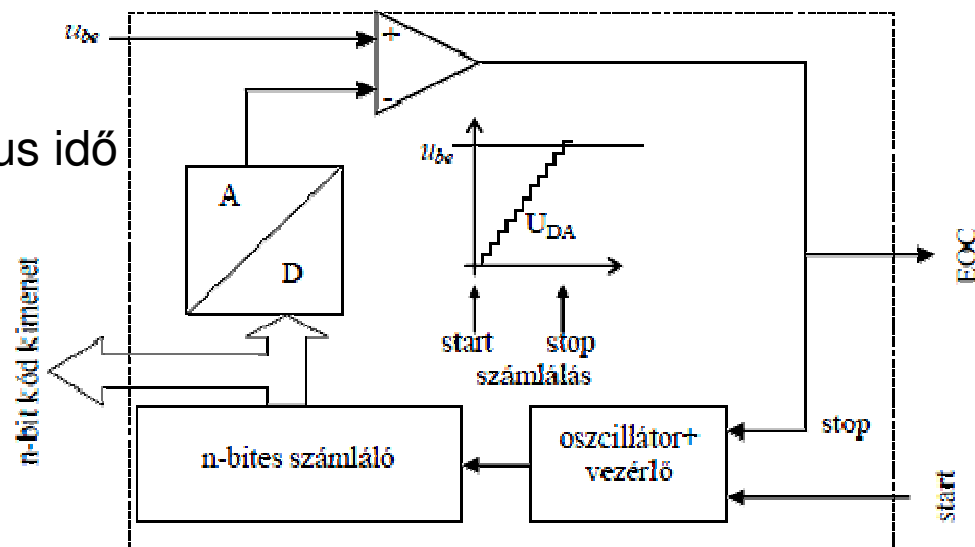
A/D ÁTALAKÍTÓK FAJTÁI

- Számláló
- Fokozatos közelítésű (SAR)
- Párhuzamos (Flash)
- Kétszeresen integráló (Dual-slope)
- Szigma-Delta

SZÁMLÁLÓ TÍPUSÚ ÁTALAKÍTÓ

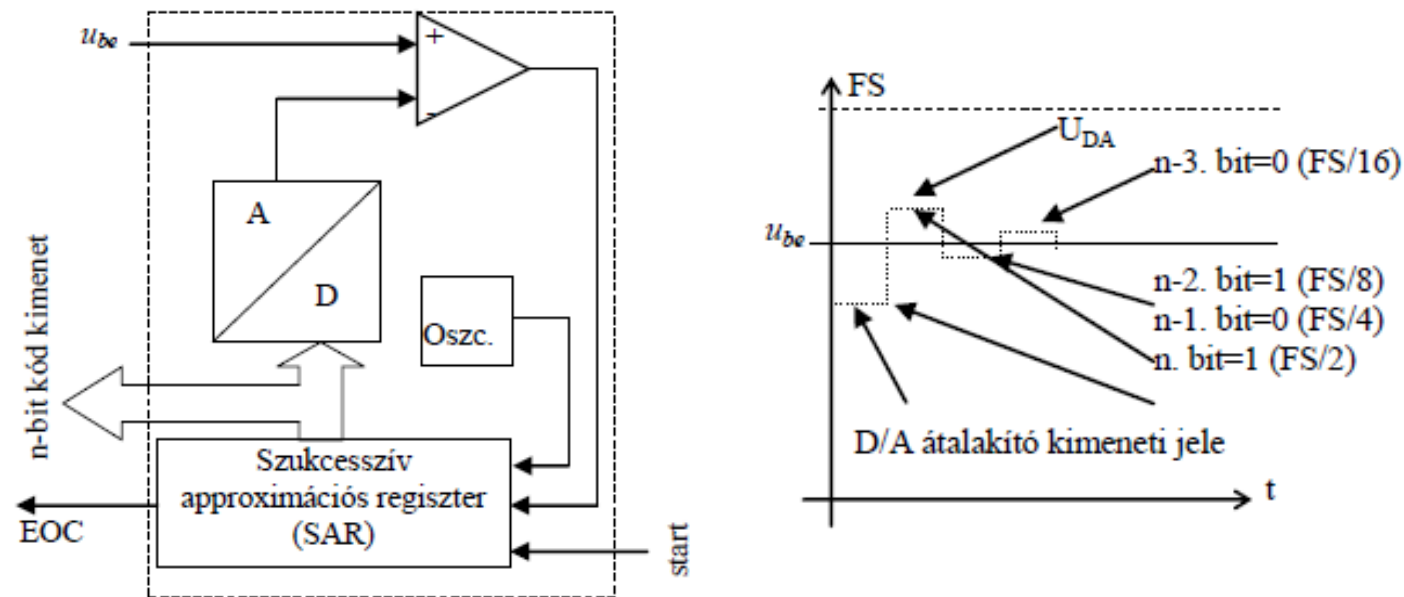
- Kompenzációs elven működik
- Monoton növekvő feszültség D/A segítségével (számláló állítja elő)
- EOC kimenet jelzi, ha a lépcsős feszültség nagyobb, mint U_{be}
- Lassú konverziós idő, amely a bementi feszültség nagyságától függ

- T = oszcillátor periódus idő
- n = bitek száma
- $t_{konv\ max} = 2^n \cdot T$



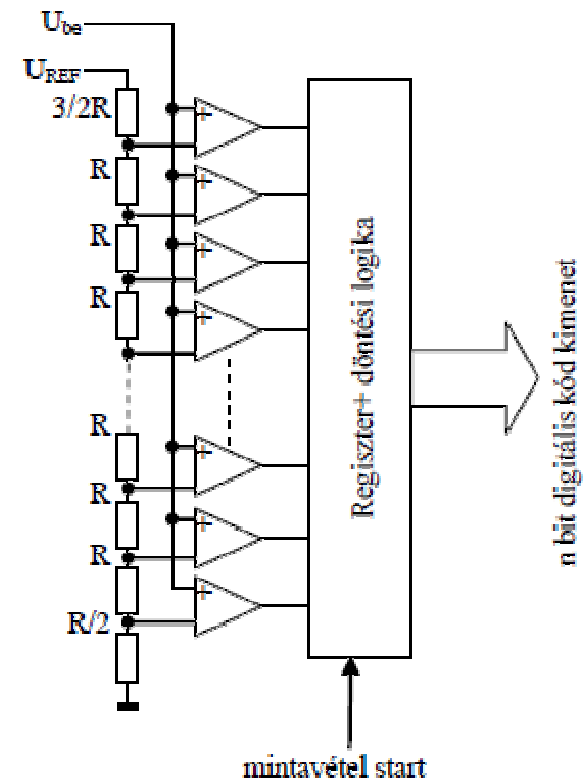
SZUKCESSZÍV APPROXIMÁCIÓS ADC

- Szorzatos közelítés
- $t_{\text{konv max}} = n \cdot T$
- Népszerű, általános felhasználású áramkör



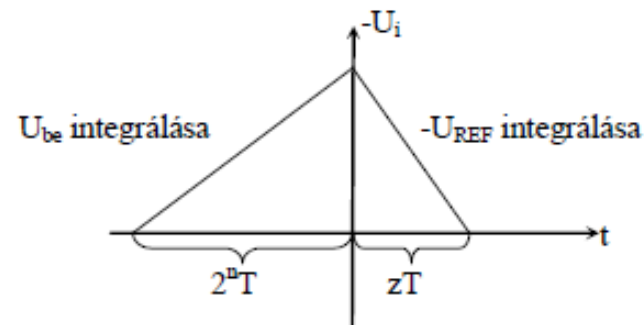
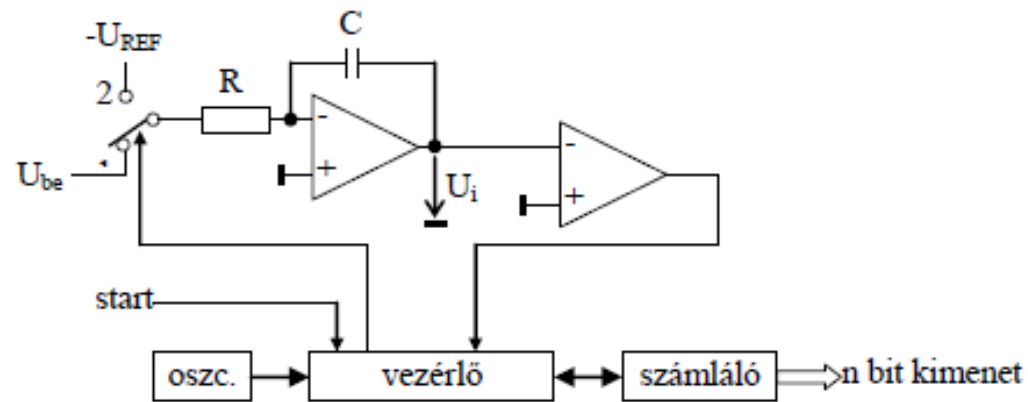
KÖZVETLEN ÁTALAKÍTÓ - FLASH ADC

- Nagyszámú komparátor és döntési logika
- Komparátorok száma = $2^n - 1$
- A döntési logika egy prioritás dekóder
- Az összes konverzió egy időben megy végbe
- Tipikusan MHz tartományban használatos
- Bonyolult felépítésű



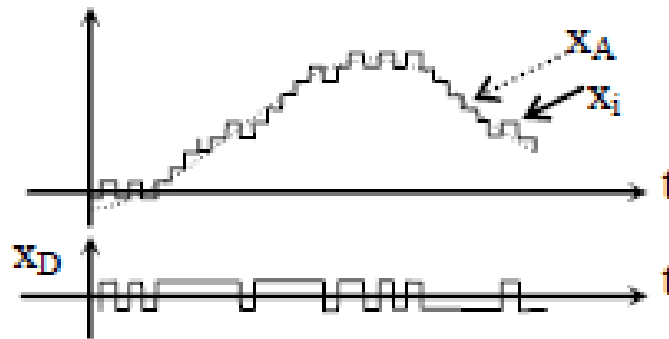
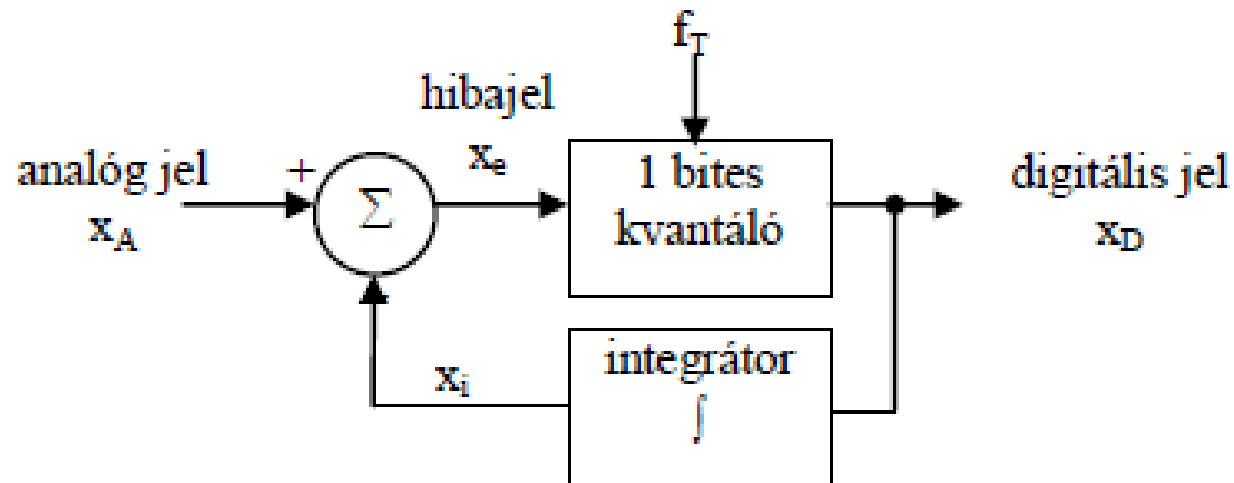
KETTŐS MEREDEKSÉGŰ ADC

- Kétszeres integráló átalakító
- Lassú átalakításoknál, ahol a hálózati zavarhatások csökkentése a fontos



SZIGMA-DELTA ADC

- 1-bites kvantáló áramkör



A MÉRÉSRŐL...



**Mit mond az a számár, amelyik nem digitális?
Analóg-iá-t.**

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Váradiné dr. Szarka Angéla, Dr. Hegedűs János, Bátorfi Richárd, Unhauzer Attila: Méréstechnika
- <http://hu.scribd.com/doc/82659758/Az-analog-es-digitalis-jelek-csoportositasa>
- http://hu.wikipedia.org/wiki/Analóg-digitális_átalakító
- Dóra Szőkené: A/D és D/A átalakítók Elektronika - <http://slideplayer.hu/slide/1889798/>
- Dr. Kovács F. Ferenc: Az informatika VLSI áramkörei